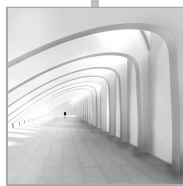


TEORIE OSTATECZNE
W NAUKACH
PRZYRODNICZYCH
STUDIUM METODOLOGICZNE



Mariusz Szynkiewicz

TEORIE OSTATECZNE
W NAUKACH
PRZYRODNICZYCH
STUDIUM METODOLOGICZNE



Poznań 2009

KOMITET NAUKOWY SERII WYDAWNICZEJ
DOKTORATY WYDZIAŁU NAUK SPOŁECZNYCH UAM
Jerzy Brzeziński, Zbigniew Drozdowicz (przewodniczący),
Rafał Drozdowski, Piotr Orlik, Jacek Sójka

RECENZENCI
Prof. dr hab. Stanisław Butryn
Prof. dr hab. Antoni Szczuciński

PROJEKT OKŁADKI
Adriana Staniszevska

REDAKCJA
Michał Staniszevski

KOREKTA
Adriana Staniszevska

© Copyright by Mariusz Szynkiewicz, 2009

Publikacja finansowana z funduszy Instytutu Filozofii UAM w Poznaniu

ISBN 978-83-929763-8-7

WYDAWNICTWO NAUKOWE WYDZIAŁU NAUK SPOŁECZNYCH
UNIwersytetu IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU
60-569 Poznań, ul. Szamarzewskiego 89c

DRUK: Zakład Graficzny UAM
61-712 Poznań, ul. Wieniawskiego 1

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
ROZDZIAŁ I: Pojęcie <i>teorii ostatecznej</i> i jej rodzaje	9
1. Znaczenie terminu <i>teoria</i>	9
2. Definicja pojęcia <i>teorii ostatecznej</i>	15
3. Podział teorii ostatecznych ze względu na rodzaj bazy poznawczej	21
4. Podział teorii ostatecznych ze względu na zakres	23
5. Teorie ostateczne cząstkowe	24
6. Teorie wszystkiego (TOE)	27
6.1. TOE poziomu pierwszego (homogeniczne)	29
6.2. TOE poziomu drugiego (heterogeniczne)	31
ROZDZIAŁ II: Ogólna charakterystyka i kryteria teorii ostatecznych.	35
1. Teorie ostateczne – czynniki motywacyjne	35
2. Rola i znaczenie symetrii	37
3. Znaczenie kryteriów estetycznych	41
3.1. Piękno teorii	42
3.2. Znaczenie prostoty	47
3.3. Konieczność	53
4. Teoria ostateczna a stanowisko realizmu	55
5. Początki <i>snu o teorii ostatecznej</i> – mitologie i systemy religijne	60
6. Poszukiwania wyjaśnień finalnych na gruncie filozoficznym	65
ROZDZIAŁ III: Teorie ostateczne w naukach przyrodniczych	83
1. Fizyka Newtonowska	83
2. Mechanika kwantowa i standardowy model budowy materii	88
3. Teorie strunowe i M-teoria	94
4. Syntetyczna teoria ewolucji	99
5. Redukcjonizm jako droga do teorii ostatecznej	104
6. Czy teoria chaosu może być teorią ostateczną?	110

ROZDZIAŁ IV: Czy możliwa jest teoria ostateczna?	117
1. Płaszczyzna epistemologiczno-ontologiczna. Scenariusze rozwoju nauki a poszukiwania teorii ostatecznej	117
2. Płaszczyzna metodologiczna	121
2.1. Teoria ostateczna a filozofia nauki Karla R. Poppera	122
2.2. Problem teorii finalnych w filozofii Thomasa S. Kuhna	126
2.3. Odpowiedź Paula Feyerabenda	131
3. Płaszczyzna logiczna	134
3.1. Program Hilberta	137
3.2. Twierdzenie Gödla a ograniczenia nauki	138
Zakończenie	145
Bibliografia	147

Wstęp

Pragnienie zrozumienia świata, ogarnięcia umysłem wszystkich jego elementów oraz występujących w nim relacji stanowi nieodłączny składnik przypisanej naszemu gatunkowi zdolności do zadumy nad rzeczywistością. Dotychczasowe doświadczenia, zdobyte w trakcie rozwiązywania zagadek przyrody, pozwalają wierzyć w moc umysłu ludzkiego. Marzenie o skonstruowaniu teorii ostatecznie opisującej wybrany fragment rzeczywistości, a nawet cały otaczający nas świat, może wynikać z kilku podstawowych przyczyn. Pierwszą z nich stanowi przekonanie o jedności i pojmovalności świata, w którym żyjemy, dodatkowo wsparte sukcesami w podejmowanych wcześniej próbach jego racjonalnego opisanie. Druga przyczyna jest pochodną charakterystycznego dla *homo sapiens* sposobu ujmowania zjawisk i będącej jednym z fundamentów dotychczasowego sukcesu nauk przyrodniczych – metodologii redukcjonistycznej.

Głównym pojęciem, na którym koncentruje się niniejsza książka, jest pojęcie teorii ostatecznej. Teoria ostateczna to określenie niezwykle popularne, a także, co utrudnia jego precyzyjne zdefiniowanie, wieloznaczne. Zakres przedmiotowy koncepcji aspirujących do miana rozstrzygnięć finalnych jest bowiem swobodnie wyznaczany przez samych uczonych. Dodatkowa trudność wynika z tendencji do utożsamiania omawianego pojęcia z takimi popularnymi współcześnie terminami, jak: *teoria wszystkiego* czy *teoria jednolita*. Wielu uczonych używa podanych sformułowań wymiennie, co jednak – jak postaram się wykazać – nie jest w pełni uzasadnione. W niniejszej pracy proponuję definicje poszczególnych typów analizowanych teorii. Referowane koncepcje są podzielone na określone grupy i rodzaje. Zaprezentowana dywersyfikacja opiera się na dwóch podstawowych kryteriach:

a) zakresie teorii – obszarze odniesienia przedmiotowego określonych ujęć,

b) rodzaju bazy (typie aktywności intelektualnej), na której konstytuowane są wybrane kandydatki do miana teorii ostatecznych.

Pierwsze propozycje rozstrzygnięć, które we współczesnej literaturze określa się mianem teorii ostatecznych lub teorii wszystkiego, odnajdujemy już

w systemach mitologicznych oraz w licznych koncepcjach o charakterze religijnym i filozoficznym. Współcześnie takie teorie spotykamy przede wszystkim w przyrodoznawstwie. Określając systemy mitologiczne i religijne mianem teorii, należy jednak mieć świadomość tego, iż podobna kategoryzacja musi wiązać się z nieortodoksyjnym rozumieniem opisywanego terminu, zatem jego użycie – w analizowanym kontekście – domaga się dokładniejszego wyjaśnienia. Trudno byłoby bowiem utożsamiać propozycje oparte na wierze w istnienie czynników ponadnaturalnych z teoriami nauk empirycznych. Różnice pomiędzy takimi dwiema wizjami świata, zwłaszcza te o charakterze strukturalnym, są bowiem aż nadto widoczne. Problem ten rozważany jest szczegółowo w rozdziale II.

Postaram się również, uwzględniając kryterium zakresowe, dokonać podziału analizowanych koncepcji na dwie podstawowe kategorie: teorie ostateczne cząstkowe oraz teorie wszystkiego.

Rozdział I zawiera podstawowe definicje tak ważnych dla dalszej pracy pojęć, jak: *teoria naukowa*, *teoria ostateczna* i *teoria wszystkiego*. Następnie omówione są podstawowe kryteria, jakie powinna spełniać kandydatka do miana teorii finalnej. W rozdziale II koncentruję się na czynnikach motywacyjnych, katalizujących prace twórców zmierzających do opracowania teorii ostatecznej. Na przykładzie propozycji mitologicznych, religijnych i wybranych koncepcji filozoficznych opisuję początki zjawiska, które za Stevenem Weinbergiem można określić mianem *snu o teorii ostatecznej*. W rozdziale III referuję bardziej szczegółowo propozycje rozstrzygnięć finalnych formułowanych w obrębie nauk przyrodniczych. Ostatnia część pracy jest poświęcona analizie podstawowych barier stojących na drodze do skonstruowania teorii ostatecznej. W rozdziale IV przedstawiam tezę, zgodnie z którą ograniczenia te można podzielić na trzy zasadnicze kategorie: epistemologiczno-ontologiczne, metodologiczne i logiczne.

Analiza opisanych koncepcji pozwala także zastanowić się nad tym, na ile teorie określane przez uczonych i filozofów mianem ostatecznych spełniają kryteria wyszczególnione i scharakteryzowane na początku książki.

ROZDZIAŁ I

POJĘCIE *TEORII OSTATECZNEJ* I JEJ RODZAJE

Nauka widzi świat przez teorie.

Michał Heller

1. Znaczenie terminu *teoria*

Termin *teoria* jest najczęściej kojarzony z konstrukcjami funkcjonującymi w naukach przyrodniczych i formalnych, choć – jak wiemy – jego rzeczywisty zakres jest zdecydowanie szerszy. Jednoznaczne zdefiniowanie pojęcia teorii nie jest zadaniem łatwym. Mając na uwadze jej cechy funkcjonalne, najogólniej możemy powiedzieć, że teoria naukowa jest to pewien uporządkowany, ze względu na określone kryteria, zestaw praw mówiących o badanym przez daną dziedzinę wiedzy zakresie zjawisk. Zadaniem teorii formułowanych w dyscyplinach przyrodniczych, formalnych i w naukach społecznych jest systematyzowanie oraz racjonalizowanie faktów, wyjaśnianie przyczyn ich występowania, a także opisywanie struktur określonych fragmentów rzeczywistości i mechanizmów sterujących istotnymi w danym kontekście zjawiskami. Teorie powinny dodatkowo pełnić rolę przewidywczą¹. Obok aspektu funkcjonalnego teorie naukowe można również analizować w aspekcie strukturalnym. Jest to jednak zdecydowanie bardziej skomplikowane niż próba określenia ich odniesienia funkcjonalnego.

W opinii Pawła Zeidlera, punktem wyjścia każdej metodologicznej rekonstrukcji teorii empirycznej powinien być odpowiedni opis koncepcji teoretycznych występujących w ramach działalności naukowej². Filozofowie nauki zaproponowali szeroki wachlarz modeli rekonstrukcji struktury teorii empirycznych, które

¹ Szerzej: E. Nagel, *Struktura nauki. Zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*, tłum. J. Gedymin, B. Rassalski, H. Eilstein, Warszawa 1970, ss. 79-80.

² P. Zeidler, *Spór o status poznawczy teorii*, Poznań 1993, s. 59.

dzielą się na dwie zasadnicze kategorie: ujęcia zdaniowe³ oraz niezdaniowe koncepcje teorii. Analizy metodologiczne mają prowadzić do wypracowania schematu charakteryzującego podstawowe składniki teorii, określającego jej zasięg, język, zaakceptowany zbiór twierdzeń, zestaw stosowanych środków dowodowych oraz procedur pomiarowych i diagnostycznych. Różne orientacje metodologiczne odmiennie opisują wymienione składowe i występujące między nimi relacje, co prowadzi do ścierania się dominującego w tradycji filozofii nauki aksjomatycznego ujęcia teorii z propozycjami niezdaniowymi.

Już w czasach starożytnych próbowano ujmować rozmaite fragmenty wiedzy racjonalnej w postaci systemów quasi-dedukcyjnych. Takie koncepcje z punktu widzenia współczesnej metodologii można określić mianem *prototeorii*⁴. W nowożytności postulat formułowania wiedzy naukowej w postaci systemów dedukcyjnych wysunął Kartezjusz, a starali się go zrealizować Izaak Newton i Joseph L. Lagrange. W XX wieku filozofowie skupieni w Kole Wiedeńskim zaprezentowali własne ujęcie teorii nauk empirycznych. Według tej koncepcji rozumiane one były jako zamknięte, ze względu na relację konsekwencji logicznej, sformalizowane systemy dedukcyjne⁵.

Tradycyjne ujęcie zdaniowe, popularne w środowiskach neopozytywistów i hipotetystów, definiowało strukturę teorii nauk empirycznych jako złożoną z trzech składowych:

- a) rachunku abstrakcyjnego (formalnego) – struktury logicznej systemu, wyjaśniającej i określającej jego podstawowe elementy,
- b) układu reguł (dziedziny empirycznej teorii, reguł korespondencji) – wiążących jej aparat formalny z danymi obserwacyjnymi i eksperymentalnymi,
- c) interpretacji (modelu) – wyznaczającej dziedzinę bezpośredniego odniesienia teorii⁶.

Jednym z pierwszych, a zarazem najbardziej wpływowych zwolenników neopozytywistycznej wizji filozofii nauki był Rudolf Carnap. W 1923 r. w jednym ze swoich artykułów zaprezentował on oryginalną wizję idealnego systemu fizyki⁷. W jego propozycji system taki składać się miał z trzech podstawowych działań, ściśle nawiązujących do przedstawionego wyżej schematu. Koncepcja Carnapa była następnie rozwijana i modyfikowana przez innych filozofów związanych z Kołem Wiedeńskim. Neopozytywistyczny język rekonstrukcji teorii nauko-

³ W literaturze można spotkać również alternatywne nazwy prezentowanego ujęcia, np.: ujęcie językowe, aksjomatyczne, tradycyjne itd.

⁴ P. Zeidler, *Nowy eksperymentalizm a teoretycyzm. Spór o przedmiot i sposób uprawiania filozofii nauki*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm, teoretycyzm, reprezentacja*, Poznań 1994, s. 89.

⁵ Ibidem, ss. 89-90.

⁶ E. Nagel, *Struktura...*, ss. 88-94.

⁷ R. Carnap, *Über die Aufgabe der Physik Und die Anwendung des Grundsatzes der Einfachheit*, „Kant-Studien” 28/1923, Berlin, ss. 90-107.

wych składał się ze słownika logicznego (stałych logicznych i matematycznych), słownika obserwacyjnego oraz słownika terminów teoretycznych. Empiryści logiczni głosili ponadto wiarę w możliwość sformułowania teorii naukowej w postaci systemu aksjomatycznego. Bazę aksjomatyczną teorii miały stanowić prawa naukowe wraz z charakterystyką relacji występujących pomiędzy jej terminami teoretycznymi. Jeden z najbardziej reprezentatywnych dla opisywanego nurtu modeli rekonstrukcji teorii stanowi ujęcie Carnapa-Hempla. Według tej propozycji, teorie należy rozumieć jako uporządkowany system zdań, z których wiele można wyprowadzić z innych formuł, wykorzystując odpowiednie definicje oraz zasady logiki dedukcyjnej. Zbiór zdań teorii dzieli się w takim rozumieniu na dwie klasy: zbiór zdań pierwotnych (np. aksjomatów) i zbiór zdań pochodnych (twierdzeń). Teorie nauk empirycznych powinny być formułowane w postaci systemów aksjomatycznych o wyraźniej strukturze logicznej. Zwolennicy ujęcia tradycyjnego podejmowali liczne próby budowy podobnych systemów, starając się realizować swoje zamierzenia na gruncie różnych dziedzin nauki: fizyki (m.in. mechaniki klasycznej i relatywistycznej), biologii, psychologii czy ekonomii⁸. Jednakże już w połowie ubiegłego wieku zdaniowe podejście do teorii naukowych zaczęło spotykać się z opozycją części środowisk metodologicznych. Neopozytywistom zarzucano m.in. pomijanie zagadnień nawiązujących do genezy teorii oraz różnorodności pełnionych przez nie funkcji. Krytykowano ponadto nieuwzględnianie kwestii związanych z kontekstem odkrycia⁹ oraz nadmierną koncentrację zwolenników ujęć tradycyjnych na problemach struktury teorii – prowadzone przez nich badania miały głównie wymiar synchroniczny¹⁰. Istotną rolę w powstaniu przeciwwagi dla propozycji zdaniowych odegrały także obiektywne trudności (merytoryczne i formalne) związane z próbami aksjomatyzacji teorii nauk empirycznych. Jak się bowiem okazało, takie teorie nie mogą być zazwyczaj formułowane w postaci systemów ściśle dedukcyjnych¹¹. Wymóg pełnej aksjomatyzacji i formalizacji stanowi raczej metodologiczny ideał i jest realizowany w praktyce naukowej niezwykle rzadko¹².

⁸ Ibidem, s. 58.

⁹ K. Jodkowski, *Podstawowe idee J. D. Sneeda niezdaniowej koncepcji teorii*, „Studia Filozoficzne” 4(185)/1981, ss. 18-19.

¹⁰ Idem, *Historyczne tło Sneeda-Stegmüllera niezdaniowej koncepcji teorii*, „Studia Filozoficzne” 11(192)/1981, s. 60.

¹¹ Teorie nauk empirycznych nie podlegają ściślejszej aksjomatyzacji i formalizacji, ponieważ: a) zawierają wiele założeń ukrytych, przyjmowanych milcząco lub pomijanych na danym etapie rozwoju nauki, b) idealizacyjny charakter praw i teorii naukowych wprowadza do systemu, obok reguł, także nieposiadające charakteru logicznego zasady konkretyzacji (faktualizacji), c) teorie nauk przyrodniczych nie mogą być systemami czysto logicznymi (semantycznymi lub syntaktycznymi), ponieważ jako takie nie mogłyby służyć do opisu i wyjaśniania zjawisk naturalnych.

¹² Szerzej: G. Gale, *Theory of Science. An Introduction to the History of Logic and Philosophy of Science*, Kansas City 1979, ss. 72-74.

Nowe orientacje metodologiczne zaczęły wykorzystywać odmienne narzędzia pojęciowe, odwołując się do wyników innych niż logika i filozofia nauki dziedzin badawczych. Twórcy alternatywnych prądów zwrócili się ku takim dyscyplinom wiedzy, jak: socjologia, psychologia czy historia nauki. Krytycy ujęć tradycyjnych uznali bowiem, że ograniczanie zakresu prowadzonych badań jedynie do obszaru zagadnień związanych z problemami logicznej rekonstrukcji teorii nie może prowadzić do właściwego zrozumienia istoty samej nauki. Aktywność naukową zaczęto więc analizować w szerszym kontekście, uwzględniającym również jej aspekty pozalogiczne. Pionierskie podejście pozwoliło spojrzeć z nowej perspektywy na zagadnienie aksjomatyzacji teorii. Jak podkreśla Paweł Zeidler, zwolennicy lansowanej opcji uznają, że:

[...] uczoney, proponując teorię naukową, podaje aparat konceptualny i za jego pomocą dąży do ujęcia określonego typu zjawisk i układów empirycznych. Nawet jeśli decyduje się na aksjomatyzację teorii empirycznej, jest to aksjomatyzacja jej zasięgu, a nie zawartości¹³.

Prowadzone analizy zaowocowały powstaniem całej gamy nowych propozycji metodologicznych. Do najpopularniejszych należy bez wątpienia *strukturalistyczna koncepcja teorii*, zapoczątkowana pracami Patricka Suppesa, a następnie rozwijana przez Josepha D. Sneeda i Wolfganga Stegmüllera¹⁴. Jak pisze Marian Przetęcki, w proponowanym podejściu:

[...] teorii nie utożsamia się ze zbiorem zdań, jak to ma miejsce w ujęciu tradycyjnym. Teorią ma być pewien zbiór struktur teoriomnogościowych, a ściślej mówiąc, pewien układ złożony z szeregu takich zbiorów. Głównym jego elementem jest zbiór struktur nazywanych modelami danej teorii¹⁵.

Takie rozwiązanie umożliwia wnikliwą analizę roli aparatu formalnego w procesie konstruowania teorii empirycznej oraz bezpośrednio określenie jej zasięgu. Sneed zrywa z pojmowaniem teorii naukowych w kategoriach klas zdań. Nawiązując do poglądów Thomasa Kuhna, uznaje, iż akt pełnego zrozumienia teorii nie może ograniczać się wyłącznie do badania samych rezultatów działalności uczonych – gotowych teorii – ale powinien uwzględniać również proces ich formułowania. Zdaniem Sneeda, aby móc odpowiedzieć na pytanie, czym jest teoria naukowa, musimy rozróżnić dwa jej podstawowe zakresy:

- zbiór zamierzonych zastosowań („obserwowalne» fragmenty świata, które można opisać pomyślnie przy użyciu teorii”¹⁶ – rezultat takiego opisu stanowi model zjawiska),
- rdzeń teorii – jej strukturę matematyczną.

¹³ P. Zeidler, *Spór o status poznawczy...*, s. 64.

¹⁴ Z. Chojnicki, *Filozofia nauki. Orientacje, koncepcje, krytyki*, Poznań 2000, s. 52.

¹⁵ M. Przetęcki za: *ibidem*, s. 52.

¹⁶ K. Jodkowski, *Podstawowe idee...*, s. 21.

Pierwszy element porównujemy do tradycyjnie pojmowanej bazy empirycznej, drugi stanowi natomiast egzemplifikację formalizmu danej propozycji. Podobne postępowanie ma lepiej odpowiadać rzeczywistości charakterowi praktyki naukowej¹⁷.

Zastosowanie ujęcia strukturalnego umożliwia oddzielenie aparatu pojęciowego (konceptualnego) teorii od jej treści empirycznej, co nie pozostaje bez wpływu na status poznawczy teorii naukowej; podejście takie dopuszcza istnienie alternatywnych opisów teoretycznych układów empirycznych¹⁸. Zdaniem zwolenników, prezentowana interpretacja precyzyjniej opisuje relację łączącą teorię z odpowiednimi danymi obserwacyjnymi. Dzięki wprowadzeniu dystynkcji pomiędzy aparatem pojęciowym a treścią empiryczną teorii dokładniej odpowiada ona praktyce badawczej, tłumacząc m.in., dlaczego zmiana ich zawartości empirycznej nie musi pociągać za sobą odrzucenia stosowanego aparatu formalnego, co nie znajduje wyjaśnienia w tradycyjnych ujęciach zdaniowych¹⁹. Strukturalna koncepcja teorii, choć bezpośrednio nawiązuje do idei Thomasa Kuhna, jest uznawana za próbę uniknięcia niektórych problemów związanych z akceptacją modelu nauki zaproponowanego przez autora *Struktury rewolucji naukowych*. J. Sneed i W. Stegmüller uznają bowiem Kuhnowskie analizy historyczne za trafne, nie odrzucając jednak, przynajmniej części, tradycyjnych, racjonalistycznych standardów naukowości²⁰. Należy zaznaczyć, że niezdaniowe ujęcia teorii empirycznych spotkały się również z krytyką wielu znaczących środowisk metodologicznych²¹.

Kwestią sporną pozostaje to, czy teoriom empirycznym należy przypisać wartość logiczną. Filozofowie nauki wypracowali wiele propozycji, wśród których warto wymienić m.in.: opisową koncepcję teorii, ujęcie instrumentalistyczne, podejście konwencjonalistyczne oraz realistyczną koncepcję teorii. Problem ten analizowany będzie szerzej podczas omawiania czynników katalizujących badania nad konstruowaniem teorii ostatecznych.

Jak widać, na pytanie o strukturę i status poznawczy teorii naukowych, można odpowiedzieć na wiele różnych sposobów. Samo pojęcie teorii, nawet tych formułowanych w naukach przyrodniczych, nie jest bowiem jednoznacznie zdefiniowane. Odnosi się ono często do takich koncepcji, które nie mają zastosowania w przyrodoznawstwie czy dyscyplinach matematycznych. W tym sensie możemy więc mówić zarówno o szczególnej teorii względności czy teorii równań różniczkowych, jak i o teorii wielkiej rewolucji francuskiej czy teorii psychoanalizy, czyli o rozstrzygnięciach, które trudno byłoby poddać jakiegokolwiek formalizacji czy aksjomatyzacji.

¹⁷ P. Zeidler, *Spór o status poznawczy...*, s. 64.

¹⁸ Ibidem, ss. 65-66.

¹⁹ P. Zeidler, *Nowy eksperymentalizm...*, ss. 91-92.

²⁰ K. Jodkowski, *Historyczne tło...*, ss. 71-72.

²¹ Z. Chojnicki, *Filozofia nauki...*, ss. 52-53.

Do tej pory termin *teoria* był analizowany na dwóch odmiennych płaszczyznach: funkcjonalnej i strukturalnej. O ile koncepcje mitologiczne, religijne czy filozoficzne oraz proponowane w nich wizje świata i typy wyjaśnień nie spełniają wymogów strukturalnych stawianych obecnie przed kandydatkami do miana teorii naukowej, o tyle ich funkcjonalna analiza może wskazywać na pewną korespondencję (w odniesieniu do stawianych celów i zadań) ze współczesnymi propozycjami naukowymi. Tak więc, dla potrzeb niniejszej argumentacji i ze względu na różnorodność zapatrywań, które nazywane w niej będą teoriami, proponuję przyjąć szerokie (Popperowskie) rozumienie znaczenia omawianego terminu. W opinii twórcy hipotetyzmu, pojęcie teorii można bowiem definiować stosunkowo swobodnie. Sam Popper w odniesieniu do własnych analiz metodologicznych pisze:

[...] terminem „teoria” postugiwałem się w bardzo szerokim sensie, w którym obejmuje ono mity i wszelkiego rodzaju oczekiwania i domysły²².

Podobną charakterystykę odnajdujemy w argumentacji Simona Blackbourn – teoria jest dowolnym, względnie samodzielnym fragmentem wiedzy racjonalnej, opisującym określone zjawiska lub klasy zjawisk²³. Również analiza wypowiedzi Maxa Plancka pozwala zaliczyć go do grona zwolenników szerokiego rozumienia pojęcia teorii²⁴. Nauka (w znaczeniu *science*) nie reprezentuje bowiem całej wiedzy, z jaką styka się obecnie i stykał się w przeszłości człowiek. Tak pojmowana nauka narodziła się dopiero w czasach nowożytnych, ale już znacznie wcześniej kwestie o charakterze zbliżonym do współczesnych problemów naukowych były rozpatrywane na gruncie systemów mitologicznych i religijnych. W okresie późniejszym dołączyły do tej grupy, osadzone na gruncie racjonalnym, propozycje filozoficzne. Zanim zostały wypracowane metody zmatematyzowanego przyrodznawstwa, to właśnie mitologie, religie oraz systemy filozoficzne pozwalały człowiekowi porządkować opis rzeczywistości oraz identyfikować mechanizmy odpowiedzialne za istnienie i funkcjonowanie otaczającego go świata. Dlatego w niniejszej publikacji rozstrzygnięcia powstałe na bazie wspomnianych sfer aktywności intelektualnej będą traktowane jako swoiste prototeorie, niespełniające oczywiście wymogów formalnych stawianych obecnie konstrukcjom teoretycznym funkcjonującym w naukach przyrodniczych, ale realizujące – w czasach ich popularności – zadania podobne do tych, które współcześnie pełnić mają teorie naukowe²⁵.

²² K. R. Popper, *Mit schematu pojęciowego – w obronie nauki i racjonalności*, tłum. B. Chwe-deńczuk, Warszawa 1997, s. 176.

²³ S. Blackbourn, *Oksfordzki słownik filozoficzny*, tłum. C. Cieśliński, P. Dziliński, M. Szczubiałka, Warszawa 1997, ss. 398-399.

²⁴ M. Planck, *Jedność fizycznego obrazu świata*, w: idem, *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2003, s. 34.

²⁵ Podobne stanowisko odnajdujemy nie tylko w pracach Poppera i Plancka, ale także

2. Definicja pojęcia teorii ostatecznej

Termin *teorie ostateczne* odnosi się do klasy koncepcji, które przynajmniej potencjalnie mogą stanowić końcowy, pełny i niemodyfikowalny fragment wiedzy teoretycznej²⁶. Karl Popper, występujący przeciwko tezie o możliwości skonstruowania i uzasadnienia rozstrzygnięcia finalnego na obszarze nauki, definiuje teorię ostateczną jako konstrukcję, której: „[...] eksplikans nie może być już dalej wyjaśniany ani nie potrzebuje dalszego wyjaśniania”²⁷.

Warunki metodologiczne nakładane na teorie finalne należy uznać za wysoce rygorystyczne i choć ich spełnienie wydaje się niezwykle trudne, lub zgoła niewykonalne, to – jak się przekonamy – wielu naukowców (głównie fizyków) uznaje zadanie skonstruowania podobnego systemu za potencjalnie realizowalne. Tendencja ta nie ogranicza się jedynie do obszaru nauk przyrodniczych. Również w historii filozofii odnajdujemy przykłady propozycji, którym przypisywano walor finalności.

Próba zdefiniowania pojęcia teorii ostatecznej nastęrcza wielu problemów metodologicznych, albowiem współczesna nauka nie precyzuje dokładnie znaczenia opisywanego terminu. Zadanie to będzie więc realizowane przede wszystkim poprzez odwołanie się do opinii zwolenników tezy o możliwości sformułowania teorii finalnej: przyrodników, matematyków, filozofów, jak również publicystów zajmujących się komentowaniem aktualnego stanu nauk.

W ostatnich latach zagadnienie teorii ostatecznej analizowali m.in. australijski badacz Mark McCutcheon²⁸ w książce zatytułowanej *The Final Theory. Rethinking Our Scientific Legacy* i znany amerykański fizyk Steven Weinberg w pracy pt. *Sen o teorii ostatecznej*. Przykład Weinberga wydaje się w tym miejscu szczególnie interesujący. Ten wybitny uczyony, określany przez niemieckiego filozofa przyrody Hansa-Dietera Mutschlera mianem „dogmatycznego fizyka”, głosi pogląd, iż współczesna fizyka jest zdolna do sformułowania teorii, której może przysługiwać walor ostateczności. Podobne przekonania ma obecnie wielu innych fizyków cząstek elementarnych. Według Weinberga, naukowy *sen o teorii ostatecznej* został zapoczątkowany w czasach Newtona – uczonego, który w opinii amerykańskiego fizyka jako pierwszy uwierzył w to, że nauka stanowi właściwą drogę do skon-

w dziełach takich autorów, jak: J. G. Taylor, *Kiedy zaczął się czas*, tłum. M. Przygodzki, Warszawa 1997, s. 38; J. B. Barrow, *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, J. Czerniawski, T. Placek, Kraków 1995, s. 17; S. Weinberg, *Sen o teorii ostatecznej*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1997, ss. 16-17.

²⁶ W literaturze teorie ostateczne określane są zastępczo mianem teorii lub rozstrzygnięć finalnych.

²⁷ K. R. Popper, *Wiedza obiektywna. Ewolucyjna teoria epistemologiczna*, tłum. A. Chmielewski, Warszawa 2002, s. 159.

²⁸ M. McCutcheon, *The Final Theory. Rethinking Our Scientific Legacy*, Boca Raton 2004.

struowania uniwersalnej i ogólnej teorii tłumaczącej całość zjawisk fizycznych. Newton wierzył również w możliwość ujęcia ogółu wiedzy w ramach jednolitego i spójnego systemu teoretycznego. Opinię taką wyraził we wstępie do pierwszego wydania swojego sztandarowego dzieła *Principia mathematica*²⁹.

Postulat skonstruowania teorii ostatecznej stanowi najbardziej doniosły, a przy tym całkowicie naturalny cel wszelkiej działalności naukowo-badawczej, który współcześnie manifestuje się przede wszystkim na obszarze zmatematyzowanego przyrodoznawstwa (głównie fizyki). Warto zastanowić się jednak, jaki typ konstrukcji teoretycznych należałoby zaliczyć do grupy teorii ostatecznych. Próba jednoznacznego zdefiniowania pojęcia teorii finalnej musi wiązać się z wieloma istotnymi problemami. Przeszkodę mogą stanowić bowiem m.in.: brak konsekwencji w posługiwaniu się analizowanym terminem przez samych uczonych oraz, będąca pochodną tego stanu rzeczy, wieloznaczność pojęcia teorii finalnej. Teoria ostateczna jest swoistą terminologiczną etykietką, przypinaną do różnych koncepcji naukowych lub systemów filozoficznych, i to zarówno przez samych uczonych, jak i przez osoby niezwiązane bezpośrednio z rozwojem poszczególnych dziedzin wiedzy. Niemniej analiza wypowiedzi badaczy, którzy pracują nad skonstruowaniem rozstrzygnięć finalnych, a także tych wszystkich, którzy podobny kierunek badań uznają za sensowny, pozwala na zidentyfikowanie przynajmniej części cech, jakimi powinna charakteryzować się kandydatka do miana teorii ostatecznej.

W opinii wielu autorów poszukiwanie teorii ostatecznej jest katalizowane pragnieniem uzyskania wiedzy zupełnej. Owa zupełność³⁰ nie musi odnosić się jednak w sposób kategoryczny do całości otaczającego nas świata, zazwyczaj ogranicza się do wybranych fenomenów i poszczególnych klas zjawisk³¹. Akceptacja przekonania o możliwości skonstruowania teorii ostatecznej jest związana na ogół z wiarą w istnienie poznawalnych i opisywalnych prawd absolutnych (Edward Witten, Steven Weinberg)³². Jedynie w kontekście takiego podejścia

²⁹ Podają za: S. Weinberg, *Sen o teorii...*, ss. 19-20.

³⁰ Pojęcie zupełności opisu będzie prezentowane w znaczeniu, jakie nadawał mu Albert Einstein. Einstein uważał zupełny opis przyrody za najważniejszy cel nauk fizycznych, a samo pojęcie zupełności – za jeden z podstawowych wymogów, jaki musi spełnić każda „dobra” teoria naukowa. W jego opinii, dana koncepcja może być uznana za zupełną, jeżeli odzwierciedla każdy element z tego obszaru rzeczywistości fizycznej, do którego się ona odnosi. Za: S. Butryn, *Przedmowa*, w: A. Einstein, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001, s. LXIII.

³¹ W opinii większości fizyków, mianem teorii ostatecznej należałoby określić taką koncepcję, która unifikowałaby w ramach jednego opisu teoretycznego całość wiedzy na temat oddziaływań podstawowych i materialnej struktury rzeczywistości. Zob. L. Smolin, *Kłopoty z fizyką. Powstanie i rozkwit teorii strun, upadek nauki i co dalej*, tłum. J. Kowalski-Glikman, Warszawa 2008, ss. 27-28; M. Kaku, *Wszczęświaty równoległe. Stworzenie Wszczęświata, wyższe wymiary i przyszłość kosmosu*, tłum. E. L. Łokaz, B. Bieniok, Warszawa 2006, s. 364.

³² Zob. J. Horgan, *Koniec nauki, czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*, tłum. M. Tempczyk, Warszawa 1999, s. 98.

do pojęcia prawdy w pełni sensowne staje się żądanie ostateczności i niepodważalności teorii naukowych. Uczeni optujący za rozwiązaniami finalnymi zazwyczaj zdają sobie sprawę z natury problemów metodologicznych, z jakimi musiałaby się zmierzyć kandydatka do miana teorii finalnej. Uznają więc dość powszechnie, że ewentualna teoria ostateczna nie będzie mogła być uzasadniana za pomocą narzędzi, jakimi posługuje się współczesna metodologia nauk. Większość zwolenników tezy o zasadności poszukiwań teorii ostatecznej uważa, że w procesie jej akceptacji znaczną rolę będą odgrywać subiektywne kryteria estetyczne, będące pochodną takich własności, jak: prostota, nieuchronność czy logiczna jednoznaczność.

Pierwszą z wymienionych cech – prostotę teorii – najłatwiej można scharakteryzować poprzez bezpośrednie odwołanie do poglądów Alberta Einsteina. Ojciec teorii względności uznawał warunek prostoty logicznej³³ teorii za jej najważniejszy walor. Waga, jaką przykładał do opisywanej cechy, wiąże się bezpośrednio z sformułowaną przezeń wizją celu poznania naukowego, który określał jako „dążenie do możliwie największej logicznej jednolitości obrazu świata względnie logicznej prostoty jego podstaw”³⁴.

Drugi ze wskazanych walorów – nieuchronność – można uznać za subiektywne, intuicyjne przekonanie uczonego o prawdziwości danej koncepcji oraz o jej adekwatności. Niezmiennność (niemodyfikowalność) i strukturalną stabilność ma natomiast gwarantować teorii finalnej ostatnia z wymienionych cech – logiczna jednoznaczność. Tak rozumiane niezmiennność i stabilność sprawiają, iż jakkolwiek próba przebudowania propozycji posiadającej wymienione charakterystyki musiałaby prowadzić w sposób konieczny do jej rozpadu (podobne opinie głosi m.in. Steven Weinberg³⁵). Omawiany wątek wiąże się bezpośrednio z kolejnym wyróżnikiem kandydatki do miana teorii finalnej. Koncepcja taka powinna być, jak pisze autor *Snu o teorii ostatecznej*, logicznie wyizolowana:

[...] możemy liczyć na to, że teoria ostateczna nie będzie logicznie konieczna, ale będzie logicznie wyizolowana. To znaczy może się okazać, że choć zawsze będziemy mogli wyobrazić sobie teorie zupełnie inne niż prawdziwa teoria ostateczna [...], znaleziona przez nas teoria ostateczna będzie tak sztywna i jednoznaczna, że wszelkie próby dokonania w niej małych zmian będą prowadziły do logicznych absurdów. W teorii logicznie wyizolowanej można obliczyć wszystkie stałe przyrody, wychodząc od pierwszych zasad, i jakkolwiek próba małej zmiany ich wartości zniszczyłaby spójność teorii³⁶.

³³ W opinii Einsteina, prostota logiczna – zwana również doskonałością wewnętrzną – jest określona wzajemnym stosunkiem zawartości informacyjnej teorii do liczby jej założeń wyjściowych. Tak więc: im większa jest zawartość informacyjna teorii i im mniejsza liczba przyjmowanych na wejściu założeń początkowych, tym wyższy jest stopień logicznej prostoty danej konstrukcji teoretycznej.

³⁴ A. Einstein, *Fizyka a rzeczywistość*, w: A. Einstein, *Pisma...*, ss. 199-200.

³⁵ S. Weinberg, *Sen o teorii...*, s. 24.

³⁶ Ibidem, ss. 187-188.

O uznaniu danej teorii za finalną (w specyficznym znaczeniu) może zdecydować także wynikająca z pobudek praktycznych akceptacja środowiska naukowego. Umowa taka mogłaby wynikać m.in. z eksplanacyjnej uniwersalności konkretnej teorii naukowej.

[...] fizycy nigdy nie będą potrafili udowodnić teorii ostatecznej w taki sam sposób, jak matematycy wykazują prawdziwość twierdzeń; gdyby jednak teoria wyjaśniła wszystkie dane eksperymentalne – masy wszystkich cząstek, moc wszystkich sił – fizycy przestaliby w końcu ją kwestionować³⁷.

Badacze nakładają jednak na ewentualną teorię ostateczną liczne ograniczenia. Jedynie sporadycznie skłonni są uznawać koncepcje finalne za remedium na wszelkie nierozwiązane problemy nauki współczesnej. Zdaniem większości uczonych propozycja, której mógłby przysługiwać walor ostateczności, nie byłaby w stanie wyjaśnić wszystkich klas zjawisk. Najprawdopodobniej nie będzie ona także zdolna do pełnego opisanie zjawisk złożonych, np. funkcjonowania układów biologicznych czy natury procesów świadomościowych³⁸. Podstawowa rola ewentualnej teorii ostatecznej przedstawiać ma się więc nieco inaczej. Weinberg, żywiąc głęboką wiarę w możliwość jej skonstruowania w ramach nauk fizycznych, uważa, że koncepcja tego typu, jeżeli oczywiście powstanie, będzie stanowić bazę dla każdej teorii nauk empirycznych. Pogląd ten wspiera się na dwóch fundamentach: Weinbergowskim fizykalizmie oraz manifestowanej wierze w moc redukcjonistycznych metod badawczych. Zatem choć teoria finalna nie mogłaby w pełni opisać wszystkich fenomenów przyrody, to samo jej istnienie pozwoliłoby – zdaniem amerykańskiego fizyka – na wskazanie wspólnego fizycznego podłoża wszystkich poznanych zjawisk³⁹. Dla uzasadnienia swoich poglądów Weinberg odwołuje się do historycznego schematu rozwoju nauk fizycznych. Wiara w moc unifikacji oraz analiza aktualnego stanu wiedzy⁴⁰ prowadzą go do wniosku, iż fizyka, zmierzając do teoretycznego ujednoczenia wszystkich czterech sił natury, powinna zbliżyć się do punktu, którego adekwatny naukowo opis może zostać uznany, na mocy opisanych wyżej kryteriów, za teorię ostateczną. Wiara naukowców w bliski koniec rozwoju nauk fizycznych nie jest jednak zjawiskiem nowym. Już w 1902 r. Albert A. Michelson scharakteryzował teorię finalną jako koncepcję, w której wszystkie znane wówczas siły przyrody zostaną opisane w ramach zamkniętego zestawu praw fizycznych. W jaki sposób można rozumieć pojęcie zamkniętości zbioru

³⁷ Ibidem, s. 99.

³⁸ Ciekawy wyjątek stanowić może Penrosowska „teoria” zjawisk świadomościowych. Zob. R. Penrose, *Cienie umysłu. Poszukiwanie naukowej teorii świadomości*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 2000.

³⁹ Zob. H.-D. Mutschler, *Wprowadzenie do filozofii przyrody. Wybrane zagadnienia*, tłum. J. Bremer, Kraków 2005, s. 25.

⁴⁰ Prezentowana analiza pochodzi z lat 80. XX wieku.

praw? Michelson, podobnie jak wielu współczesnych uczonych, zgodziłby się z definicją, jaką w książce pt. *Część i całość* zaproponował niemiecki fizyk Werner Heisenberg:

Najważniejszą chyba cechą wyróżniającą zamknięty obszar jest istnienie precyzyjnie sformułowanej, wewnętrznie niesprzecznej aksjomatyki ustanawiającej wraz z pojęciami prawidłowe powiązania wewnątrz układu⁴¹.

Natomiast w artykule pt. *Pojęcie teorii zamkniętej we współczesnym przyrodoznawstwie*, o jej ostateczności pisał: „[...] gdzie tylko będzie można opisać doświadczenie pojęciami tej teorii, choćby w najdalszej przyszłości, tam zawsze prawa tej teorii okażą się słuszne”⁴².

Z kolei Carl F. von Weizsäcker mianem zamkniętych określał teorie, które nie mogłyby podlegać dalszym modyfikacjom⁴³. Taka cecha wiązała się bezpośrednio z głoszoną przez Weinberga logiczną jednoznacznością teorii. Brak możliwości wprowadzania ulepszeń do już sformułowanych koncepcji bez radykalnej zmiany ich struktury skłonił Heisenberga do uznania mechaniki Newtonowskiej, termodynamiki statystycznej, szczególnej teorii względności wraz z elektrodynamiką oraz mechaniki kwantowej za zamknięte obszary fizyki⁴⁴. Także Weinberg, podobnie jak wielu innych współczesnych fizyków, uważa, że walor taki powinien przysługiwać mechanice kwantowej, która najprawdopodobniej stanowić będzie w przyszłości integralną część postulowanej teorii ostatecznej⁴⁵. Co ciekawe, znany ze swego redukcjonizmu uczoney uważa, że skonstruowanie ewentualnej teorii ostatecznej nie będzie stanowiło kresu wszelkich badań naukowych, ale jedynie koniec pewnego, znanego od czasów antycznych, stylu uprawiania nauki, polegającego na poszukiwaniu coraz bardziej elementarnych zasad teoretycznych. Zwraca on uwagę, iż przyroda jest sterowana nie tylko przez prawa uniwersalne, ale również przez historyczne przypadki, do których zalicza m.in. warunki początkowe. Uczoney nie jest jednak pewien, czy ów podział należy uznawać za uniwersalny (w znaczeniu temporalnym). Jego zdaniem, możliwe jest, że: „W przyszłości okaże się, iż warunki początkowe wynikają z pewnego prawa przyrody”⁴⁶.

⁴¹ W. Heisenberg, *Część i całość. Rozmowy o fizyce atomu*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 1987, ss. 130-131.

⁴² Idem, *Ponad granicami*, tłum. K. Wolicki, Warszawa 1979, s. 105.

⁴³ C. G. von Weizsäcker, *Jedność przyrody*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 1978, s. 225.

⁴⁴ Na miano teorii zamkniętej (o stałej zaksjomatyzowanej strukturze) zasługuje m.in. mechanika maszyn prostych Archimedesusa. Trudno byłoby jednak uznać ją za spełniającą ambicje współczesnych poszukiwaczy teorii finalnej. Zob. M. Heller, *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?*, Tarnów 1998, ss. 32-33.

⁴⁵ S. Weinberg, *Sen o teorii...*, ss. 79, 188.

⁴⁶ Ibidem, s. 37.

Ostrożność wobec wymagań, jakie powinniśmy stawiać teoriom ostatecznym, wynika, obok ingerencji zdarzeń historycznych, z dwóch dodatkowych czynników: złożoności układów naturalnych oraz istnienia tzw. własności emergentnych. Weinberg zdaje się jednak wierzyć w moc redukcyjnych metod nauki, co doskonale harmonizuje z promowaną fizykalistyczną wizją świata. O silnej postawie redukcjonistycznej Weinberga świadczy chociażby to, że istnienie pojęć swoistych dla praktyki chemicznej i nie w pełni redukowalnych do poziomu języka fizyki uznaje on jedynie za problem terminologiczny. Uczony skłania się do opinii Wolfganga Pauliego, zgodnie z którą wszystkie dziedziny chemii na poziomie fundamentalnym sprowadzają się do fizyki kwantowej.

Do zagadnienia cech, jakie powinny przysługiwać kandydatce do miana teorii ostatecznej, podobnie podchodzi polski filozof i kosmolog Michał Heller, który pierwszy z wymienionych walorów nazywa, za Einsteinem, *zupełnością*, drugi zaś *samozwartością*⁴⁷. Każda „dobra” teoria fizyki powinna, zdaniem Hellera, spełniać jednocześnie oba te wymagania. Pojęcie zupełności (*self-complete*) wiąże się w jego argumentacji z możliwością zastosowania analizowanego schematu teoretycznego do wszystkich (bez wyjątku) zjawisk z obszaru, do opisu którego została sformułowana dana teoria. Samozwartość (*self-contained*) oznacza natomiast, że koncepcja taka sama powinna określać własne warunki początkowe. Cel taki ma przyświecać m.in. współczesnym pracom unifikacyjnym⁴⁸. Opinia polskiego filozofa jest więc zgodna w wielu punktach z poglądami Stevena Weinberga.

Podsumowując, można stwierdzić, iż pod rozumianym po Weinbergowsku pojęciem teorii ostatecznej kryje się koncepcja, której przysługują następujące cechy:

a) zamkniętość – polegająca na tym, że jakiegokolwiek próby jej przeformułowania musiałyby prowadzić do sprzeczności logicznych, a w rezultacie do rozpadu całego systemu teoretycznego,

b) elementarność – miałyby ona bowiem stanowić ostateczny schemat nomologiczny (jak zobaczymy dalej również ontologiczny), odnoszący się do struktury i funkcjonowania poziomu podstawowego,

c) piękno – teoria ostateczna powinna spełniać określone kryteria estetyczne⁴⁹,

d) kompletność (zupełność) – musi ona zawierać wyjaśnienia i charakterystyki wszystkich obiektów oraz zjawisk należących do danej klasy⁵⁰.

⁴⁷ Taka charakterystyka pierwotnie odnosi się do teorii kosmologicznych. M. Heller, *Stworzenie świata według współczesnej kosmologii*, w: idem, *Czy fizyka...*, s. 163.

⁴⁸ Szerzej: ibidem, s. 164.

⁴⁹ Kryteria te zostaną opisane w rozdziale II.

⁵⁰ Zarzut niekompletności jest stawiany m.in. standardowemu modelowi budowy materii. Zob. B. Greene, *Piękno wszechświata*, tłum. E. L. Łokaz, B. Bieniok, Warszawa 2001, s. 141; M. Kaku, *Hiperprzestrzeń. Wszechświaty równoległe, pętle czasowe i dziesiąty wymiar*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, Warszawa 1995, s. 169; J. Królikowski, *Akceleratorzy i kosmos w fizyce*

Teoria taka miałaby być ponadto wzorcem dla całego współczesnego przyrodoznawstwa – taki wniosek należy sformułować po uwzględnieniu charakterystycznej dla Weinberga silnej postawy redukcjonistycznej. Wymogi wobec postulowanej teorii ostatecznej w zbliżony sposób określali także inni uczeni: Einstein, Planck, Heisenberg, Witten, Wheeler, Barrow, Heller, choć oczywiście nie wszyscy stosowali w swoich analizach taką samą siatkę pojęciową i nie zawsze akceptowali równie kategorycznie wszystkie wymienione walory teorii finalnej oraz samo przekonanie o możliwości jej sformułowania⁵¹.

Koncepcje, które spełniałyby powyższe warunki, należy podzielić na dwie zasadnicze kategorie: tzw. teorie ostateczne cząstkowe i teorie wszystkiego. Wyszczególnione walory nie zawsze są jednak brane pod uwagę przez uczonych, którzy skłonni są przypisywać konkretnym propozycjom teoretycznym walor ostateczności.

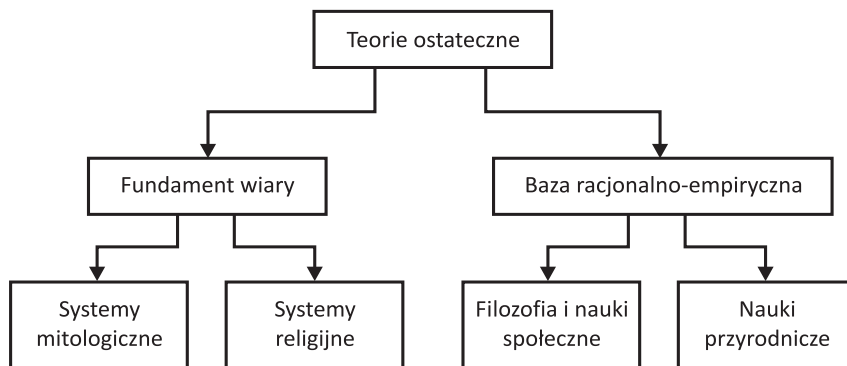
3. Podział teorii ostatecznych ze względu na rodzaj bazy poznawczej

Próby konstruowania rozstrzygnięć finalnych są podejmowane na różnych poziomach poznawczych. Mogą być one przy tym odmienne zarówno pod względem formalnym, jak i pojęciowym. Mimo oczywistych różnic, za ich wspólny mianownik należy uznać cel, jakim jest ostateczne zrozumienie, wyjaśnienie i uporządkowanie opisywanych zjawisk i analizowanych mechanizmów. Teorie tego typu można wstępnie podzielić na kilka kategorii, przyjmując za *principium divisionis* rodzaj bazy poznawczej lub – mówiąc po Baconowsku – władzy rozumu, na której mogą wyrastać określone modele jednolitego opisu całości analizowanych zjawisk⁵². Do pierwszej grupy zaliczymy wszystkie te koncepcje, które swego fundamentu i uzasadnienia będą poszukiwać w sferze szeroko rozumianej wiary. Drugą kategorię należy natomiast osadzić na gruncie racjonalno-empirycznym. Pierwszy z wymienionych członów rozdzielimy następnie na częściowo zazębiające się sfery mitologii i religii. Na obszarze drugim, którego fundament stanowi racjonalność, wyróżnimy systemy wchodzące w skład tradycji filozoficznej oraz te przypisywane do obszaru nauk przyrodniczych.

cząstek elementarnych, <http://www.fuw.edu.pl/~ajduk/zjazd/krol.htm> (3.02.2009), R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przystawa, Warszawa 2006, s. 623.

⁵¹ Najwięcej kontrowersji budzi skorelowana z radykalnym redukcjonizmem Weinberga teza o wzorcowości teorii ostatecznej. Zob. H.-D. Mutschler, *Wprowadzenie...*, s. 25.

⁵² Nawiązanie do kategorii Baconowskich nie odnosi się bezpośrednio do wyszczególnionych przezeń władz intelektualnych człowieka: dziedziny pamięci, dziedziny wyobraźni i dziedziny rozumu. Sformułowanie to funkcjonuje w niniejszym tekście jedynie jako pewna obrazowa metafora.



Rys. 1. Podział teorii ostatecznych ze względu na typ bazy poznawczej

Źródło: opracowanie własne.

Oczywiście trzeba pamiętać, że poszczególne pojęcia i terminy, funkcjonujące niezależnie na gruncie wyróżnionych płaszczyzn, posiadać mogą odmienne znaczenia i konotacje (mimo często wspólnego pochodzenia)⁵³. Wniosek ten jest zgodny z poglądami takich XX-wiecznych filozofów nauki, jak Ludwik Fleck, Thomas Kuhn czy Paul Feyerabend, i choć był on wielokrotnie przedmiotem dyskusji oraz licznych sporów, stanowi ważny element współczesnej myśli metodologicznej. Co więcej, wskazanie na to, że w wielu naukach szczegółowych mogą pojawiać się silnie oddziałujące na nie same elementy o charakterze filozoficznym (np. określone przekonania metafizyczne czy akceptowane podejścia metodologiczne), samo w sobie nie powinno być kontrargumentem dla zaproponowanego uprzednio podziału. Wskazane czynniki nie stanowią bowiem integralnych składowych konkretnych teorii naukowych – są one związane przede wszystkim z orientacjami światopoglądowymi poszczególnych uczonych. Podobne elementy mogą pełnić funkcje ważnych katalizatorów projektów badawczych (np. przekonania filozoficzne Einsteina i jego zaangażowanie w prace nad unifikacją oddziaływań elektromagnetycznych oraz grawitacyjnych), jednak są one zawsze przejawem określonej pozanaukowej (pozaempirycznej) orientacji samego badacza. Celem dokonanego wyżej podziału byłoby więc jedynie pewne uogólnienie o charakterze praktycznym, ważne z punktu widzenia prezentowanej w tekście argumentacji, przyjmujące za wspólny mianownik odniesienia chronologiczne i świadomie odseparowujące od siebie poszczególne dziedziny wiedzy ludzkiej⁵⁴. Wymienione obszary

⁵³ Np. różne pojmowanie takich pojęć, jak: siła, energia, ciepło czy ruch w społecznościach fizyków i biologów.

⁵⁴ Np. z perspektywy Leszka Kołakowskiego powyższy schemat można by uznać za nie do końca adekwatny. W jego propozycji mit pojmowany jest bardzo szeroko – jako źródło wartości

teorii ostatecznych częściowo pokrywają się ze sobą, a wyodrębnione człony podziału mają pewne elementy wspólne⁵⁵. Zaproponowana dywersyfikacja będzie odnosić się dalej do obu typów teorii ostatecznych: teorii wszystkiego oraz teorii cząstkowych.

4. Podział teorii ostatecznych ze względu na zakres

Pragnienie ostatecznego i pełnego zrozumienia praw rządzących otaczającą nas rzeczywistością jest obecnie realizowane przede wszystkim na gruncie nauk przyrodniczych. Należy jednak zauważyć, że koncepcje tego typu były rozwijane na długo przed wydzieleniem się nauk szczegółowych z obszaru filozofii. Analiza zagadnienia teorii finalnych prowadzi do wniosku, że obok przeprowadzonej wyżej dywersyfikacji ogół koncepcji tego typu można rozbić na dwie dalsze kategorie, za kryterium podziału przyjmując zakres badanego systemu teoretycznego. Teorie ostateczne dzielą się więc w takim ujęciu na:

- teorie wszystkiego – koncepcje najbardziej ambitne i ogarniające swym zasięgiem, przynajmniej w sferze deklaratywnej, wszystkie analizowane przez poszczególne dziedziny wiedzy zakresy zjawisk,
- teorie cząstkowe – poszukujące ostatecznych wyjaśnień wybranych i ograniczonych zakresowo fragmentów wiedzy.

W literaturze można znaleźć także inne dywersyfikacje różniące się między sobą m.in. liczbą kategorii pochodnych. Na przykład Witold Nawrocki dokonuje w jednym ze swoich artykułów bardziej szczegółowego podziału teorii wszystkiego na dwie dalsze grupy:

- całkowite unifikacje praw przyrody,
- wszechogarniające i totalne teorie wszystkiego (uwzględniające również zjawiska społeczne i mentalne – M. Sz.)⁵⁶.

Taki podział byłby w pełni uzasadniony, gdyby zwolennicy tezy o możliwości skonstruowania teorii wszystkiego już na wstępie zakładali niezależność sfery fenomenów społecznych czy świadomościowych od sfery zjawisk naturalnych (tj. fizycznych, chemicznych, biologicznych). I nie chodzi tu jedynie o różnicowanie metodologiczne, które przy aktualnym stanie wiedzy trudno byłoby kwestionować, ale raczej o odrębność o charakterze ontologicznym. Jednakże analiza wypowiedzi badaczy zajmujących się omawianą problematyką wskazuje

kulturowych, a do jego zakresu mogą przynależeć także liczne poglądy o charakterze metafizycznym. Zob. D. Angutek, *Magiczne źródło filozofii greckiej*, Bydgoszcz 2003, ss. 52-53.

⁵⁵ Powyższy schemat jest jedynie aproksymacją. Nawet niesąsiadujące ze sobą bezpośrednio obszary (np. mitologia i filozofia) mogą mieć wiele elementów wspólnych, chociażby natury terminologicznej.

⁵⁶ Zob. W. Nawrocki, *Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość teorii wszystkiego*, w: A. Wójciewicz (red.), *Uniwersalność w nauce i poza nauką*, Warszawa 1998, s. 11.

na to, że uczeni uznający taki kierunek badań za celowy nie czynią zazwyczaj większego rozróżnienia pomiędzy dwoma wymienionymi zakresami zjawisk, co pozwala sprowadzić wydzielone człony do jednej wspólnej kategorii – kategorii teorii wszystkiego. Większość z nich uznaje bowiem zjawiska mentalne za redukowalne do poziomu fizykalnego, pochodne biochemicznej aktywności mózgu (np. Penrose, Einstein)⁵⁷. Przeciwnicy podobnej wizji fenomenów świadomościowych, którzy opowiadaliby się jednak za sensownością rozstrzygnięć finalnych, powinni być zaliczani do grupy zwolenników takich koncepcji ostatecznych, które należałyby do teorii cząstkowych. W opisywanych przypadkach mielibyśmy bowiem do czynienia nie tyle z ostateczną teorią wszystkiego, co z finalną teorią danej klasy zjawisk. Dlatego też właściwe wydaje się wprowadzenie prostszego, dwuczłonowego podziału teorii ostatecznych.

Jak się jednak okazuje, sami naukowcy wykazują dość powszechną tendencję do określania mianem teorii wszystkiego również i tych koncepcji, które koncentrują się na ściśle określonych sferach rzeczywistości przyrodniczej, np. próbach unifikacji oddziaływań podstawowych. Stosowanie podobnych kategoryzacji stanowi przykład terminologicznego nadużycia. Taka opinia jest zgodna z poglądami Michała Hellera, który tendencję do uznawania większości podobnych koncepcji za teorie wszystkiego postrzega jako całkowicie nieuzasadnioną⁵⁸. W prezentowanym podziale rolę *principium divisionis* pełniło odniesienie zakresowe poszczególnych kandydatek do miana teorii finalnej, co pozwoliło na wyodrębnienie ze zbioru podstawowego dwóch podzbiorów pochodnych. W dalszej części książki postaram się zaproponować odpowiednie definicje obu wyszczególnionych grup teorii i na tej podstawie zostanie przeprowadzony przegląd wybranych koncepcji teoretycznych wraz z ich odpowiednią kategoryzacją wykorzystującą podane podziały.

5. Teorie ostateczne cząstkowe

Teorie ostateczne to koncepcje, które spełniają wymogi zupełności, zamkniętości, elementarności oraz charakteryzują się odpowiednimi kryteriami estetycznymi. Takie konstrukcje można podzielić na dwie podstawowe kategorie.

⁵⁷ Kwestią dyskusyjną pozostaje natomiast problem praktycznej możliwości zredukowania teoretycznego opisu zjawisk mentalnych do poziomu fizykalnego.

⁵⁸ Michał Heller wskazuje w tym kontekście na trzy ważne zagadnienia współczesnej kosmologii: a) problem unifikacji oddziaływań fizycznych, b) unifikację *fizyki grawitacji* i *fizyki kwantów* oraz c) próbę skonstruowania kosmologii kwantowej, „która by spójnie zrekonstruowała strukturę Wszechświata poniżej progu Plancka i, w miarę możliwości, wyjaśniła genezę Wszechświata”. Jednak nawet tak ambitna i uniwersalna koncepcja nie zasługiwałaby, jego zdaniem, na miano teorii wszystkiego, czyli status, jaki często nadają jej sami uczeni. M. Heller, *Granice kosmosu i kosmologii*, Warszawa 2005, ss. 221-222.

Jedną z nich stanowią teorie ostateczne cząstkowe. U podstaw wszelkich prób teoretycznego ujęcia rzeczywistości – zarówno przyrodniczej, jak i społecznej – leży wiara w istnienie obiektywnych wzorców i prawidłowości lub – jak ujmuje to Stephen W. Hawking – przekonanie, że Wszechświatem rządzi zestaw racjonalnych praw, które jesteśmy w stanie poznać, zrozumieć i opisać – często za pomocą odpowiednich formalizacji⁵⁹. W opinii wielu przyrodników i filozofów, realną perspektywą wydaje się nawet ujęcie ogółu zaobserwowanych prawidłowości w ramach spójnych systemów nomologicznych. Bardzo często, zwłaszcza w literaturze naukowej i popularnonaukowej, takie teorie są określane mianem teorii wszystkiego (TOE)⁶⁰. Jak się jednak okazuje, termin ten rzadko odnosi się do propozycji teoretycznych, które rościłyby sobie prawo do miana kompletnego, ostatecznego opisu wszystkich dostępnych poznaniu fenomenów. Na przykład we współczesnej fizyce pojęcie teorii wszystkiego odnoszone jest zazwyczaj jedynie do prób opisanie w ramach jednolitego systemu teoretycznego całości znanych obecnie sił przyrody. W podobny sposób termin ten definiują australijski popularyzator nauki Mark McCutcheon⁶¹ oraz brytyjski fizyk Donald H. Perkins⁶².

W naukach szczegółowych i dojrzałych dyscyplinach humanistycznych propozycje mające na celu opisanie i wyjaśnienie całości badanych zjawisk formułowane są niezwykle rzadko. Na problem ten zwracał uwagę m.in. Michał Heller. Podobnie John D. Barrow uznaje cele, które stawiają przed sobą współcześni badacze, za zdecydowanie bardziej skromne⁶³. Zatem stosowanie określenia *teoria wszystkiego* w odniesieniu do koncepcji o ograniczonym zakresie przedmiotowym stanowi przykład terminologicznego nadużycia. Podobne poglądy wyrażają również inni współcześni uczeni, m.in. Steven Weinberg, Sheldon Glashow, Stephen W. Hawking czy Lee Smolin.

Biorąc pod uwagę przytaczane opinie, uzasadnionym wydaje się odróżnienie rzeczywistych teorii wszystkiego od teorii ostatecznych cząstkowych. Sensowność takiego zabiegu formalnego podkreśla dodatkowo fakt, iż to właśnie ten drugi, niemal niewyróżniany typ rozstrzygnięć finalnych, jest dla współczesnej nauki zdecydowanie bardziej reprezentatywny.

Kategorię teorii ostatecznych cząstkowych będą tworzyć koncepcje, które poszukują podstawowych praw rządzących wybranymi, zazwyczaj ściśle określonymi, fragmentami rzeczywistości. Ten zbiór konstrukcji teoretycznych ogranicza się w większości przypadków do uogólnień wewnątrz jednej dzie-

⁵⁹ Zob. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1996, s. 2.

⁶⁰ TOE – od ang. *Theory of Everything*.

⁶¹ M. McCutcheon, *The Final Theory...*, ss. 3-5.

⁶² D. H. Perkins, *Introduction to High Energy Physics*, Cambridge 2000, s. 300.

⁶³ J. D. Barrow, *Kres możliwości. Granice poznania i poznanie granic*, tłum. H. Turczyn-Zalewska, Warszawa 2005, ss. 84-85.

dziny badawczej lub do jednego wyszczególnionego zakresu zjawisk. Można do niego zaliczyć teorie mające stanowić końcowy, zupełny opis wybranego odcinka badań (np. fizycznego, biologicznego lub społeczno-politycznego) lub próbę opisu i wyjaśnienia konkretnego problemu, zjawiska bądź zbioru prawidłowości (np. schematu dziedziczenia cech, modelu budowy materii). Do omawianej kategorii będą także należeć, charakterystyczne głównie dla nauk fizycznych, koncepcje unifikacyjne. Przykłady takiego rozumienia terminu *teoria ostateczna* stanowią m.in.:

- komórkowa teoria budowy materii ożywionej Schwanna i Schleidena,
- syntetyczna teoria ewolucji,
- koncepcje unifikacyjne w fizyce teoretycznej, m.in.: teoria Kaluzy-Kleina, teoria superstrun, M-teoria,
- koncepcja końca historii Fukuyamy,
- socjobiologia.

Wymienione podejścia odzęgają się jednak od prób jednolitego opisu całej rzeczywistości, ograniczając się do wybranych klas zjawisk i obiektów. Niejednokrotnie są one formułowane na styku niezależnych (uważanych za odrębne) dyscyplin klasycznych (np. socjobiologia). W innych przypadkach mogą być modelami homogenicznymi (w znaczeniu dyscyplinarnym), funkcjonującymi na bazie określonej dziedziny wiedzy, np. biologii (teoria Schwanna i Schleidena czy syntetyczna teoria ewolucji). Wiele programów badawczych, które mogą być zaliczone do omawianej grupy, jest realizowanych poprzez unifikację poszczególnych koncepcji teoretycznych (np. na gruncie współczesnej fizyki teoretycznej).

Podobne propozycje mają prowadzić do skonstruowania jednolitej teorii opisującej określoną klasę zjawisk. Większość uczonych traktuje rozwiązanie tego typu, oczywiście potencjalnie, jako teorie o jednolitej zunifikowanej strukturze, które dałoby się sprowadzić do pojedynczego prawa lub zasady. Takie poglądy reprezentował m.in. jeden z ojców idei unifikacji Herman Weyl⁶⁴. Podejście to nie wyczerpuje złożoności całego problemu, należy bowiem hipotetycznie rozważyć istnienie innej interesującej alternatywy. Prawdopodobnie nigdy nie będziemy w stanie sformułować jednej, w pełni zunifikowanej teorii ostatecznej, a jedynie ciąg pojedynczych koncepcji, korespondujących ze sobą i umożliwiających wspólnie opis określonych zjawisk. Takie rozwiązanie dopuszcza w swoich rozważaniach m.in. Stephen W. Hawking⁶⁵.

Jak się okazuje, to właśnie teorie cząstkowe, a nie teorie wszystkiego (w znaczeniu, które zostanie podane w pkt 6) stanowią rzeczywisty cel badawczy większości uczonych, których prace identyfikowane są z prezentowanym

⁶⁴ H. F. M. Goenner, *On the History of Unified Field Theories*, <http://www.emis.de/journals/LRG/Articles/lrr-2004-2/download/lrr-2004-2Color.pdf>, s. 35 (13.11.2009).

⁶⁵ S. W. Hawking, *Krótką historia...*, s. 2.

podejściem. W podobnym duchu są realizowane m.in. współczesne badania nad koncepcjami strunowymi wraz z ich najnowocześniejszymi rozwinięciami oraz innymi modelami teoretycznymi nawiązującymi do tego nurtu.

Podobne propozycje mogłyby być, przynajmniej potencjalnie, teoriami ostatecznymi, nie aspirowałyby jednak do miana teorii wszystkiego. Rozróżnienie to staje się istotne, gdy uzmysłowimy sobie, że oprócz omawianych tu teorii o ograniczonym zakresie stosowalności istnieją także programy badawcze mające na celu skonstruowanie teorii dającej możliwość opisanie i wytłumaczenia wszystkich dostępnych badaczom zjawisk – wielkiej, wszechogarniającej teorii ostatecznej. Uczeń bardzo często używają jednak określenia *teoria wszystkiego* w stosunku do propozycji, które sensowniej byłoby zaliczyć do klasy teorii cząstkowych⁶⁶.

6. Teorie wszystkiego (TOE)

*Największą mądrość posiada nauka,
nauka obejmująca całość,
nauka wyjaśniająca przyrodę
oraz miejsce, które zajmuje w niej człowiek*

Lew Tołstoj

Drugą wyróżnioną kategorię teorii ostatecznych tworzą koncepcje określane w literaturze mianem teorii wszystkiego. Pojęcie *teorii wszystkiego* nie pociąga za sobą w sposób konieczny przekonania o finalności danego rozstrzygnięcia. Jesteśmy bowiem w stanie wyobrazić sobie taką propozycję, którą można by uznać za teorię wszystkiego (z uwagi na jej zakres – obszar *wszystkiego, co zostało poznane*), niebędącą jednak teorią *stricte* finalną (np. gdy nasze podejście do teorii naukowych ma charakter instrumentalistyczny lub konwencjonalistyczny). Poniższe rozważania są poświęcone jednak metapoziomowej analizie programów rozwijanych przez samych uczonych, więc to właśnie ich opinie będą stanowić główny punkt odniesienia dla prezentowanej argumentacji. W przeanalizowanych wypowiedziach pojęcie *teorii wszystkiego* jest natomiast powszechnie kojarzone z warunkiem finalności. Zgodnie z ideą przewodnią całej książki sensowniej byłoby więc uznać teorie wszystkiego za jeden z typów teorii ostatecznych, oczywiście z uwzględnieniem powyższych uwag.

Choć termin *teoria wszystkiego* wydaje się być zdecydowanie bardziej rozpowszechniony niż *teoria finalna*, to jego znaczenia nie można w większości przypadków rozumieć dosłownie. Współcześni naukowcy rzadko stawiają przed konstruowanymi rozwiązaniami teoretycznymi aż tak daleko idące cele. W na-

⁶⁶ Np. tendencja do określania mianem teorii wszystkiego systemów teoretycznych mających na celu ujednoczenie fizycznego opisu cząstek elementarnych.

szej spuściznie intelektualnej nietrudno jednak odnaleźć przykłady poszukiwań wszechogarniających systemów nomologicznych lub światopoglądowych, które śmiało moglibyśmy zaliczyć do grupy teorii wszystkiego. Co ciekawe, takie koncepcje są rozważane także współcześnie i to nie tylko w optymistycznych deklaracjach niektórych przyrodników, ale i w propozycjach wielu przedstawicieli dyscyplin humanistycznych (np. w XX wieku wśród filozofów związanych z Kołem Wiedeńskim oraz w kręgach filozofii marksistowskiej). Warto więc przyjrzeć się bliżej znaczeniu, jakie zwyczajowo jest nadawane pojęciu teorii wszystkiego. Brytyjski matematyk John G. Taylor tak charakteryzuje wymagania stawiane przed kandydatkami do miana TOE oraz postulaty dotyczące jej zakresu i dziedziny:

Teoria wszystkiego miałyby, zgodnie z głoszonymi opiniami, zawierać w sobie odpowiedzi na wszystkie możliwe pytania, jakie ktokolwiek mógłby zadać na temat wszechświata⁶⁷.

Teorie wszystkiego miałyby być zatem koncepcjami najbardziej ambitnymi i wszechogarniającymi, rozstrzygnięciami, które przynajmniej w sferze deklaratywnej mogą dostarczać pełnego i ostatecznego opisu całego spektrum analizowanych zjawisk, badanych przedmiotów i występujących w świecie relacji.

Różne dziedziny wiedzy (także w obrębie samego przyrodoznawstwa) rozmaicie interpretują sens terminu *teoria wszystkiego*, nadając mu nie tylko odmienne znaczenie semantyczne, ale i – co szczególnie istotne – różnie wyznaczając zakres i ambicje kandydatek do miana TOE. Nie dziwi więc to, że mówiąc o teorii wszystkiego, biolog, fizyk, matematyk czy filozof mogą mieć na myśli różne cele badawcze. Metodologiczny „nieład” pogłębia dodatkowo to, iż nawet wśród specjalistów tej samej gałęzi wiedzy brak jest często zgodności co do rzeczywistego znaczenia analizowanego terminu, który – mówiąc słowami Michała Hellera – stosowany jest zwykle „znacznie na wyrost”⁶⁸. Opisywana sytuacja doprowadziła w rezultacie do wymieszania pojęć oraz pojawienia się tendencji do zamiennego stosowania takich terminów, jak: teoria ostateczna, teoria wszystkiego czy teoria jednolita, choć jak widzimy, wymienione określenia odnosić się powinny do różnych typów koncepcji teoretycznych. Owa terminologiczna nieostrożność może prowadzić do pojawienia się w wypowiedziach badaczy poważnych niekonsekwencji. Koncepcje dosyć swobodnie określane w literaturze mianem potencjalnych teorii wszystkiego w wyniku analizy okazują się być zazwyczaj jedynie kandydatkami do miana teorii ostatecznych cząstkowych⁶⁹.

⁶⁷ J. G. Taylor, *Kiedy zaczął się...*, s. 12.

⁶⁸ M. Heller, *Granice kosmosu...*, s. 222.

⁶⁹ Ciekawą, także w kontekście rozważanych tu problemów, klasyfikację teorii naukowych zaproponował Roger Penrose. Według niego ogół teorii empirycznych podzielić możemy na

Trudno byłoby wyobrazić sobie zadanie działalności naukowej bardziej ambitne od tego, jakim jest próba skonstruowania teorii wszystkiego. Twórcy, którym przyświecają podobne cele, realizują swoje zamierzenia na dwa różne sposoby. Po pierwsze, koncepcje takie mogą być tworzone w odpowiedzi na konkretne zapotrzebowania samych badaczy, już na poziomie wstępnych deklaracji stanowiąc próby sformułowania rzeczywistej TOE. Po drugie, są one konstruowane w sposób niebezpośredni i nie do końca zamierzony. Stanowią wtedy pewną pochodną redukcjonizmu, i to zarówno w jego wymiarze metodologicznym, jak i ontologicznym. Mając na uwadze obie opcje, opisywaną klasę teorii należy analizować na dwóch poziomach.

6.1. TOE poziomu pierwszego (homogeniczne)

W takim rozumieniu teoria wszystkiego miałaby być w rzeczywistości odpowiedzią na pytanie o ostateczny mechanizm rządzący otaczającą nas rzeczywistością⁷⁰. Podobna koncepcja musiałaby być konstrukcją zamkniętą (uniemożliwiającą jej późniejsze znaczące modyfikacje), ostatecznie wyjaśniającą całość analizowanych zjawisk (nie tylko fizycznych) oraz opisującą każdy z elementów naszego jestestwa. Takie (szerokie) rozumienie pojęcia teorii wszystkiego jest charakterystyczne przede wszystkim dla systemów religijnych i mitologicznych, a ponadto dla wszelkiej maści naukowej szarlatanerii⁷¹. Nie są odeń również wolni wybitni uczeni (głównie fizycy), doszukujący się w ewentualnej fizykalnej teorii wszystkiego schematu pozwalającego opisać całe spektrum zjawisk fizycznych (mikro- i makroskalowych) oraz wyjaśnić takie zagadki naukowe, jak chociażby natura świadomości (Penrose)⁷². Podobne podejście odnajdujemy często w opiniach badaczy wykazujących tendencję do mieszania wątków naukowych z deklaracjami o charakterze religijnym, szukających we współczesnej nauce alternatywnej drogi do Boga. W analizowanym nurcie należy ponadto umieścić mechanikę Newtonowską wraz z wyrosłym na jej fundamencie determinizmem fizycznym oraz wielkie systemy filozoficzne, począwszy od jońskiej filozofii przyrody, poprzez systemy Platona, Arystotelesa, Kartezjusza, Leibniza, na heglizmie i materializmie dialektycznym kończąc.

trzy zasadnicze kategorie: teorie doskonałe, użyteczne i próbne. Szerzej: R. Penrose, *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 2000, ss. 176-180.

⁷⁰ Ciekawą analizę poszukiwań teorii wszystkiego można znaleźć w: J. Kowalski-Glikman, *Mit teorii wszystkiego*, Tygodnik „Polityka” – Niezbędnik Inteligenta, nr 16(2601) z 21 IV 2007 r., ss. 9-13.

⁷¹ Zob. S. Kornowski, *Jednolita teoria wszystkiego. Wirowanie w zamkniętej spirali*, Szczecin 1996.

⁷² Zob. J. Horgan, *Koniec nauki*, ss. 11, 13, 220-221.

Do grupy zwolenników tezy o możliwości skonstruowania teorii wszystkiego zaliczymy też, za Johnem Horganem, uczonych zajmujących się badaniami własności układów złożonych, które prowadzone są w ośrodku uniwersyteckim w Santa Fe. W tym miejscu warto wspomnieć o dwóch naukowcach prowadzących swoje prace w ramach wyżej wymienionej instytucji: specjalizującym się w konstruowaniu komputerowych modeli zachowań społecznych Joshule M. Epsteinie oraz Johnie Hollandzie, opracowującym opartą na technikach matematycznych jednolitą teorię układów adaptacyjnych. Badania Hollanda prowadzić mają do sformułowania koncepcji, która umożliwiłaby odkrycie mechanizmów rządzących zachowaniami układów złożonych oraz zastosowanie wyników tych badań do rozwiązywania konkretnych zagadnień. Wizja, jaką Holland zarysował w jednej ze swoich prac, pozwala zaliczyć go do grupy poszukiwaczy teorii wszystkiego – teorii, która na dodatek mogłaby stanowić remedium na problemy, z jakimi boryka się współczesna cywilizacja. Twierdzi on bowiem:

Wiele naszych najbardziej kłopotliwych długofalowych problemów – brak równowagi zatrudnienia, równowaga ekologiczna, AIDS, wady genetyczne, zdrowie psychiczne, wirusy komputerowe – dotyczy pewnych systemów o nadzwyczajnej złożoności. Systemy, w których występują podobne problemy – gospodarka, środowisko, układ odpornościowy i nerwowy, rozwijające się zarodki i sieci komputerowe – robią wrażenie równie różnorodnych, jak same problemy. Niemniej systemy te mają tak wiele wspólnych cech, że w Instytucie w Santa Fe grupujemy je w jedną klasę, nazywając złożonymi schematami adaptacyjnymi (ang. *complex adaptive systems – cas*). [...] Wyraża to przekonanie, że istnieją ogólne zasady kierujące działaniem wszystkich cas, zasady wskazujące drogi rozwiązania towarzyszących im problemów⁷³.

John Horgan podsumowuje powyższe, optymistyczne wizje amerykańskiego uczonego następującymi słowami:

Ambicja zawarta w tym oświadczeniu zapiera dech w piersiach. Chaokompleksolodzy często wyśmiewają fizyków cząstek elementarnych za ich dumę, za przekonanie, że mogą sięgnąć po teorię wszystkiego. Lecz w istocie fizycy cząstek są dość skromni [...]. Tylko nieliczni są tak odważni, iż głoszą, że ich jednolita teoria przyniesie zarówno prawdę (to znaczy wgląd w przyrodę), jak i szczęście (rozwiązanie naszych światowych kłopotów), jak twierdzą Holland i inni⁷⁴.

Teorie poziomu pierwszego – według zaproponowanej terminologii – byłyby więc świadomymi i planowymi próbami jednolitego opisu całej rzeczywistości. Niektórzy uczeni uważają nawet, że mogłyby mieć one ważne dla ludzkości konsekwencje praktyczne – przykład Hollanda wydaje się szczególnie reprezen-

⁷³ Ibidem, ss. 243-244.

⁷⁴ Ibidem, s. 244.

tatywny. Podobne koncepcje miałyby, jak można sądzić, charakter jednorodny, stanowiąc integralną całość, nawet jeżeli droga do ich realizacji byłaby związana z metodologicznym schematem unifikacji.

Uczni realizujący swoje zamierzenia badawcze według opisywanego schematu podejmują próby identyfikacji podstawowych czynników, zasad czy praw elementarnych⁷⁵, by następnie konstruować na ich bazie odpowiednie modele teoretyczne. Prezentowane wyżej podejście dotyczy rozstrzygnięć zaliczanych zarówno do sfery mitologicznej, religijnej i filozoficznej (początki snu o teorii ostatecznej), jak i do obszaru nauki.

6.2. TOE poziomu drugiego (heterogeniczne)

Istnieje możliwość wskazania innej, pośredniej drogi, mogącej prowadzić do skonstruowania zunifikowanego, uniwersalnego zakresowo systemu teoretycznego, dającego nadzieję na sformułowanie jednolitego opisu całości badanych zjawisk. Schemat taki jest typowy przede wszystkim dla obszaru nauk szczegółowych oraz niektórych dojrzałych dyscyplin humanistycznych i społecznych. Droga do jego realizacji wiąże się z popularnym głównie w przyrodznawstwie redukcjonizmem metodologicznym.

Teorie należące do tego poziomu noszą nazwę redukcji międzypoziomowych⁷⁶, charakterystycznych dla koncepcji należących do autonomicznych dziedzin wiedzy, często odrębnych nauk podstawowych, wykorzystujących odmienny aparat teoretyczny, a nierzadko i formalny. Takie propozycje nie mają zbyt wielu terminów wspólnych, różniąc się także zwykle pod względem metodologicznym. Stanowią one przejaw charakterystycznej dla współczesnego przyrodznawstwa tendencji do sprowadzania zjawisk z poziomu wyższego do bardziej elementarnej. Podobne redukcje pozwalają na opisywanie fenomenów poziomu redukowanego za pomocą słownika i aparatury formalnej dziedziny bardziej podstawowej. Rzecznikiem tego rodzaju redukcji, kwestionującym jednak możliwość skonstruowania teorii ostatecznej, był twórca hipotetyzmu Karl R. Popper⁷⁷.

Takie poglądy (w skrajnej wersji) prowadzą do wniosku, iż pełna realizacja opisywanego programu badawczego mogłaby przyczynić się do unifikacji wszystkich dziedzin wiedzy, aż do powstania jednej uniwersalnej wszechdyscypliny⁷⁸.

Teza o jedności nauki była reprezentowana w przeszłości m.in. przez filozofów związanych z Kołem Wiedeńskim. Jak wiadomo, neopozytywiści wzywali do zjednoczenia całej wiedzy naukowej, i to zarówno na gruncie językowym

⁷⁵ I to zarówno w odniesieniu do zjawisk elementarnych, jak i w stosunku do uniwersalnych praw rządzących zachowaniami kompleksów złożonych.

⁷⁶ Termin ten zapożyczono z artykułu M. Kociuby pt. *Mathesis universalis – naukowy mit jedności*, „Lubelskie Odczyty Filozoficzne” 6/1998.

⁷⁷ Mam tu na myśli Popperowską tezę o redukcji chemii do fizyki.

⁷⁸ M. Tempczyk, *Ontologia świata przyrody*, Kraków 2005, s. 284.

(idea uniwersalnego języka nauk), jak i nomologicznym (jedność i redukowalność teorii naukowych).

Współcześni redukcjoniści nie muszą jednak kierować się w swojej praktyce badawczej pragnieniem skonstruowania teorii ostatecznej czy teorii wszystkiego. Takie ambitne cele przyświecają jedynie nielicznym spośród nich. Wyróżnienie analizowanego poziomu miało służyć jedynie ukazaniu pewnej, nie zawsze uświadamianej, drogi mogącej prowadzić do sformułowania teorii wszystkiego. Perspektywiczne spojrzenie na redukcjonistyczną metodologię współczesnego przyrodoznawstwa – metodologię, która przybiera niejednokrotnie postać postawy światopoglądowej (jak to ma miejsce np. w przypadku S. Weinberga), pokazuje, że już u podstaw naszego scjentyistycznego sposobu postrzegania świata może kryć się schemat prowadzący do ujednoczenia teoretycznego opisu rzeczywistości. Klimat metodologicznego redukcjonizmu i powiązanego z nim unifikacjonizmu doskonale ilustrują słowa Johna Taylora, odnoszące się w tym konkretnym przypadku do obszaru fizyki cząstek elementarnych:

Złożoność natury, widoczną wokół nas, można by zredukować najpierw do zestawu sił działających w jakiś skomplikowany sposób między plastrami materii. Następnie siły te sprowadzono by do jednorodnej siły działającej pomiędzy jakimiś szczególnymi formami materii (reprezentowanymi przez kwarki i inne cząstki tego rodzaju). W końcu ta szczególna materia zostałaby sama zunifikowana z jednorodną siłą poprzez supersymetrię, a cały materialny wszechświat, zarówno materia jak i promieniowanie, tworzyłyby jedną zunifikowaną wielkość fizyczną. Nie istniałaby żadna potrzeba tworzenia jakiejś głębszej podstawowej teorii materii⁷⁹.

Jak wiadomo, wielu uczonych skłonnych jest głosić poglądy zdecydowanie bardziej radykalne, manifestując swoją wiarę w możliwość zredukowania wszystkich aktualnych opisów zjawisk do jednego poziomu teoretycznego. Inni (np. Holland) starają się odnaleźć uniwersalne i jednolite prawa rządzące zachowaniami wszystkich układów złożonych. W podobnych deklaracjach nie odnajdziemy co prawda tendencji do odkrywania ontologicznych podstaw rzeczywistości, ale mimo to, ze względu na zakres swojego odniesienia przedmiotowego i problemowego, mogą one być uznane za programy badawcze, prowadzące do skonstruowania teorii wszystkiego. Poszukiwanie uniwersalnych rozstrzygnięć opiera się niejednokrotnie na wierze w taki charakter nauki, który Barrow określił następująco:

Naukę postrzegamy jako poszukiwanie algorytmicznych kompresji świata doświadczenia i poszukiwanie jednolitej, wszechobejmującej Teorii Wszystkiego, co jest zapewne ostatecznym wyrazem głębokiej wiary niektórych uczonych, że zasadnicza struktura całego Wszechświata może zostać algorytmicznie ścięsniona⁸⁰.

⁷⁹ J. G. Taylor, *Kiedy zaczął się...*, s. 12.

⁸⁰ J. D. Barrow, *Teorie wszystkiego...*, ss. 259-260.

Wracając na koniec do problemu orientacji redukcjonistycznych, należy zauważyć, iż koncepcje tego typu borykają się z wieloma problemami o charakterze metodologicznym. Opisywany wyżej typ redukcjonizmu zakłada m.in., że poziom redukujący obejmuje zamknięty system praw i teorii oraz że znane są procedury formalne pozwalające na dokonywanie odpowiednich redukcji międzypoziomowych. Konsekwencje takiego podejścia rozważane będą szczegółowo w ostatnim rozdziale niniejszej książki.

ROZDZIAŁ II

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I KRYTERIA TEORII OSTATECZNYCH

*Gdyby Natura nie była piękna, nie warto byłoby jej poznawać,
a gdyby Natury nie warto było poznawać,
życie nie byłoby warte, aby je przeżyć.*

Henri Poincaré

1. Teorie ostateczne – czynniki motywacyjne

Od zarania dziejów człowiek dążył do poznania świata i zrozumienia mechanizmów kierujących jego funkcjonowaniem. Marzenie o skonstruowaniu teorii ostatecznej oraz wiara w możliwość zdobycia wiedzy prawdziwej i absolutnie pewnej stanowią jeden z głównych katalizatorów wszelkiej działalności naukowej. Zastanawiając się nad źródłami tego odwiecznego pragnienia, zauważamy, że analizowana tendencja może posiadać swoje umocowanie kognitywne, będąc całkowicie naturalnym elementem charakterystycznego dla człowieka sposobu postrzegania rzeczywistości. Wydaje się bowiem, że stanowi ona pochodną dziedzictwa ewolucyjnego naszego gatunku. W świetle podobnych argumentów trudno zgodzić się z opinią autorów, którzy początków rozumianego po Weinbergu *snu o teorii ostatecznej* doszukują się dopiero w czasach nowożytnych. Warto więc postawić pytanie o przyczyny takiego stanu rzeczy i źródła tendencji do ujednociania opisów naukowych oraz konstruowania wyjaśnień finalnych. Poszukiwanie elementarnych wzorców i metod pozwalających na racjonalizowanie opisów zjawisk naturalnych było jednym ze sposobów na „oswojenie”, często groźnej i nieprzewidywalnej, przyrody. Czynnikiem ten, jak pisze w jednym ze swoich artykułów Ronald Hoffmann, przyczynił się także w znacznym stopniu do powstania tej części kultury, którą zwiemy techniką¹.

¹ Zob. R. Hoffmann, *Naturalne/nienaturalne*, w: D. Sobczyńska, E. Zielonacka-Lis, J. Szymański (red.), *Teoria – Technika – Eksperyment*, Poznań 1995, s. 24.

Naturalną reakcją na kontakt człowieka z otaczającą go naturą był stan, który Stanisław Ignacy Witkiewicz nazwał *metafizycznym niepokojem*. Ów stan mógł przybierać różne formy, np. lęku przed ogromem i nieprzewidywalnością sił przyrody. Do najskuteczniejszych metod walki z lękiem należy, jak twierdzą psychologowie, racjonalizowanie jego przyczyn. Próby wyjaśniania zjawisk naturalnych, takich jak zaćmienia Słońca, cykle księżycowe czy wyładowania atmosferyczne, pozwalały człowiekowi na eliminowanie obaw przed nieracjonalnymi i nieprzewidywalnymi siłami natury. Rozwój systemów mitologicznych, religijnych, filozoficznych i naukowych, a także podejmowane na ich podstawie próby rozumowego tłumaczenia zachowań natury stanowiły remedium na budzącą lęk niepewność – pozwalały na, rozumiane po hoffmannowsku, oswojenie natury. U podstaw tych poszukiwań leżała wiara w istnienie elementarnego porządku przyrody – porządku, który w przeszłości był przede wszystkim identyfikowany z aktywnością bogów, a który współczesna nauka stara się przedstawiać za pomocą odpowiednich praw i teorii. Wszystko to jest bezpośrednio związane ze sposobem, w jaki ludzki mózg porządkuje informacje dostarczane przez zmysły. Umysł człowieka posiada, jak wiadomo, naturalną tendencję do upraszczania i redukcjonowania analizowanych zjawisk. Dlatego jest on skłonny do wyszukiwania w gąszczu informacyjnym elementów kazualnych i wzorców pozwalających na efektywniejsze przetwarzanie napływających danych. Pochodną tego jest tendencja do unifikacji, pozwalająca, dzięki poszukiwaniu ujednoczonego, pogłębionego obrazu zjawisk, pełniej rozumieć badane fenomeny. Wypracowując proste wzorce i systematyzując posiadaną wiedzę, można opisać ogromną liczbę, często z pozoru niezależnych od siebie, zjawisk poprzez zastosowanie odpowiedniego zestawu zasad i reguł.

Aparat poznawczy człowieka selekcjonuje odbierane informacje, a jego czułość jest w znacznym stopniu ograniczona². W toku ewolucji nasze zmysły zostały dostosowane do odbierania takich rodzajów danych, które zwiększałyby zdolności adaptacyjne organizmu (np. poprzez umożliwienie rozpoznawania zagrożeń, ewentualnych partnerów czy identyfikację źródeł pokarmu). Nie jesteśmy więc zdolni do pobierania i przetwarzania kompletnego zestawu informacji opisujących otaczającą nas rzeczywistość. Umysł ludzki musi być wyposażony w specyficzne filtry poznawcze, redukujące ogromne ilości pozornie niezależnych od siebie danych do pojedynczych wzorców i zasad ogólnych. Schemat ten jest wspólny zarówno dla wyjaśnień powstających na bazie mitologii czy religii, jak i dla rozstrzygnięć z obszaru nauk przyrodniczych. Mimo że propozycje takie różnią się od siebie pod względem struktury, typu uzasadnienia czy stopnia ogólności, to jednak ich istotny element stanowi właśnie analizowana tendencja do identyfikacji zasad rządzących zachowaniami wybranych fragmentów rzeczywistości.

² Chodzi tu m.in. o wąski zakres fal widma elektromagnetycznego rejestrowanego przez ludzki wzrok czy ograniczony zakres częstotliwości dźwięków słyszalnych przez człowieka.

Tendencja do racjonalizowania opisów świata jest więc elementem naszego ewolucyjnego dziedzictwa. Podobne pragnienie posiadania wiedzy ostatecznej, a więc w pewnym sensie zupełnej, a także wrodzone człowiekowi – jak twierdzi John Barrow – „zamiłowanie do symetrii”³ skłaniają go do poszukiwania rozstrzygnięć finalnych.

2. Rola i znaczenie symetrii

*Postęp nauki polega między innymi na tym,
że odkrywa ona głębokie,
niedostrzegalne w zwykłym poznaniu
powiązanie i jedność zjawisk [...].*

Michał Tempczyk

Filozofowie starożytnej Grecji przypisywali symetrii wielkie znaczenie i traktowali ją jako najważniejszy i najbardziej uniwersalny spośród kanonów piękna. Symetria to także jedno z najistotniejszych pojęć wykorzystywanych we współczesnych naukach przyrodniczych, w których – jak podkreśla Brian Greene – inaczej niż w sferze artystycznej, może ono pełnić dodatkowo funkcje praktyczne⁴. Zdaniem amerykańskiego fizyka, symetrie podkreślają porządek i spójność przyrody, systematyzując jej teoretyczny opis oraz ujednolicając ontologiczny i nomologiczny schemat natury. W opinii Johna Barrowa, ich poszukiwanie wiąże się ponadto z tendencją do poszukiwania wiedzy zupełnej, czyli takiej, której mógłby przysługiwać walor ostateczności.

Rozwój wiedzy naukowej prowadzi w stronę integracji i unifikacji opisów przyrody. W trakcie tego procesu uczeni odnajdują coraz więcej cech wspólnych poszczególnych typów zjawisk, które wcześniej były często traktowane jako niezależne i jakościowo odrębne. Eksplorując bardziej elementarne poziomy rzeczywistości, badacze odkrywają głęboko ukryte zależności, pozwalające porządkować i ujednolicić z pozoru różnorodny obraz otaczającej człowieka przyrody.

Jak wiadomo, mechanika klasyczna była przez długi czas uważana za teorię uniwersalną, a przez wielu za teorię ostateczną. Niestety, w miarę rozwoju fizyki teoretycznej uczeni zaczęli dostrzegać, iż mechaniczne i dynamiczne podejście do analizowanych zjawisk nie jest w stanie poradzić sobie z całościowym opisem faktów empirycznych. Zaistniałe problemy zmusiły więc naukowców do zastosowania innych metod opisu zjawisk i badanych cech obiektów, m.in. w takich dyscyplinach przyrodznawstwa, jak fizyka czy chemia. Podejście klasyczne okazało się zawodne również w odniesieniu do zjawisk mikrofizycznych,

³ J. D. Barrow, *Kres możliwości? Granice poznania i poznanie granic*, tłum. H. Turczyn-Zalewska, Warszawa 2005, s. 19.

⁴ B. Greene, *Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwania teorii ostatecznej*, tłum. E. L. Łokaz, B. Bieniok, Warszawa 2001, s. 172.

w przypadku których niemożliwe są bezpośrednie obserwacje ruchu obiektów⁵. Remedium na kryzys klasycznych metod badawczych okazało się wykorzystanie odmiennych narzędzi matematycznych. Jak podkreśla Michał Tempczyk:

Fiasko opisu dynamicznego zmusiło fizyków do zastosowania innych metod opisu zjawisk, niezależnych od schematu trajektorii i sił. Jest to w pierwszym rzędzie opis za pomocą grup symetrii, które we współczesnej fizyce odgrywają rolę tak ważną, jak prawa dynamiczne [...]⁶.

Próba zdefiniowania pojęcia symetrii nie jest, z racji jego wielorakich odniesień, zadaniem prostym⁷. Symetria może być w pierwszym rzędzie cechą obiektów fizycznych, którą Herman Weyl charakteryzuje następująco:

Przedmiot jest symetryczny, jeżeli można go poddać pewnej operacji, po której będzie wyglądał dokładnie tak samo⁸.

Symetria wiąże się w tym przypadku z cechą podobieństwa. Na przykład symetryczną skłonną jesteśmy określić twarz, której lewa i prawa połowa są do siebie podobne – stanowią swoje, przynajmniej w przybliżeniu, lustrzane odbicia. W przypadku twarzy ludzkiej, jak zresztą większości części składowych organizmów zwierzęcych, jesteśmy zdolni do przeprowadzenia tylko jednej „symetrycznej” linii podziału – linii pionowej dzielącej dany obiekt na dwie względnie równe części. Pojęcie symetrii odgrywa również ważną rolę w procesie analizy figur geometrycznych, przy czym istnieje ścisły związek pomiędzy kształtem obiektu a jego grupą symetrii – im bardziej regularny kształt posiada figura, tym większa jest liczba jej symetrycznych przekształceń⁹. Symetrie wiążą się z wieloma ważnymi aspektami świata fizycznego, m.in. tymi, które posiadają swój fundament w jednorodności i izotropowości przestrzeni. Mają one, jak wykazała Emma Noether, związek z elementarnymi dla całego przyrodoznawstwa prawami zachowania, ukazując relacje wiążące powyższe zasady z własnościami czasu i przestrzeni¹⁰. Dzięki zastosowaniu takiego podejścia fizycy zdołali wykazać, że prawa zachowania, uważane wcześniej jedynie za ważne empiryczne uogólnienia obserwowanych prawidłowości¹¹, stanowią w rzeczywistości konsekwencje określonych, często bardzo abstrakcyjnych, typów symetrii¹². Jak pisał Richard Feynman:

⁵ Szerzej: M. Tempczyk, *Fizyka najnowsza*, Kraków 1998, ss. 7-8.

⁶ M. Tempczyk, *Ontologia świata przyrody*, Kraków 2005, s. 86.

⁷ B. C. van Frassen, *Laws and Symmetry*, New York 1991, s. 10.

⁸ Cyt. za: R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1.1, tłum. R. Gajewski i in., Warszawa 2003, s. 168.

⁹ M. Tempczyk, *Fizyka...*, s. 11.

¹⁰ Zob. J. Gribbin, *Encyklopedia fizyki kwantowej*, tłum. P. Lewiński, Warszawa 1998, s. 296.

¹¹ M. Tempczyk, *Ontologia świata...*, s. 96.

¹² Ibidem, s. 101.

[...] każdej zasadzie symetrii odpowiada zasada zachowania: istnieje ściśle określony związek między zasadami zachowania a symetriami praw fizyki. [...] Powiązania te są bardzo interesujące i piękne: jedne z najpiękniejszych i mające najdonioślejsze znaczenie w całej fizyce¹³.

Poglądom amerykańskiego noblisty wtóruje teoretyk strun Brian Greene, wskazując na głębokie znaczenie pojęcia symetrii:

Symetrie natury nie są zatem jedynie konsekwencjami praw natury. Ze współczesnej perspektywy symetrie są dla nas podstawą, z której wynikają prawa natury¹⁴.

W opinii uczonego symetria stanowi ponadto ważny czynnik o charakterze motywacyjnym. Powołuje się on w tym miejscu na historię powstania *teorii małej unifikacji* i pozanaukowe inspiracje, które kierowały pracami jej głównych twórców¹⁵.

Pojęcie symetrii odgrywa kluczową rolę w fizyce cząstek elementarnych, pozwalając lepiej rozumieć i porządkować podstawowe składniki materii. W tym jednak przypadku, obok klasycznych, uniwersalnych symetrii czasu i przestrzeni, fizycy zmuszeni byli wprowadzić symetrie przybliżone, opisujące regularności jedynie pewnych ściśle określonych procesów (np. prawo zachowania dziwności). Symetrie tego typu nie posiadają zazwyczaj interpretacji przestrzennej. Sytuacja taka ma miejsce m.in. w przypadku własności nukleonów zwanej izospinem¹⁶, która nie ma swojego makroskopowego odpowiednika. Pozwoliło to na wykazanie jeszcze głębszego – w stosunku do symetrii czasoprzestrzennych – poziomu zależności i prawidłowości, jakie pojawiają się w świecie fizyki cząstek elementarnych. Narzędzia symetrii i teoria grup wrosły w krajobraz współczesnej fizyki teoretycznej, pozwalając uporządkować i ujednoczyć jej obraz. Należy jednak zauważyć, że symetrie nie są zachowywane we wszystkich typach zjawisk i procesów opisywanych przez współczesną naukę. Analizując obraz fizyki, natrafiamy na przykłady jej spontanicznego łamania. Przypadki takie odgrywają ogromną rolę w wielu ważnych procesach fizycznych (m.in. naruszanie symetrii cząstka – antycząstka czy symetrii CP w oddziaływaniach słabych)¹⁷. Łamaniem symetrii tłumaczy się – w niektórych modelach – jedną z największych zagadek współczesnej fizyki teoretycznej – istnienie cząstek masywnych. Ma ona również znaczenie w procesach biochemicznych (np. skrętność aminokwasów)¹⁸. Rozpatrując pojęcie *symetrii* jako czynnika o cha-

¹³ R. Feynman, *Feynmana wykłady z fizyki. Sześć trudniejszych kawałków*, tłum. M. Grynberg, P. Amsterdamski, R. Gajewski, Z. Królikowski, S. Bażański, Warszawa 1999, ss. 61-62.

¹⁴ B. Greene, *Struktura kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości*, tłum. E. L. Łukasz, B. Bieniok, Warszawa 2005, s. 253.

¹⁵ Ibidem, ss. 293-295.

¹⁶ M. Tempczyk, *Fizyka...*, s. 67.

¹⁷ J. Orear, *Fizyka*, t. II, tłum. P. Kocman, E. Kaczmarek-Morawiec, E. Rondio, Warszawa 1998, ss. 231-233.

¹⁸ Jest to niezwykle interesujące zagadnienie, tłumaczone niekiedy różnicami energetycznymi występującymi pomiędzy cząsteczkami lewo- i prawoskrętnymi. Występowanie w cząsteczkach

rakterze motywacyjnym, warto skoncentrować uwagę na tych przypadkach, w których natura ukazuje badaczom swoje symetryczne oblicze oraz postawić pytanie o istnienie obiektywnych powodów mogących skłaniać uczonych do poszukiwania w przyrodzie prostych wzorców i unifikujących jej obraz elementarnych zasad. Prace nad skonstruowaniem ostatecznej teorii fizycznej utożsamiane są przez wielu badaczy z poszukiwaniem jednej grupy zdolnej do opisanania wszystkich znanych sił podstawowych.

Możemy podać cały szereg argumentów potwierdzających przekonanie, zgodnie z którym tendencja do preferowania przez człowieka obiektów symetrycznych posiada swoje biologiczne uzasadnienie, stanowiąc w rzeczywistości pochodną osadzonej w filogenezie naszego gatunku ewolucji aparatu poznawczego. W tym kontekście charakterystyczne dla fizyków zainteresowanie symetriami zjawisk można traktować jako naturalną konsekwencję typowego dla *homo sapiens* sposobu postrzegania świata. Nasze zdolności percepcyjne rozwijały się w innych warunkach niż obecnie. Kiedyś były elementem walki o byt, dziś zdolność do poszukiwania prawidłowości i symetrii realizuje się m.in. w naukach przyrodniczych i działalności artystycznej¹⁹. Zdaniem Barrowa umiejętność identyfikacji określonych schematów wykształciła w istotach ludzkich pewien rodzaj wrażliwości estetycznej, której niezbywalny element stanowi właśnie zamiłowanie do symetrii.

Zdolność do postrzegania symetrii osiowej (lewo – prawo) jest jednym z najprostszych sposobów rozróżniania, nieposiadających zazwyczaj tej cechy, elementów natury nieożywionej oraz organizmów żywych. Podobna umiejętność, umożliwiająca skuteczne rozpoznawanie potencjalnych partnerów, drapieżników i źródeł pokarmu, w sposób oczywisty zwiększała zdolności adaptacyjne organizmów, przyczyniając się do sukcesu ewolucyjnego osobników. Co ciekawe, opisywany mechanizm mógł ewoluować w stronę kanonu estetycznego. Badania prowadzone przez psychologów, etologów i biologów ewolucyjnych dowodzą, że nasze, jakby się mogło wydawać głęboko subiektywne, kryteria piękna są ściśle związane z pojęciami harmonii i proporcjonalności (wrażliwości na konkretne rozpoznawalne wzorce). Stanowią one podstawę tego, co brytyjski zoolog Matt Ridley nazywa symetrią urody. Człowiek, podob-

aminokwasów asymetrycznego węgla α sprawia, że mogą one tworzyć dwa enancjomery (konfiguracje D lub L w zależności od położenia grupy aminowej). Synteza laboratoryjna aminokwasów pozwala na uzyskanie mieszanin obu tych form. Okazuje się jednak, że w naturze – w organizmach żywych – spotykamy prawie wyłącznie L-aminokwasy (np. L-alanina). Jedynie niektóre antybiotyki wytwarzane przez grzyby (np. penicylina) zawierają pewną ilość D-aminokwasów, co prawdopodobnie odpowiedzialne jest za bakteriostatyczne właściwości tych leków. Por. G. Patrick, *Chemia organiczna*, tłum. Z. Zawadzki, Warszawa 2002, ss. 63-67, E. P. Solomon (i. in.), *Biologia*, tłum. A. Borowska, A. Gajewski, J. Gliwicz, Warszawa 2000, s. 62.

¹⁹ V. S. Ramachandran, W. Hirstein, *The Science of Art. A Neurological Theory of Aesthetic Experience*, „Journal of Consciousness Studies” vol. 6, 6-7/1999, ss. 15-51.

nie jak inne organizmy zwierzęce, faworyzuje w doborze płciowym partnerów, których budowa anatomiczna charakteryzuje się wysokim stopniem symetrii i proporcjonalności²⁰. Jak wykazali A. P. Møller i A. Pomianowski, ciała zwierząt są bardziej symetryczne, jeżeli osobniki dorastały w dobrych warunkach, czyli przy niskim poziomie stresu, odpowiednim dostępie do pożywienia i koniecznych dla prawidłowego funkcjonowania organizmu składników mineralnych²¹. Badania dowiodły, że symetria ciała ma ogromny wpływ na sukces reprodukcyjny zwierząt²². Reguła ta obowiązuje również w świecie ludzi, gdyż np. przy ocenie atrakcyjności twarzy ogromną rolę odgrywa właśnie czynnik symetrii.

Tendencja do poszukiwania wzorców i prawidłowości stanowi więc jeden z ważnych, ewolucyjnie usankcjonowanych elementów wrodzonych zdolności percepcyjnych. Odkrywanie porządku i nomologii w otaczającej nas rzeczywistości może być związane z wbudowanym w schemat myślenia człowieka upodobaniem do symetrii, która odgrywa tak istotną rolę we współczesnym przyrodoznawstwie. W tym kontekście opinie uczonych, którzy w doznaniach estetycznych dopatrywali się jednego z najważniejszych katalizatorów aktywności badawczej, wydają się zupełnie naturalne. Tak oto zdolność, która w przeszłości miała znaczenie typowo adaptacyjne, stała się jednym z czynników stymulujących aktywność naukową – elementem, którego występowanie jest związane z wiodącą w stronę coraz bardziej ogólnych teorii naukowych tendencją do unifikacji wiedzy.

3. Znaczenie kryteriów estetycznych

*Tak więc estetyka może być pomocna w życiu.
Nie należy zaniedbywać nauki o pięknie.*

Zbigniew Herbert

Naukowcy zaangażowani w badania teoretyczne zwracają często uwagę na rolę, jaką odgrywają w ich pracach czynniki estetyczne. W takim duchu wypowiadali się m.in. Albert Einstein, John Sullivan, Werner Heisenberg, Max Planck, a nawet słynący ze swojego negatywnego stosunku do filozofii Richard Feynman. Obecnie podobne poglądy głoszą m.in. uczeni zaangażowani w prace zmierzające do unifikacji fizyki teoretycznej, czyli syntezy tego, co za

²⁰ Należy zaznaczyć, że nie jest to jedyne kryterium oceny atrakcyjności. Ważnymi czynnikami są również m.in. proporcjonalność poszczególnych partii ciała oraz tzw. warunek przeciętności. Wysoki stopień symetrii ciała stanowi czynnik kojarzony zazwyczaj z tym, co kolokwialnie określić możemy mianem „dobrych genów”.

²¹ M. Ridley, *Czerwona królowa. Płeć a ewolucja natury ludzkiej*, tłum. J. J. Bujarski, A. Milos, Poznań 2001, s. 163.

²² A. P. Møller, *Female Preference for Symmetrical Male Sexual Ornaments*, „Nature” 357/1991, ss. 238-240.

Einsteinem określamy mianem „marmuru” teorii względności i „drewna” mechaniki kwantowej. Do grona współczesnych unitarystów należy zaliczyć takich wybitnych fizyków, jak: Steven Weinberg, Michio Kaku, Brian Greene, Roger Penrose czy uznawanego za guru fizyków unifikacjonistów Edwarda Wittena. Hasło przewodnie i swoisty manifest poglądów estetycznych głoszonych przez tę grupę uczonych mogą stanowić natomiast słowa francuskiego matematyka, fizyka i filozofa Henriego Poincaré: Uczony nie bada przyrody dlatego, że jest to użyteczne. Bada ją, ponieważ sprawia mu to przyjemność, a sprawia mu to przyjemność, ponieważ Natura jest piękna²³.

3.1. Piękno teorii

Pojęciu piękna trudno przypisać jednoznaczną i precyzyjną definicję. Zwyczajowo jest ono związane z takimi własnościami, jak proporcjonalność i harmonia²⁴. Do zestawu tego dodać możemy również inne ważne elementy, m.in. prostotę, symetrię, spójność oraz wiele dodatkowych kategorii.

Szczególną rangę walorom estetycznym towarzyszącym pracy naukowców przypisywał jeden z najwybitniejszych astrofizyków XX wieku, Subrahmanyan Chandrasekhar. Wskazywał jednak przy tym na ich subiektywny i wolicjonalny charakter, zwracając uwagę na niedookreśloność i niedefiniowalność podobnych własności²⁵. W zbliżonym kierunku poszedł w swoich analizach Werner Heisenberg, który w eseju pt. *Znaczenie piękna w przyrodznawstwie ścisłym* zdefiniował omawianą kategorię jako „właściwą zgodność części ze sobą wzajem i z całością”²⁶.

Zdaniem Michała Hellera, wysoko oceniającego wagę kryteriów estetycznych w procesie rozwoju nauki, pojęcie piękna – zastosowane do dziedziny współczesnej fizyki – może funkcjonować na dwóch różnych płaszczyznach, odgrywając istotną rolę zarówno w ramach kontekstu odkrycia, jak i uzasadniania²⁷. Zgodnie z sugestią Hellera, wielu uczonych skłonnych jest bowiem uznawać to kryterium za czynnik wpływający na proces uzasadniania teorii naukowych. Wzajemne relacje pomiędzy prawdziwością i pięknem teorii były analizowane przez licznych filozofów i naukowców²⁸. Poglądy akcentujące

²³ M. Kaku, *Hiperprzestrzeń. Wszechświaty równoległe, pętle czasowe i dziesiąty wymiar*, tłum. E. L. Łokaz, B. Bieniok, Warszawa 2006, s. 175.

²⁴ Szerzej: W. Derkse, *Beauty*, w: *Interdisciplinary Encyclopedia of Religion and Science*, <http://www.disf.org/en/Voci/34.asp> (13.08.2006).

²⁵ S. Chandrasekhar, *Uczony*, w: idem, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 1999, s. 35.

²⁶ W. Heisenberg, *Znaczenie piękna w przyrodznawstwie ścisłym*, w: idem, *Ponad granicami*, tłum. K. Wolicki, Warszawa 1987, s. 269.

²⁷ M. Heller, *Piękno jako kryterium prawdy*, w: M. Heller, *Czy fizyka jest nauką humanistyczną*, Tarnów 1998, s. 67.

²⁸ Zob. m.in. D. Miller, *Beauty, a Road to The Truth?*, w: R. Festa, A. Aliseda, J. Peijnenburg (red.), *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation*, Amsterdam – New York

ogromną wagę opisywanego związku, w szczególności radykalnej formie, sformułował na początku XX wieku słynny amerykański matematyk John W. N. Sullivan:

Ponieważ głównym celem badań naukowych jest wyrażenie harmonii istniejącej w naturze, widzimy od razu, że teorie naukowe muszą mieć wartość estetyczną. Miarą sukcesu teorii naukowej jest zatem jej wartość estetyczna, ponieważ określa ona, w jakim stopniu teoria wniosła harmonię w dziedzinie, w której przedtem panował chaos. To wartość estetyczna jest uzasadnieniem teorii naukowej, jak również metody naukowej²⁹.

Inny znany matematyk Godfrey Hardy uznawał natomiast piękno za czynnik istotny w kontekście uzasadnienia oraz warunek wyjściowy (*the first test*), jaki już na wstępie musi spełnić każda kandydatka do miana teorii naukowej³⁰.

Zdaniem niektórych uczonych, walory estetyczne odgrywają więc nie tylko rolę katalizatora poszukiwań naukowych, ale i swoistej „pieczęci prawdy”. Wzajemny stosunek piękna i prawdy znalazł się również w orbicie zainteresowań Wernera Heisenberga. Uważał on, że relacja ta powinna być rozpatrywana na dwóch płaszczyznach:

a) subiektywnej – na której piękno (utożsamiane bardzo często z prostotą) stanowi element pozwalający na uznanie danego rozstrzygnięcia za prawdziwe,

b) intersubiektywnej – gdzie występuje ono najczęściej jako czynnik aproksymujący prawdziwość – związany ze sprawdzalnością teorii naukowych³¹.

Wielu nowożytnych przyrodników, zrywając z tradycją scholastyczną, poszukiwało filozoficznego fundamentu dla głoszonych przez siebie poglądów w propozycjach Platona³². W systemie platońskim szczególną rolę odgrywało przeświadczenie o matematyczności przyrody. Matematyczność miała stanowić gwarancję poznawalności świata, wskazując jednocześnie na ład i harmonię, kryjące się pod powierzchnią chaotycznych i różnorodnych zjawisk naturalnych. Opisywana wizja przyrody wiązała się bezpośrednio z ideą piękna, ufundowaną na bazie takich czynników, jak symetria, harmonia czy proporcja. Estetyczny ideał filozofii platońskiej znalazł odzwierciedlenie w deklaracjach wielu współ-

2005, ss. 341-354; W. Stróżewski, *Kilka myśli o prawdzie*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003, ss. 185-189; P. Thagard, *Why is Beauty a Road to The Truth?*, w: R. Festa, A. Aliseda, J. Peijnenburg (red.), *Cognitive Structures in Scientific Inquiry*, vol. 2, Amsterdam – New York 2005, ss. 365-370.

²⁹ J. W. N. Sullivan, za: S. Chandrasekhar, *Prawda i piękno...*, s. 98.

³⁰ Za: M. Kaku, *Einstein's cosmos. How Albert Einstein's Vision Transformed Our Understanding of Space and Time*, New York – London 2005, s. 193.

³¹ W. Marciszewski, *Wrażliwość estetyczno-logiczna w badaniu naukowym*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki...*, ss. 214-215.

³² Istotną rolę w powyższych rozważaniach może odgrywać sformułowana w szkole pitagorejskiej *Wielka Teoria Piękna*. Szerzej: M. Heller, *Piękno jako kryterium prawdy*, w: idem, *Czy fizyka...*, ss. 71-76; idem, *Filozofia przyrody*, Kraków 2005, ss. 36-38.

czesnych przyrodników, filozofów oraz w opiniach licznych teoretyków sztuki, którzy chętnie nawiązują do zaproponowanych przez Platona kanonów³³.

Pojęcie *idei* jest uznawane za główną kategorię filozofii platońskiej. Giovanni Reale podaje sześć podstawowych cech idei platońskich (inteligibilność, niecielesność, bytowość, niezmienność, samoistność oraz jedność). Z uwagi na problematykę niniejszej publikacji warto zwrócić uwagę na ostatni z wymienionych walorów. Stanowił on czynnik unifikujący i porządkujący wszelkie doznania zmysłowe i gwarantujący prawdziwość poznania ludzkiego³⁴.

Opisane wyżej cechy – matematyczność, tendencja do unifikacji i poszukiwanie mechanizmów podstawowych – odgrywają ogromną rolę także we współczesnych badaniach naukowych. Istotne w kontekście prowadzonych tu rozważań jest również pojęcie *symetrii*, o którym tak pisze Brian Greene:

Obserwując takie symetrie, odczuwamy ogromną przyjemność, porównywalną z dostrzeżeniem symetrii w dziełach sztuki i muzyce. Symetrie natury podkreślają porządek i spójność jej działań. Elegancja złożonych i różnorodnych zjawisk, wyłaniająca się z prostego zbioru uniwersalnych praw, przynajmniej częściowo oddaje znaczenie słowa „piękno” pojawiającego się w ustach fizyków³⁵.

Ciekawą, acz pomijaną zazwyczaj w analizach metodologicznych kwestię stanowi powiązanie praktyki naukowo-badawczej z czysto subiektywnym odczuwaniem przyjemności. Jak wiadomo, badania prowadzone przez etologów i psychologów dowodzą, że to właśnie bodźce pozytywne (nagrody, poczucie satysfakcji), a nie negatywne (system kar i nagan) mają istotny wpływ na wzrost poziomu efektywności pracy. Wielu uczonych w swoich tekstach autobiograficznych i rozprawach filozoficznych przywołuje odczucia, jakie wiązały się z prowadzonymi przez nich badaniami. Problem ten, na przykładzie społeczności matematyków, analizowali m.in. Marian Grabowski³⁶ i Andrzej Pelczar³⁷. Zdaniem Grabowskiego, poczucie satysfakcji wynika bezpośrednio z aktu rozumienia konkretnego problemu, zjawiska, prawidłowości czy mechanizmu³⁸. W argumentacji Pelczara istotną rolę odgrywa dodatkowo intuicyjny związek piękna z prawdziwością struktur matematycznych³⁹. Uczucie podziwu, a więc i zadowolenia, wiąże się również, zdaniem Grabowskiego,

³³ Zob. L. Schäfer, *Przyroda*, w: E. Martens, H. Schnädelbach, *Filozofia – podstawowe pytania*, tłum. K. Krzemieniowa, Warszawa 1995, ss. 521-522.

³⁴ G. Reale, *Historia filozofii starożytnej*, t. II, tłum. E. I. Zieliński, Lublin 1996, s. 102.

³⁵ B. Greene, *Piękno Wszechświata...*, s. 173.

³⁶ M. Grabowski, *Przyczynek do analizy uczucia podziwu w poznaniu matematycznym*, w: E. Piotrowska, J. Wiśniewski, *Z filozofii przyrodoznawstwa i matematyki*, Poznań 2002, ss. 47-58.

³⁷ A. Pelczar, *Piękno w matematyce*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki...*, ss. 192-199.

³⁸ M. Grabowski, *Przyczynek do analizy...*, ss. 48-49.

³⁹ A. Pelczar, *Piękno w matematyce*, ss. 192-193.

z reakcjami, jakie wywołuje obcowanie z dziełami sztuki, choć w przypadku struktur matematycznych mamy do czynienia z innymi jakościowo czynnikami stymulującymi⁴⁰:

W dyskutowanym przypadku aktem poznania jest zrozumienie treści matematycznej, odpowiedzią zaś podziw. Wyzwała go nie jakość estetyczna, ale szczególna konfiguracja treści matematycznej⁴¹.

Odczucie satysfakcji jest silnie akcentowane w środowisku matematyków deklarujących się jako realiści, głównie realiści platońscy. Przyjęcie takiej orientacji filozoficznej może bowiem prowadzić do wniosku, że odkrywanie matematycznej formy zjawisk naturalnych jest tożsame z procesem odsłaniania ostatecznych i podstawowych cech ontologicznej konstrukcji świata materialnego oraz rządzących nim mechanizmów⁴². Za Galileuszem powiedzieć można, że w świetle tak rozumianego realizmu praca naukowca staje się odczytywaniem księgi natury – księgi, która jest napisana językiem matematyki. Nowożytne przyrodoznawstwo ugruntowało wiarę w istnieniu ponadczasowych i obiektywnych ram nomologicznych, które precyzyjnie określają funkcjonowanie świata przyrody. W tak rozumianej rzeczywistości każde zjawisko fizyczne podlega ścisłym i dającym się skonceptualizować prawom nauki. Jak zauważają George V. Coyne i Michał Heller:

W świecie fizycznym nie mogą istnieć sprzeczności i odstępstwa od matematycznych reguł – prawo do postępowania w sposób nieracjonalny przysługuje tylko ludziom⁴³.

Wielu uczonych skłonnych było nadawać kryteriom estetycznym kluczowe znaczenie w procesie oceny teorii naukowych. W niektórych przypadkach wiara badaczy w poprawność „pięknych” teorii wydawała się silniejsza od wagi ich empirycznej adekwatności. Z podobnymi tendencjami mamy do czynienia także

⁴⁰ Najnowsze badania z zakresu neurofizjologii i nauk kognitywnych prowadzą do wniosku, że preferencje estetyczne posiadają konkretne ugruntowanie ewolucyjne, a reakcjami w tym zakresie sterują określone zasady. Prawidłowości te mają charakter uniwersalny – mimo licznych wariacji stylów i szkół występujących we współczesnej sztuce można wyróżnić zestaw kanonów, które określają preferencje estetyczne człowieka. Jak zauważa V. S. Ramachandran, umiejętność kategoryzowania i ustalania, na podstawie abstrakcyjnych kryteriów wspólnego mianownika dla różnych z pozoru cech stanowi naturalną zdolność naszego umysłu. Ma to znaczenie nie tylko w aktywności artystycznej, ale także w pracy naukowców. Szerzej: V. S. Ramachandran, W. Hirstein, *The Science of Art...*, ss. 15-51.

⁴¹ M. Grabowski, *Przyczynek do analizy...*, s. 57.

⁴² Roger Penrose, który sam deklaruje się jako neoplatonik, określa odczucia tego typu mianem „cudu”. Zob. R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przystawa, Warszawa 2006, ss. 998-1002.

⁴³ G. V. Coyne, M. Heller, *Pojmowanie Wszechświata*, tłum. R. M. Sadowski, Warszawa 2007, s. 9.

obecnie – zwłaszcza w odniesieniu do koncepcji unifikacyjnych, realizowanych w ramach podejść poststrunowych. Historia nauki obfituje jednak w przykłady pięknych propozycji teoretycznych, które w konfrontacji z faktami i wynikami eksperymentów okazały się całkowicie błędne. Obok badaczy skłonnych nadawać kryteriom estetycznym wyróżnioną rangę (Michio Kaku), istnieją i tacy, dla których piękno teorii nie jest walorem wystarczającym dla uznania ich za rozwiązania prawdziwe.

Zastanawiając się nad naukowym znaczeniem walorów estetycznych, można dostrzec problemy, jakie wiążą się z ich stosowaniem w praktyce. Warto ponadto zwrócić uwagę nie tylko na subiektywny i wolicjonalny charakter, ale i na niejednoznaczność oraz niedefiniowalność wspomnianych cech. Wielu fizyków akceptuje pojęcie piękna jako ważne, acz wysoce niewystarczające kryterium oceny znaczenia i prawdziwości teorii. Uznanie piękna za czynnik motywacyjny nie idzie w parze z przyznaniem ocenom estetycznym szczególnej pozycji w procesie waloryzacji formułowanych rozstrzygnięć. Jak podkreśla Lee Smolin: „[...] teoria może być nadzwyczaj piękna, owocna, jeśli chodzi o rozwój nauki, i jednocześnie całkowicie błędna”⁴⁴. Wiele spośród pięknych i spójnych matematycznie teorii okazuje się bowiem w konsekwencji mało efektywnymi poznawczo. Przykładem takiej koncepcji jest rozwijana przez ponad dwie dekady Hamiltonowska teoria kwaternionów⁴⁵. Zdaniem Penrose’a i Smolina, podobny los może spotkać najpoważniejszą kandydatkę do miana nowego paradygmatu fizyki teoretycznej – M-teorię. Zarówno zwolennicy rozwiązań poststrunowych (Witten, Kaku, Greene, Vafa), jak i fizycy podchodzący do tej klasy koncepcji z mniejszym lub większym sceptycyzmem (Smolin, Glashow, Penrose) zgadzają się, że mimo trwającego ponad cztery dekady rozwoju fizyki strun te niezwykle zaawansowane matematycznie propozycje nie doczekały się dotąd swojej empirycznej weryfikacji. Według Penrose’a i Smolina świadczy to o słabości, a być może i błędności opisywanej ścieżki badawczej. Zwolennicy modeli wyrosłych na bazie teorii strun wskazują jednak na elegancję i matematyczne piękno rozwijanych przez siebie koncepcji. Jak podkreśla Smolin: „Tym, co budzi taki zachwyt wśród teoretyków strun, jest fakt, że teoria jest piękna, czyli elegancka”⁴⁶.

Niektórzy z nich, jak Michio Kaku, są nawet skłonni uznawać estetyczne walory lansowanych podejść teoretycznych za ich podstawowy atut. Amerykański fizyk uważa, że brak eksperymentalnego potwierdzenia nie powinien stanowić dowodu przeciwko tezie o prawdziwości i ostateczności M-teorii. Roger Penrose nie ocenia jednak estetycznych cech teorii naukowych tak

⁴⁴ L. Smolin, *Kłopoty z fizyką. Powstanie i rozkwit teorii strun, upadek nauki i co dalej*, tłum. J. Kowalski-Glikman, Warszawa 2008, s. 65

⁴⁵ R. Penrose, *Droga do rzeczywistości...*, s. 976

⁴⁶ L. Smolin, *Kłopoty z fizyką...*, s. 201.

jednoznacznie. W jego opinii platońskie relacje łączące piękno i prawdę mają charakter o wiele bardziej złożony. Choć jako zadeklarowany neoplatonik zgadza się z tezą o fundamentalnym znaczeniu kryteriów estetycznych dla rozwoju nauki, to jednak przyznaje, iż „[...] związki między prawdą a pięknem [...] będą nam zarówno pomagać, jak i utrudniać odkrycie i zaakceptowanie teorii fizycznych”⁴⁷.

3.2. Znaczenie prostoty

*Bytów nie mnożyć, fikcyj nie tworzyć,
tłumaczyć fakty jak najprościej.*

William Ockham

Prostota i elegancja to pojęcia często utożsamiane ze sobą, nierzadko występujące nawet jako określenia synonimiczne⁴⁸. Postulat prostoty formułowany wobec teorii i wyjaśnień naukowych należy do najważniejszych i najczęściej artykułowanych dyrektyw metodologicznych. Dążenie do prostoty jest ponadto jednym z czynników katalizujących badania naukowe, w tym takie, które mieszczą się w nurcie analizowanym w niniejszej pracy. Termin *prostota* można rozpatrywać na wielu różnych płaszczyznach.

Powszechnie uważa się, że spośród dwóch konkurencyjnych teorii, o ile ich moc eksplanacyjna i wyjaśniająca są sobie równe, powinniśmy wybrać tę, która proponuje rozwiązanie prostsze. Stanowisko to jest efektem dyrektywy znanej w filozofii nauki pod nazwą „brzytwy Ockhama”. Jednakże analizując historyczny rozwój nauki, zauważamy, że konstruowane na jej gruncie teorie wydają się coraz bardziej rozbudowane, skomplikowane i abstrakcyjne, a przez to coraz trudniej przyswajalne i, co za tym idzie – coraz mniej zrozumiałe dla przeciętnego odbiorcy. Taką tendencję można dostrzec na przykładzie wzrostu złożoności aparatury matematycznej następujących po sobie teorii fizycznych. Pozostaje więc postawić pytanie o to, gdzie powinniśmy doszukiwać się owej, tak często opisywanej przez naukowców i metodologów, prostoty?

Prostota to pojęcie wieloznaczne. Zazwyczaj mówimy więc m.in. o prostocie formalnej (logicznej), prostocie środków, struktury, prostocie pragmatycznej czy prostocie poznawczej⁴⁹. Stopień prostoty zależy też od takich czynników, jak ilość zmiennych (np. stałych fizycznych lub elementów wprowadzanych

⁴⁷ R. Penrose, *Droga do rzeczywistości...*, s. 21.

⁴⁸ W. Derkse, *Beauty*, w: *Interdisciplinary Encyclopedia...*

⁴⁹ Za. I. Szumilewicz-Lachman, *Prostota – postulat wyboru czy metoda badania naukowego*, w: J. Such, E. Pakszys, I. Czerwonogóra (red.), *Rozprawy i szkice z filozofii i metodologii nauk*, Warszawa – Poznań 1992, ss. 177-181.

do modeli „ręcznie” – niewynikających z samej teorii⁵⁰). Mając na uwadze te kryteria, zwolennicy teorii superstrun czy M-teorii są skłonni uznawać własne propozycje za prostsze od np. Standardowego Modelu Budowy Materii, argumentując, iż w ich koncepcjach wielość różnych jakościowo cząstek elementarnych występujących w podejściu standardowym jest redukowana do jednego typu obiektów (superstrun lub membran). Dzieje się to jednak kosztem wzrostu stopnia skomplikowania aparatu formalnego teorii.

Najbardziej powszechne, a jednocześnie najbardziej mylne kryterium prostoty w nauce stanowi prostota poznawcza. Własność ta jest zazwyczaj kojarzona ze stopniem zrozumiałości danej propozycji teoretycznej. W takim znaczeniu teoria może być uznana za prostą, jeżeli jej zrozumienie nie wymaga wielkiego wysiłku poznawczego. Jest to jednak podejście niezadowolające – jak bowiem określić właściwą obiektywną miarę tak pojmowanej prostoty? Oczywiście jest, że wraz z rozwojem poszczególnych dyscyplin badawczych konstruowane na ich gruncie teorie stają się coraz bardziej złożone, a przez to ich przyswojenie wymaga większego nakładu pracy oraz znajomości skomplikowanych aparatów formalnych. Prawdopodobnie tę warto prześledzić na przykładzie kształtowania się praw gazowych, stanowiących elementarne narzędzie teoretyczne każdego współczesnego chemika.

Prawa gazowe były tworzone w celu wyjaśnienia zaobserwowanych doświadczalnie cech fizycznych gazów. W ramach teorii kinetycznej sformułowano abstrakcyjne pojęcie gazu doskonałego, tzn. układu spełniającego następujące warunki:

- rozmiary cząsteczek gazu są zaniedbywane (cząstki mają charakter punktowy),
- cząsteczki nie oddziałują na siebie siłami przyciągania i odpychania,
- cząsteczki tworzące układ poruszają się po torach prostoliniowych, zderzając się ze sobą oraz ze ściankami naczynia (zderzenia cząstek są doskonale sprężyste),
- średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu jest proporcjonalna do temperatury układu wyrażonej w skali Kelvina⁵¹.

Przy opisie zachowań fizycznych gazów doskonałych brano pod uwagę takie ich własności: temperatura, ciśnienie, objętość oraz ilość substancji, z której składa się dany układ⁵². Na podstawie danych empirycznych, analizując wspomniane parametry, chemicy sformułowali trzy prawa gazowe, które następnie zostały połączone w równanie gazu doskonałego.

⁵⁰ Np. masy bozonów pośredniczących w teorii małej unifikacji.

⁵¹ Gazy rzeczywiste nie spełniają opisanych wyżej wymogów. Ich własności upodabniają się do parametrów gazu doskonałego w warunkach niskociśnieniowych i w wyższych temperaturach.

⁵² P. W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej*, tłum. K. Pigoń, Warszawa 1999, ss. 23-24.

1. Prawo Boyle'a-Mariotte'a⁵³ (prawo izotermy – zmiana ciśnienia w ustalonej temperaturze) o postaci:

$$pV = \text{const lub } V \sim 1/p \\ \text{dla } T = \text{const,}$$

gdzie:

V – objętość gazu,
p – ciśnienie układu,
T – temperatura.

Prawo to opisuje zależność pomiędzy objętością gazu a zmianą jego ciśnienia w stałej temperaturze (w danej temperaturze ciśnienie, jakie wywiera określona ilość gazu, jest odwrotnie proporcjonalne do jego objętości).

2. Prawo Charlesa, zwane także prawem Gay-Lussaca (opisujące przemianę izobaryczną), o postaci:

$$V/T = \text{const} \\ \text{pod stałym ciśnieniem}$$

gdzie:

V – objętość gazu,
T – temperatura.

Zgodnie z tą zasadą, podczas przemiany stosunek objętości gazu w warunkach stałego ciśnienia jest proporcjonalny do jego temperatury. Prawo to wskazuje również na istnienie temperatury zera bezwzględnego, a więc najniższej temperatury, do której teoretycznie można ochłodzić dany układ.

3. Zasada Avogadra, zgodnie z którą przy określonym ciśnieniu i w danej temperaturze równe objętości różnych gazów zawierają takie same ilości cząsteczek, ma postać:⁵⁴

$$V \sim n$$

gdzie:

V – objętość gazu,
n – liczba cząsteczek.

Opisane wyżej prawa zostały zunifikowane i ujęte jako równanie gazu doskonałego (równanie Clapeirona):

$$pV = nRT$$

⁵³ Prawo to sformułowali niezależnie od siebie R. Boyle (1660) oraz E. Mariotte (1676). W krajach anglosaskich występuje ono pod nazwą prawa Boyle'a. W. Bergandy, *Od alchemii do chemii kwantowej. Zarys historii rozwoju chemii*, Poznań 1997, s. 100.

⁵⁴ Liczba Avogada (liczba cząsteczek w jednym molu substancji) wynosi: $N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

gdzie:

- p – ciśnienie układu,
- V – objętość gazu,
- n – liczba moli,
- R – stała gazowa ($R = 8,3144 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$),
- T – temperatura.

Równanie Clapeirona można rozszerzyć na mieszaniny gazów doskonałych, wówczas układ będzie zachowywać się zgodnie z prawem Daltona⁵⁵.

Prawa te odnoszą się wyłącznie do opisu układów gazowych, spełniających wyszczególnione na wstępie warunki gazu doskonałego. Okazało się jednak, że przy analizie zachowań gazów rzeczywistych pomijane wcześniej cechy i własności fazy gazowej stają się niezwykle istotne, czyniąc równanie Clapeirona nieadekwatnym. Chemicy sformułowali więc równanie wirialne, które pozwoliło uwzględnić obserwowalne doświadczalnie różnice pomiędzy zachowaniem gazów rzeczywistych i doskonałych. W tej formule klasyczne równanie gazu doskonałego, traktowane jako pierwszy wyraz szeregu potęgowego, zostało uzupełnione o specyficzne dla danego gazu i nieposiadające prostego wytłumaczenia fizycznego człony zawierające potęgi objętości molowej V_m . Równanie to ma postać:

$$pV_m = RT [1 + B/V_m + C/V_m^2 + D/V_m^3 + \dots]$$

gdzie:

- p – ciśnienie układu,
- V – objętość gazu,
- n – liczba moli,
- R – stała gazowa,
- T – temperatura,
- B, C, D – współczynniki wirialne⁵⁶.

W przypadkach, gdy ciśnienie gazu spada, a co za tym idzie – rośnie jego objętość molowa, wyrazy wirialne (B/V_m , C/V_m^2 , D/V_m^3 ...) stają się zaniedbywalnie małe, a zachowanie fazy gazowej zaczyna stosować się do znanego nam już równania Clapeirona.

$$pV_m = RT \rightarrow 1$$

gdy $V_m \rightarrow \infty$, $p \rightarrow 0$

Formuła ta proponuje najbardziej wiarygodny obraz przemian, jakim podlegają gazy rzeczywiste. Nie tłumaczy to jednak fizycznego tła zachowań układu, pozostawiając ponadto bez wyjaśnienia mechanizm zjawiska kondensacji⁵⁷.

⁵⁵ Szerzej: P. W. Atkins, *Podstawy chemii...*, ss. 29-31; A. G. Whittaker, A. R. Mount, M. R. Heal, *Chemia fizyczna*, tłum. M. Galus, Warszawa 2003, ss. 2-4.

⁵⁶ A. G. Whittaker, A. R. Mount, M. R. Heal, *Chemia...*, s. 11.

⁵⁷ P. W. Atkins, *Podstawy chemii...*, s. 47.

Problem ten rozwiązuje natomiast tzw. równie van der Waalsa, uwzględniające wzajemne oddziaływania cząsteczek oraz ich objętości własne. Poprawka holenderskiego chemika polegała na uzupełnieniu równania Clapeirona o dwa nowe parametry empiryczne⁵⁸, a sama formuła przybrała postać:

$$(p + a/V^2m) (Vm - b) = RT$$

gdzie:

- a – stała określona dla danego gazu, odnosząca się do oddziaływań pomiędzy cząsteczkami gazu,
- b – stała charakterystyczna dla konkretnego typu gazu, uwzględniająca skończone rozmiary cząsteczek,
- p – ciśnienie układu,
- V – objętość gazu,
- R – stała gazowa,
- T – temperatura,

Równanie to pozwalało tłumaczyć odstępstwa od zachowań gazu doskonałego – czynnik (a) opisywał wzajemne przyciąganie cząstek, w wyniku którego rzeczywiste ciśnienie gazu było niższe niż w modelu Clapeirona; czynnik (b) uwzględniał z kolei skończone rozmiary cząsteczek tworzących fazę gazową.

Zgodnie z zaprezentowanym schematem, ewoluowała nasza wiedza o cechach fizycznych fazy gazowej. Kolejne teorie i formalizacje były jednak coraz bardziej skomplikowane i rozbudowane matematycznie – co utrudniało zarówno ich rozumienie, jak i posługiwanie się nimi. Badanie zjawisk na coraz bardziej elementarnym poziomie wzbogacało prawa gazowe o nowe parametry. W świetle przytoczonych przykładów trudno byłoby więc poszukiwać w schemacie ewolucji praw chemicznych tendencji do wzrostu stopnia prostoty w ujęciu I. Szumilewicz-Lachman (ilość zmiennych i prostota poznawcza). Własność, o której mowa, należy rozumieć w zupełnie innych kategoriach. Mówiąc o prostocie teorii, zazwyczaj mamy na myśli to, co Einstein określił mianem prostoty logicznej. W rozważaniach filozoficznych Einsteina czynnik ten odgrywa fundamentalną rolę. Ojciec teorii względności stawia go w centrum swoich poglądów metodologicznych, czyniąc poszukiwanie prostoty głównym celem wszelkiej działalności naukowej. Tendencja do poszukiwania schematów i prawidłowości w bogatym jakościowo świecie doznań zmysłowych stanowi naturalny przejaw zdolności adaptacyjnych człowieka⁵⁹. Jest ona obecnie realizowana poprzez formułowanie praw i teorii o wzrastającym stopniu prostoty logicznej, którą definiuje się jako wypadkową dwóch innych czynników:

⁵⁸ Szerzej: ibidem, ss. 47-50; H. Gould, J. Tobochnik, *Thermal and Statistical Physics*, e-book, <http://stp.clarku.edu/notes/chap2.pdf>, ss. 31-33 (25.04.2009).

⁵⁹ A. Einstein, *O podstawowych pojęciach fizyki i ich najnowszych zmianach*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001, s. 119.

zawartości informacyjnej teorii i liczby jej postulatów wyjściowych. Dana teoria naukowa jest tym prostsza logicznie, im wyższy jest stopień jej zawartości informacyjnej i im mniejsza liczba postulatów wyjściowych. Podobny mechanizm odnosi się bezpośrednio do samego procesu rozwoju wiedzy⁶⁰.

Dążenie do prostoty logicznej odbywa się zazwyczaj bardzo wysokim kosztem. Jej wzrost jest bowiem odwrotnie proporcjonalny do stopnia skomplikowania aparatury matematycznej teorii.

Poszukiwanie rozwiązań najprostszych pod względem logicznym to – zdaniem Einsteina – jeden z głównych motorów badań prowadzonych przez Izaaka Newtona⁶¹. Einstein wiązał ten czynnik z wymogiem zamkniętości systemu pojęciowego⁶². Do waloru tego ogromną wagę przykładał także Werner Heisenberg, dla którego, podobnie jak dla Platona, prostota miała być swoistą pieczęcią prawdy⁶³.

Na istotną rolę kryterium prostoty zwracali uwagę Jan Such⁶⁴ oraz ojciec teorii kwantów Max Planck. W opinii Plancka, prostota nie mogła być co prawda gwarantem prawdziwości teorii, ale stanowiła jej istotny wskaźnik. Niemiecki uczoney zdawał sobie jednak sprawę z kłopotów, jakie wiążą się ze stosowaniem w praktyce owego kryterium⁶⁵. Prostota logiczna w jego propozycji była dodatkowo skorelowana z warunkiem ogólności, którą Subrahmanyan Chandrasekhar uważał za jeden z trzech najważniejszych celów aktywności naukowo-badawczej⁶⁶. Wzajemne relacje pomiędzy prostotą logiczną i ogólnością teorii scharakteryzował w jednym ze swoich artykułów Max Planck:

[...] prawo przyrody brzmi tym prościej, im jest ogólniejsze, przy czym jednak pytanie o to, jakie sformułowanie należy uważać za prostsze, nie zawsze da się rozstrzygnąć bez wątpliwości i raz na zawsze [...]⁶⁷.

Prostota logiczna oraz tendencja do jej poszukiwania wiążą się zatem ściśle z określeniem celu działalności naukowej. Mają one swoje zastosowanie także w kontekście teorii finalnych. Problemem nadal pozostaje jednak niejednoznaczność pojęcia prostoty oraz brak kryteriów pozwalających na porównywanie poszczególnych propozycji naukowych z uwagi na tę cechę.

⁶⁰ A. Einstein, *Fizyka a rzeczywistość*, w: idem, *Pisma...*, s. 200.

⁶¹ Idem, *Mechanika Newtonowska i jej wpływ na kształtowanie fizyki teoretycznej*, w: idem, *Pisma...*, ss. 110-111.

⁶² Pojęcie systemu zamkniętego zostało zdefiniowane w rozdz. I.

⁶³ W. Heisenberg, *Ponad granicami*, tłum. K. Wolicki, Warszawa 1979, s. 96.

⁶⁴ J. Such, *Czy istnieje experimentum crucis?*, Warszawa 1975, ss. 142-143.

⁶⁵ Na problemy związane z wyznaczeniem obiektywnej miary prostoty teorii naukowych zwraca uwagę I. Szumilewicz-Lachman, *Prostota...*, ss. 177-185.

⁶⁶ S. Chandrasekhar, *Uczoney*, w: S. Chandrasekhar, *Prawda i piękno...*, ss. 24-28.

⁶⁷ M. Planck, *Powstanie i dotychczasowy rozwój teorii kwantów*, w: idem, *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2003, s. 176.

3.3. Konieczność

*Jeżeli fakty przeczą teorii,
tym gorzej dla faktów*

Georg W. F. Hegel

Pojęcia *konieczności* (*nieuchronności*) nie da się zdefiniować jednoznacznie i precyzyjnie. W celu scharakteryzowania tego ważnego czynnika warto posłużyć się strategią wykorzystywaną już we wcześniejszych partiach książki – zadanie określenia sensu wspomnianego terminu pozostawiając uczynom uznającym *konieczność* za jeden z ważnych walorów potencjalnej kandydatki do miana teorii ostatecznej.

W jednym ze swoich artykułów Władysław Stróżewski określa konieczność mianem *momentu wspólnego* dla prawdy i piękna. Jest ona nieodzownym elementem każdego prawdziwego twierdzenia naukowego: „Jeśli jest ono prawdziwe, to nie tylko jest tak jak ono głosi, ale tak musi być. Nie ma tu żadnego stopniowania ani żadnego wyjątku”⁶⁸.

Tak scharakteryzowaną konieczność – skorelowaną z przeświadczeniem o prawdziwości, a co za tym idzie – finalności danego rozstrzygnięcia – można więc porównać z intuicją towarzyszącą pracy artystycznej. W deklaracjach licznych kompozytorów, malarzy czy rzeźbiarzy dość często spotykamy opinie odnoszące się do idealnej formy konkretnego dzieła lub optymalnego doboru środków artystycznych (metod służących wyrażeniu określonych odczuć estetycznych). W podobnym duchu wypowiada się polski matematyk Andrzej Pelczar. Łączy on pojęcie konieczności z wymogiem prostoty, nawiązującym w jego argumentacji do obszaru struktur matematycznych. Konieczność jest więc dla niego, tak jak dla Stróżewskiego, cechą niestopniowalną. Sięgając po pojęcia z arsenału nauk matematycznych, Pelczar określa ją jako wysoce niestabilną (co należy odczytywać w kontekście problemu przebudowy struktur formalnych teorii naukowych). Podobnie jednak jak inni uczeni akcentujący znaczenie nieuchronności, nie podaje on żadnej obiektywnej miary omawianej cechy, pozostawiając możliwość jej identyfikacji intuicjom samych uczonych⁶⁹.

W ten nurt doskonale wpisują się poglądy jednego z najbardziej znanych fizyków i matematyków naszych czasów – Rogera Penrose’a. Twórca teorii twistorów stara się powiązać subiektywne przekonanie o nieuchronności i poprawności konkretnego rozstrzygnięcia z jego prawdziwością i własnościami estetycznymi (głównie prostotą). Penrose uznaje kryteria estetyczne nie tylko

⁶⁸ W. Stróżewski, *Kilka myśli o pięknie*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki...*, s. 188.

⁶⁹ A. Pelczar, *Piękno w matematyce*, w: ibidem, ss. 192-197.

za istotne w procesie oceniania samych teorii, ale przypisuje im dodatkowo funkcję ważnego stymulatora i czynnika wspomagającego wybór określonych strategii badawczych oraz metod postępowania naukowego. W książce pt. *Nowy umysł cesarza* pisze:

Wydaje mi się, że silne przekonanie o słuszności idei, która pojawia się w krótkiej chwili natchnienia [...], jest ściśle związane z jej cechami estetycznymi. Jest znacznie bardziej prawdopodobne, iż piękna idea okaże się prawdziwa, niż że przydarzy się to idei brzydkiej⁷⁰.

Penrose przypisuje także grupie czynników estetycznych rolę selektonera propozycji potencjalnie wartościowych poznawczo:

Selekcja idei ze względu na walory estetyczne, o której teraz myślę, nie pozwala brzydkim ideom osiągnąć dostatecznie trwałego poziomu świadomości⁷¹.

Michał Heller uzależnia natomiast nieuchronność teorii od ich strukturalnej prostoty. Nie ma on jednak na myśli tego, co sam określa jako *piękno mechaniczne*, ale raczej specyficznie pojmowaną estetykę struktur. Wątek ten spleta się w jego argumentacji z pojęciem symetrii jako niezbywalnej cechy struktury formalnej teorii fizycznych⁷².

Pojęcie *konieczności (nieuchronności)* stanowić więc może, zdaniem wielu uczonych, jeszcze jeden znak identyfikujący teorie przynajmniej potencjalnie prawdziwe. Podobnie jak w przypadku innych analizowanych kryteriów estetycznych, znaczenie nieuchronności ma charakter intuicyjny, a w próbach jego zdefiniowania trudno byłoby wyjść poza obszar wolicjonalnych i subiektywnych deklaracji samych uczonych. Biorąc jednak pod uwagę powszechną tendencję do powoływania się na estetyczne własności teorii naukowych, nie można pozwolić sobie na pominięcie tego ważnego elementu refleksji nad nauką. Pojęcia prostoty czy nieuchronności, analizowane dotychczas na gruncie nauk przyrodniczych i formalnych, mają swoje odniesienie także do sfery dyscyplin społecznych. W opiniach Hegla, Marksa i Fukuyamy odnajdujemy bowiem tę samą wiarę w konieczność głoszonych idei oraz silne przekonanie o absolutnej prawdziwości zaproponowanych – bazujących na prostych schematach i modelach – koncepcji społecznych.

⁷⁰ R. Penrose, *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 2000, s. 462.

⁷¹ Ibidem, s. 463.

⁷² M. Heller, *Piękno jako kryterium prawdy*, w: idem, *Czy fizyka...*, ss. 69-70.

4. Teoria ostateczna a stanowisko realizmu

*Realizm jest jedyną filozofią,
która nie sprawia, że sukces
nauki należy uznać za cud.*

Hilary Putnam

Spór pomiędzy zwolennikami realizmu i antyrealizmu o status poznawczy wiedzy naukowej jest jednym z najważniejszych i najszerzej analizowanych zagadnień współczesnej filozofii nauki. Dyskusja ta odnosi się do kontrowersji, jakie powstawały w przeszłości na linii realizm – instrumentalizm oraz realizm – idealizm⁷³. Obecnie jest ona prowadzona na wielu płaszczyznach filozoficznych, nawiązując m.in. do pytania o status ontologiczny obiektów postulowanych przez teorie naukowe oraz o ich wartość logiczną. Obie wymienione orientacje trudno byłoby jednak uznać za metodologiczne monolity. Zarówno coraz popularniejsze wśród filozofów nauki nastawienie antyrealistyczne, jak i bardziej reprezentatywna dla środowiska przyrodników orientacja realistyczna⁷⁴ oferują szeroki wachlarz różnych ujęć tych ważnych filozoficznie poglądów. Ich szczegółowa analiza nie wydaje się konieczna w świetle rozpatrywanych w niniejszej pracy zagadnień, dlatego też w dalszej jej części zostanie podana jedynie schematyczna – koncentrująca się na podstawowych założeniach – charakterystyka obu opisywanych stanowisk oraz ich związków z zagadnieniem teorii ostatecznych.

Stanowisko realizmu nie jest, jak wspomniano, filozoficznie jednorodne⁷⁵. Występujące w nim rozbieżności wynikają z odmiennego sposobu argumentowania na rzecz samej orientacji oraz – co warto podkreślić – z różnego odniesienia zakresowego podejść realistycznych. Skrajny realizm może prowadzić do wniosku, iż osiągalnym celem działalności naukowej powinno być budowanie teorii prawdziwych. Prawdziwość teorii pociągałaby za sobą istotne konsekwencje ontologiczne, np. możliwość uznania za realnie istniejące bytów przez nie postulowanych. Współcześnie dość powszechnie osłabia się jednak wspomniany warunek, uznając samo dążenie do prawdy za podstawowy cel nauki, przy jednoczesnym utrzymaniu ontologicznej składowej realizmu⁷⁶.

⁷³ P. Zeidler, *Spór o status poznawczy teorii*, Poznań 1993, s. 18.

⁷⁴ Pogląd taki lansuje A. Szczuciński, który pisze: „Czy fizycy i chemicy są przeświadczeni, że konstruują wiedzę, czy że ją odkrywają. Zaryzykuję twierdzenie, iż we współczesnej nauce dominuje samorefleksja badaczy, że wiedza naukowa jest raczej odkrywana niż wytwarzana”. A. Szczuciński, *Realizm kwantowy?*, Poznań 1999, s. 28.

⁷⁵ Woleński wymienia aż 23 rozumienia terminu *realizm*. Zob. J. Woleński, *Epistemologia*, Warszawa 2005, s. 464.

⁷⁶ Dążenie do prawdy wyraża się bądź to w kategoriach „prawdy aproksymacyjnej”, bądź „wzrastającego podobieństwa do prawdy”. Zob. P. Zeidler, *Homo experimentator a spór o realizm laboratoryjny*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań 2003, s. 108.

Według antyrealistów, teorie naukowe są natomiast jedynie użytecznymi, lecz pozbawionymi wartości logicznej narzędziami. Adekwatność empiryczna teorii nie pociąga więc za sobą w sposób konieczny wiary w realność postulowanych przez nią obiektów nieobserwowalnych⁷⁷.

Stanowisko realizmu posiada rozmaite odniesienia przedmiotowe i definiowane jest na wiele różnych sposobów. Mówimy więc zarówno o realizmie odnośnie do teorii, jak i przedmiotów postulowanych⁷⁸. Poglądy zaliczane do tej orientacji filozoficznej mają też wspólne elementy. Według Roberta P. Crease'a, realizm to pogląd, w myśl którego przedmioty świata fizycznego istnieją niezależnie od naszej percepcji. Wiąże się to z przekonaniem, że teorie naukowe mogą być uznawane za prawdziwe, jeżeli poprawnie korespondują z opisywanymi w nich aspektami rzeczywistości⁷⁹. Podobnie uważają Barbara S. Held i Małgorzata Czarnocka⁸⁰, w opinii których głównym wyróżnikiem wielu istniejących odmian realizmu jest przeświadczenie o możliwości poznania niezależnie istniejącej rzeczywistości (*independent reality*)⁸¹. Do najciekawszych charakterystyk stanowiska realistycznego należy bez wątpienia realizm konwergentny Larry'ego Laudana. Laudan definiuje je za pomocą następujących warunków:

- teorie naukowe (przynajmniej w dyscyplinach dojrzałych) są zazwyczaj aproksymacyjnie prawdziwe – nowsze teorie są bliższe prawdy niż sformułowane w tej samej dziedzinie teorie wcześniejsze;
- terminy obserwacyjne i teoretyczne występujące w teoriach naukowych odnoszą się do czegoś (tzn. istnieją w przyrodzie obiekty korespondujące z ontologiami postulowanymi przez te teorie);
- wcześniejsze teorie są granicznymi przypadkami propozycji późniejszych
- teorie nowsze zachowują relacje teoretyczne i odniesienia przedmiotowe swoich poprzedniczek;
- nowe teorie powinny móc wyjaśniać sukcesy swoich poprzedniczek;
- teorie naukowe winny być zwieńczone sukcesem⁸².

Mniej lub bardziej zbliżone definicje stanowiska realizmu odnajdujemy w pracach wielu innych filozofów nauki, m.in. Jarretta Leplina⁸³, Williama Newtona-Smitha⁸⁴ i Roma Harré'a⁸⁵. Należy również wspomnieć o niezwykle

⁷⁷ Szerzej: *ibidem*, ss. 107-108.

⁷⁸ D. Sobczyńska, *Nowy eksperymentalizm i jego miejsce w refleksji nad eksperymentem naukowym*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm, teoretycyzm, reprezentacja*, Poznań 1994, s. 74.

⁷⁹ R. P. Crease, *This is your philosophy*, „Physics World”, IV 2002.

⁸⁰ M. Czarnocka, *Czym jest realizm współczesnej filozofii nauki*, w: W. Krajewski (red.), *Nauka – Świat – Człowiek*, Gdańsk 2005, s. 119.

⁸¹ Zob. B. S. Held, *Constructivism in Psychotherapy: Truth and Consequences*, w: P. R. Gross, N. Levitt, M. W. Lewis, *The Flight from Science and Reason*, New York 1996, s. 199.

⁸² *Ibidem*, ss. 113-114; A. Szczuciński, *Realizm...*, ss. 21-22.

⁸³ M. Czarnocka, *Czym jest realizm...*, ss. 114-115.

⁸⁴ A. Szczuciński, *Realizm...*, s. 22.

⁸⁵ R. Harré, *The Philosophies of Science*, Oxford 1972, s. 91.

ważnych, w kontekście sporu realizm – antyrealizm, pracach filozofów zaliczanych do nurtu zwanego nowym eksperymentalizmem (Iana Hackinga, Petera Gallisona, Allana Franklina), których propozycje pozwoliły umieścić omawiane zagadnienie w nowej perspektywie filozoficznej⁸⁶. Jak się wydaje, wspólne dla większości definicji realizmu są: wiara w możliwość poznania niezależnej względem badacza rzeczywistości zewnętrznej oraz przekonanie o prawdziwości (izomorficznej w stanowiskach naiwnych lub aproksymacyjnej w orientacjach dojrzałych) teorii naukowych. Tego ostatniego poglądu nie zaaprobowałoby jednak zwolennicy nowego eksperymentalizmu (np. I. Hacking)⁸⁷, którzy akceptując na mocy kryterium manipulacyjnego realizm co do przedmiotów teoretycznych, kwestionują jednak sensowność rozstrzygnięcia analizowanego sporu na gruncie samych teorii naukowych⁸⁸.

Odrzucana przez antyrealistów, a akceptowana przez większość realistów wiara w możliwość osiągnięcia prawdy lub co najmniej zbliżenia się do niej łączy tę drugą orientację z postawą optymizmu poznawczego⁸⁹. Podobne przekonanie nawiązuje bezpośrednio do problematyki teorii ostatecznych. Wydaje się, że typowy dla realistów optymizm poznawczy pozwala argumentować na rzecz tezy o sensowności poszukiwań rozstrzygnięć finalnych. Założmy więc, jak czynią to niektórzy realisci, że teorie naukowe mogą stanowić finalny, prawdziwy opis i wyjaśnienie badanego fragmentu rzeczywistości⁹⁰. Bardziej szczegółowa analiza omawianego zagadnienia prowadzi jednak do wniosku, iż związek pomiędzy podejściem realistycznym i wiarą w rozstrzygnięcia finalne byłby oczywisty jedynie wtedy, gdybyśmy zaakceptowali założenia realizmu klasycznego w rozumieniu Putnamowskim. Zdaniem Putnama, realizm metafizyczny opiera się na trzech podstawowych tezach:

- istnienie przedmiotów, z których składa się świat, jest niezależne od naszej świadomości,
- istnieje tylko jeden prawdziwy i zupełny opis rzeczywistości,
- istnieje relacja korespondencji pomiędzy naszym opisem świata a poszczególnymi rzeczami i stanami rzeczy⁹¹.

⁸⁶ Szerzej: P. Zeidler, D. Sobczyńska: *Koncepcja realizmu w nowym eksperymentalizmie a problem istnienia przedmiotów teoretycznych chemii*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm...*, ss. 175-194.

⁸⁷ A. Grobler określa stanowisko Hackinga mianem „połowicznego realizmu”, porównując je do poglądów N. Cartwright. Zob. A. Grobler, *Metodologia nauk*, Kraków 2006, ss. 289-291.

⁸⁸ I. Hacking, *Eksperymentowanie a realizm naukowy*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm...*, s. 11.

⁸⁹ P. Zeidler, *Między optymizmem a nihilizmem poznawczym*, w: J. Such, M. Szcześniak (red.), *Z epistemologii wiedzy naukowej*, Poznań 1998, ss. 64-68.

⁹⁰ Pomijam oczywiście niektóre opcje realistyczne, np. propozycję Hackingowską. Zob. I. Hacking, *Eksperymentowanie a realizm...*, ss. 9-30.

⁹¹ Za: P. Zeidler, *Spór o status poznawczy...*, ss. 21-22.

Taka charakterystyka stanowi dobrą podstawę dla optymizmu poznawczego, który w tym przypadku może przybierać postać wiary w zasadność rozstrzygnięć finalnych. Stanowisko to trudno byłoby jednak uznać za reprezentatywne dla całego współczesnego realizmu, który choć aprobeuje klasyczną definicję prawdy, odrzuca zazwyczaj związaną raczej z realizmem naiwnym trywialną teorię odbicia na rzecz tezy o aproksymacyjnym zbliżaniu się do prawdy. Przyjęcie kryterium aproksymacyjnego może uodparniać uczonych na tezę o istnieniu rozstrzygnięć finalnych (rozumianych jako prawdziwy, ostateczny i zamknięty opis rzeczywistości). Pojęcie aproksymowalności wyklucza prawomocne uzasadnienie i udowodnienie absolutnej prawdziwości jakiegokolwiek propozycji teoretycznej⁹². Przekonanie o sensowności poszukiwań teorii ostatecznej jest bezpośrednio związane jedynie ze stanowiskiem realizmu naiwnego, niezbyt popularnego wśród współczesnych filozofów nauki⁹³. W przeciwieństwie do większości realistycznie nastawionych metodologów, mających świadomość problemów, jakie rodzą tego typu koncepcje, liczni przyrodniczy zdają się jednak aprobować założenia realizmu naiwnego⁹⁴.

Stanowisko realizmu może, choć nie musi, pociągać za sobą wiarę w sensowność poszukiwań teorii ostatecznych. Przekonanie takie, typowe dla wielu przedstawicieli dyscyplin przyrodniczych, a raczej rzadkie wśród filozofów nauki, łączy się bowiem jednoznacznie z jego naiwną, niezbyt reprezentatywną dla całego środowiska realistów wersją. Bez większych trudności można wskazać zdeklarowanych realistów, którzy możliwość skonstruowania teorii finalnej uznawali za nieprawdopodobną (m.in.: Einstein, Planck, Popper, Barrow).

Przynależność do grona realistów nie pociąga zatem za sobą bezwarunkowo przekonania o sensowności poszukiwań rozstrzygnięć finalnych. Mogłoby się jednak wydawać, że o ile postawa realistyczna takie przekonanie dopuszcza (choćaby na mocy teorii odbicia), o tyle dojrzałe propozycje antyrealistyczne (akcentujące np. konwencjonalny, instrumentalny lub wytwórczy charakter wiedzy teoretycznej) stanowią zdroworozsądkowe antidotum na wszelkie tego typu żądania. Problem ten jest jednak zdecydowanie bardziej złożony. Wydaje się bowiem, że i na gruncie podejścia antyrealistycznego możliwe jest zaakceptowanie tezy o ostateczności (choć specyficznie pojętej) konkretnego rozstrzygnięcia teoretycznego.

Warto zastanowić się, na jakich warunkach orzekać możemy o finalności danej propozycji teoretycznej. Teoria – w szerokim znaczeniu – mogłaby być

⁹² Zagadnienie to proponuję nazwać roboczo *problemem miary*, gdyż nie ma możliwości oceny stopnia przybliżenia danej teorii do rzeczywistego stanu rzeczy ze względu na brak wzorca, który w takim porównaniu mógłby stanowić odpowiedni punkt odniesienia.

⁹³ Stanowisko realizmu naiwnego nie jest przyjmowane m.in. przez realistów, takich jak: A. Einstein, M. Heller, K. Popper, J. Such czy A. Szczuciński.

⁹⁴ Ibidem, s. 22.

uznana (w kontekście analizowanego sporu realizm – antyrealizm) za ostateczną ze względu na kilka podstawowych czynników. Danej teorii przysługuje walor finalności, gdy stanowi ona odbicie, reprezentację – jest izomorficzna względem rzeczywistego stanu rzeczy (podobne kryterium pełni funkcję punktu odniesienia dla stanowiska realizmu naiwnego). O jej finalności decydują ponadto względy:

- poznawcze – wyznaczone poziomem rozwoju naszych zdolności percepcyjnych, a przede wszystkim intelektualnych – zdolności poznawcze człowieka mogą się okazać w konfrontacji z poziomem złożoności samej przyrody zbyt ograniczone⁹⁵,
- ekonomiczne – wzrastające koszty działalności badawczej ograniczają lub uniemożliwiają jej dalsze prowadzenie⁹⁶,
- społeczne – w bogacących się społeczeństwach zaniknąć mogą naturalne motywacje wpływające na rozwój nauk podstawowych (taką tezę prezentował w latach 60. i 70. XX wieku amerykański biolog i filozof nauki Gunther Stent)⁹⁷,
- środowiskowe – jeżeli uczeni na mocy konwencji (umowy) będą skłonni uznać konkretną propozycję za skuteczną, niewymagającą dalszej przebudowy oraz udoskonalania narzędzi naukowych.

Finalność teorii nie musi być więc wcale, jak mogłoby się na początku wydawać, związana jedynie z jej klasycznie pojmowaną prawdziwością lub opierać się na kryteriach podanych w rozdziale I. Co więcej, stanowisko dojrzałego realizmu w wielu przypadkach stanowi racjonalne zabezpieczenie przed bezkrytycznym przyznawaniem teoriom naukowym waloru finalności. Wyłącznie jego naiwna wersja pociąga za sobą wiarę w istnienie wyjaśnień ostatecznych. Takie przekonanie mogłoby być natomiast zaakceptowane, choć na podstawie dyskusyjnych warunków, przez zwolenników niektórych wersji antyrealizmu (np. ze względów praktycznych). Istnieje zatem szansa, aby dana teoria uzyskała status finalnej z uwagi na ograniczoność naszych zdolności percepcyjnych i intelektualnych. Istotny element takiej argumentacji stanowią ponadto względy ekonomiczne (np. brak możliwości prowadzenia dalszych badań z powodu wzrastających kosztów budowy odpowiednich urządzeń) i społeczne (m.in. bogacenie się społeczeństw i zanik naturalnych motywacji do prowadzenia badań – tezy Stenta). Wreszcie instrumentalne traktowanie wiedzy naukowej może być uznane za dobrą przesłankę na rzecz wiary w skonstruowanie teorii finalnej. W takim przypadku funkcjonalność i skuteczność określonej propozycji teoretycznej byłaby warunkiem wystarczającym do postrzegania jej – na mocy umowy środowiska naukowego

⁹⁵ Problem ten będzie analizowany szerzej w ostatnim rozdziale książki.

⁹⁶ Zdaniem Weinberga i innych fizyków, obecny Standardowy Model Budowy Materii może stać się teorią ostateczną ze względu na niechęć rządów do inwestowania w rozwój nowych narzędzi badawczych. Takie opinie głoszono m.in. po wstrzymaniu przez Kongres USA budowy akceleratora LHC.

⁹⁷ G. Stent, *The coming of the Golden Age; a view of the end of progress*, New York 1969.

– jako rozwiązania na tyle satysfakcjonującego, aby dalsze poszukiwania badawcze (w tym ograniczonym zakresie) uczynić zbędnymi⁹⁸. Jeżeli bowiem teorię naukową uznamy za „[...] regułę lub zasadę analizowania i przedstawiania symbolicznego pewnych danych potocznego doświadczenia, a zarazem za narzędzie wyprowadzania jednych zdań obserwacyjnych z innych”⁹⁹, a także zgodzimy się z twierdzeniem instrumentalistów, że: „Teorie są narzędziami myślowymi [...], aparatami pojęciowymi wytworzonymi świadomie dla efektywnego kierowania badaniami eksperymentalnymi i dla ukazania związków między zjawiskami obserwowalnymi, które bez nich uchodziłyby za nie powiązane ze sobą”¹⁰⁰, wtedy przekonanie o możliwości uznania danej propozycji za ostateczną – wystarczająco skuteczną i adekwatną – staje się akceptowalne w podejściu, zgodnie z którym teoriom naukowym nie powinniśmy przypisywać wartości logicznej.

Uzasadnienie finalności teorii nie musi być zatem związane z przekonaniem o jej klasycznie rozumianej prawdziwości – postawą charakterystyczną dla niektórych odmian realizmu. Ostateczność łączy się w takich przypadkach z czynnikami zewnętrznymi (pozapoznawczymi), a w takiej sytuacji nawet stanowisko antyrealistyczne (przynajmniej w wersji instrumentalistycznej) nie jest w stanie wykluczyć możliwości uznania danego rozstrzygnięcia za finalne. Specyficznie rozumiana ostateczność (w propozycji Stanisława Butryna *quasi-ostateczność*) nie byłaby wówczas kojarzona z jakkolwiek definiowaną prawdziwością i opierałaby się jedynie na kryteriach pozanaukowych¹⁰¹.

5. Początki *snu o teorii ostatecznej* – mitologie i systemy religijne

*Istota mitu polega na wiecznym powracaniu,
pozaczasowości, wiecznej terażniejszości.*

Tomasz Mann

Programy zmierzające do sformułowania teorii ostatecznej mogą funkcjonować na dwóch odrębnych płaszczyznach epistemologicznych, odwołujących się do:

- sfery wiary – nawiązującej do propozycji mitologicznych i religijnych,
- sfery racjonalno-empirycznej – typowej dla rozważań o charakterze filozoficznym i naukowym¹⁰².

⁹⁸ Być może taka właśnie postawa przyświeca uczynom, akceptującym obecny kształt mechaniki kwantowej (w wersji kopenhaskiej) i uznającym ją za teorię zamkniętą oraz niewymagającą korekt, mimo kłopotów z jej interpretacjami.

⁹⁹ E. Nagel, *Struktura nauki*. Zagadnienia logiki wyjasnień naukowych, tłum. J. Giedymin, B. Rassalski, H. Eilsten, Warszawa 1970, s. 122.

¹⁰⁰ *Ibidem*, s. 123.

¹⁰¹ Nie należy jednak zapominać o tym, że wśród zwolenników tezy o możliwości skonstruowania teorii ostatecznej przeważają zadeklarowani realisci.

¹⁰² Podobne kryterium separacji obszaru filozofii od opartych na wierze sfer mitologii i religii proponuje G. Reale. *Historia filozofii starożytnej*, t. I, tłum. E. I. Zieliński, Lublin 1993, s. 70.

Pierwsze próby opisanie rzeczywistości w sposób pełny i ostateczny można odnaleźć w propozycjach mitologicznych i związanych z nimi pierwotnych systemach religijnych¹⁰³. Tendencje uniwersalistyczne (w znaczeniu temporalnym i zakresowym) obecne są także we współczesnych, bardziej dojrzałych i usystematyzowanych religiach monoteistycznych. Jak podkreśla Honorata Korpikiewicz, przedmiot najbardziej pierwotnych kultów człowieka prehistorycznego stanowiły zwierzęta, wśród których na co dzień żyli nasi ewolucyjni przodkowie. Wielkim mirem otaczano zwłaszcza te odznaczające się dużą siłą fizyczną (np. niedźwiedzie) oraz te, które uważano za tajemnicze lub niebezpieczne (węże czy wilki). Motyw bóstw zwierzęcych charakterystyczny dla ogółu kultur pierwotnych zachował (np. w Indiach czy licznych społecznościach afrykańskich) swoje znaczenie aż do czasów współczesnych. Stosunkowo wcześniej deifikacji uległy ponadto rozmaite zjawiska przyrodnicze, nad którymi człowiek starał się zapanować za pomocą odpowiednich narzędzi, obrzędów lub procedur¹⁰⁴.

Aby zrozumieć, w jaki sposób koncepcje mitologiczne odpowiadały na nasze zapotrzebowanie na wiedzę o ostatecznych i najbardziej fundamentalnych składnikach rzeczywistości, należy zdefiniować pojęcie mitu. Zagadnienie to jest rozpatrywane na wielu różnych płaszczyznach. Stanowi przedmiot odrębnych badań takich względnie autonomicznych dziedzin współczesnej humanistyki, jak: filozofia, religioznawstwo, kulturoznawstwo, socjologia, historia czy psychologia. Upraszczając, możemy przyjąć, że mit¹⁰⁵ (od gr. *mythos* – myśl, baśń, opowieść) jest to symboliczna próba wyjaśnienia odwiecznych zagadnień dotyczących bytu ludzkiego, operująca pojęciami bogów, demonów czy heroś¹⁰⁶. Opowieści mityczne są często uznawane za przejaw wczesnego stadium rozwoju systemów religijnych – etapu mitycznego¹⁰⁷. Według propozycji socjologów, współczynnik złożoności określonych konstrukcji mitologicznych jest proporcjonalny do stopnia skomplikowania i złożoności samej kultury (Edward O. Wilson). Mity mogą być analizowane na dwóch różnych poziomach:

– strukturalnym – odnoszącym się do badań o charakterze treściowo-formalnym (np. Claude Lévi-Strauss, Roland Barthes),

¹⁰³ Por. M. Kwiecień, *Mit jako odwieczne poszukiwanie sensu życia. Charakterystyka i typologia mitów kreacyjnych*, w: Z. Drozdowicz (red.), *Mity. Historia i struktura mistyfikacji*, Poznań 1997, s. 140.

¹⁰⁴ H. Korpikiewicz, *Kosmogeneza. Człowiek w Układzie Planetarnym Słońca*, Poznań 1996, s. 5.

¹⁰⁵ O innych znaczeniach mitu zob. A. Szczuciński, *Mity w fizyce*, w: Z. Drozdowicz (red.), *Mity. Historia i struktura...*, s. 76.

¹⁰⁶ S. Symotiuł opisuje mit jako system informacyjny (naukę w micie). Zob. S. Symotiuł, *Mit jako myśl syntetyczna apriori (treść a forma mitu)*, w: Z. Drozdowicz (red.), *Mity. Historia i struktura...*, Poznań 1997, s. 67.

¹⁰⁷ Na gruncie mitologii są także konstruowane określone kosmogonie oraz kosmologiczne wizje świata. Zob. M. Eliade, *Święty obszar i sakralizacja świata*, w: A. Mencwel (red.), *Antropologia kultury*, cz. I, Warszawa 2001, ss. 147-148.

– funkcjonalnym – na gruncie którego głównym przedmiotem zainteresowania jest rola, jaką dany mit pełni w ramach społeczności lub w stosunku do określonej jednostki (Bronisław Malinowski, Carl Gustav Jung, Ernst Cassirer)¹⁰⁸.

Ze względu na rodzaj analizowanych zagadnień mity dzieli się zazwyczaj na:

- kosmogoniczne – omawiające problem genezy świata,
- teogoniczne – opisujące narodziny i życie bogów,
- kalendarzowe – związane z periodyzacją roku i problemem cykliczności (np. w rolnictwie),
- antropogeniczne – omawiające problematykę stworzenia człowieka.

W opinii Doroty Angutek, cechą charakterystyczną mitów jest ich bezpośredni i niezbywalny związek ze sferą emocjonalną, dzięki czemu uczucia i emocje zabarwiają w sposób istotny każdą zmysłową percepcję rzeczywistości. Mity nie operują ponadto pojęciami abstrakcyjnymi, które występują powszechnie w systemach filozoficznych i nauce¹⁰⁹.

Innym elementem rzeczywistości mitologicznej jest jej zasadniczy dychotomiczny podział na sfery *sacrum* i *profanum* oraz znaczenie obrzędowości i związanych z nią czynności praktycznych (np. składania ofiar). W takich systemach wszelkie fenomeny przyrody – począwszy od cykliczności pór roku, a na klęskach żywiołowych kończąc – wyjaśnia się ingerencją spersonifikowanych sił natury (bożków, duchów, demonów itp.). Taki schemat pozwala społecznościom, w których mitologie odgrywają znaczącą rolę, tłumaczyć kwestie związane z funkcjonowaniem przyrody. Konstrukcje mitologiczne są więc bez wątpienia najbardziej pierwotnymi przykładami tego, co współcześnie określamy mianem teorii ostatecznych lub teorii wszystkiego. Mity oferują szeroki wachlarz propozycji wyjaśniających, odpowiadając m.in. na podstawowe pytania dotyczące początków świata materialnego i panującego w nim ładu. Jednym z głównych elementów rozważań mitologicznych są właśnie koncepcje kosmogoniczne. Jak zauważa Mircea Eliade, każde społeczeństwo prymitywne wypracowuje własny model powstawania i budowy świata¹¹⁰. Na przykład w pelazgijskim micie o stworzeniu odnajdujemy następującą odpowiedź na pytanie o genezę świata:

Na początku Eurynome, bogini wszechrzeczy, wyłoniła się naga z Chaosu, nie miała jednak na czym oprzeć stóp, wobec czego tańcząc samotnie na falach, oddzieliła morze od nieba¹¹¹.

¹⁰⁸ Ibidem, s. 58.

¹⁰⁹ D. Angutek, *Magiczne źródło...*, s. 40.

¹¹⁰ M. Eliade, *Inicjacja, obrzędy, stowarzyszenia tajemne. Narodziny mistyczne*, tłum. K. Kocjan, Kraków 1977, s. 8.

¹¹¹ R. Graves, *Mity greckie*, tłum. H. Krzeczowski, Warszawa 1974, s. 43.

Wątek ten będzie pojawiać się i w innych ważnych dla naszego kręgu kulturowego tekstach starożytnych¹¹². W podobnym kontekście należy również rozpatrywać propozycje kosmogoniczne, które ukonstytuowały się w pozostałych obszarach kulturowych, np. w tradycji chińskiej¹¹³.

Motywy kosmogoniczne łączono w przeszłości z zagadnieniami natury etycznej, co dawało asumpt do konstruowania wszechogarniających, uniwersalnych systemów wyjaśniających. Na przykład grecki epik Hezjod w dziele pt. *Teogonia (Narodziny Bogów)* korzystając z wcześniejszych legend bliskowschodnich, opisał nie tylko to, jak z pierwotnego chaosu narodzili się pierwsi bogowie, ale wplótł w swoją opowieść liczne wątki aksjologiczne, stanowiące uzasadnienie specyficznej moralności ówczesnych bogów i uzależnionych od ich woli ludzi. Podobne relacje pojawiały się w innych kulturach tamtego okresu i – analogicznie do mitologii greckiej – dawały odpowiedź na nurtujące człowieka pytania o genezę kosmosu i życia, jego sens i porządek świata, promując jednocześnie odpowiednie kanony moralne. O oryginalności propozycji helleńskich świadczyło to, że mitologia nie uznawała świata za twór bogów. Zdaniem Edith Hamilton: „Grecy nie wierzyli, że to bogowie stworzyli świat. Było raczej odwrotnie: to świat wykreował bogów”¹¹⁴.

Mitologia pełniła w kulturze greckiej, na bazie której ukształtowała się zachodnia myśl filozoficzna, bardzo istotną funkcję. Jak pisze Michał Pietrzykowski:

Nigdy chyba w dziejach kultury mit nie odegrał tak ważnej roli jak w starożytnej Grecji. Mity stanowiły przede wszystkim integralną, niezwykle istotną, część religii greckiej. Hellenom obce było w zasadzie pojęcie religii objawionej, skodyfikowanej w powszechnie uznanych księgach. Pierwotne wyobrażenia religijne rozwijali poeci i pisarze, którzy nadawali im formę artystyczną, sens moralny, a często również znaczenie polityczne¹¹⁵.

Drugim ważnym czynnikiem rozstrzygnięć finalnych były (i są nadal) blisko powiązane z mitologiami systemy religijne. Pojęcie *religia* Krzysztof Kosior definiuje jako:

[...] grupowy, wy wpływający z tradycji stosunek do rzeczywistości ujawnianej w szczególnym, różnym od codziennego, rodzaju doświadczenia egzystencjalnego, obiektywizowany w trojkiej formie: przekonań (doktryna), związanych z nimi praktyk (kult) i – w rozwiniętych społeczeństwach typu stowarzyszeniowego – specyficznej organizacji społecznej. [...] Doktryna zawiera charakterystykę rzeczywistości i cha-

¹¹² Ibidem, s. 47.

¹¹³ Por. M. Pietrzykowski, *Mitologia starożytnej Grecji*, Warszawa 1979; ss. 17-19; M. J. Künstler, *Mitologia chińska*, Warszawa 1985, ss. 27-32.

¹¹⁴ E. Hamilton, *Mythology*, New York 1957, s. 24.

¹¹⁵ M. Pietrzykowski, *Mitologia starożytnej Grecji*, Warszawa 1979, s. 5.

rakteryzuje jej stosunek do świata i człowieka, kult określa środki jej uobecniania, organizacja społeczna zapewnia ciągłość nauczania i sprawowania kultu¹¹⁶.

Według Ernsta Cassirera, systemy religijne i mitologie (magia) dzielą się nie tyle ze względu na odmienne źródło, co raczej z powodu rozłamu ich pierwotnej wspólnej bazy. *Novum* niesionym przez systemy religijne ma być wprowadzenie do życia jednostki pojęcia indywidualności¹¹⁷. Do narodzin takiego trendu przyczynił się – zdaniem marburczyka – społeczny podział pracy, co pociągnęło za sobą przyporządkowanie poszczególnym bogom i świętym ściśle określonych funkcji i zadań. W opinii Cassirera, każda religia przechodzi pewne stadia rozwojowe, a mit już od samego początku jest potencjalną religią¹¹⁸. Podobnie definiuje tę kwestię Marek Kwiecień¹¹⁹. Poszczególne religie, tak jak systemy mitologiczne, oferują swoiście zaprojektowane i odpowiednio skonstruowane wersje teorii ostatecznych. Można w nich odnaleźć próby finalnego i całościowego wyjaśnienia zjawisk naturalnych, wzbogacone o pierwiastek teleologiczny. Stary Testament ma stanowić – zdaniem niektórych chrześcijan – wyczerpujący opis genezy i funkcjonowania całego Wszechświata. W Księdze Rodzaju odnajdujemy odpowiedzi na liczne pytania, jakie stawiali i nadal stawiają sobie filozofowie oraz naukowcy. Już na wstępie okazuje się, że w świętej księdze chrześcijan zawarte jest tak ważne dla rozważań kosmologicznych „rozwiązanie” zagadki genezy Wszechświata. „Na początku Bóg stworzył niebo i ziemię, Ziemia zaś była bezładem i pustkowiem: ciemność była nad powierzchnią bezmiaru wód, a Duch Boży unosił się nad wodami”¹²⁰.

Stary Testament podaje gotową i całościową odpowiedź na pytanie o strukturę naszego świata (podział na sferę ziemską i niebieską)¹²¹. Opisuje proces formowania się lądów, mórz i oceanów¹²². Przekaz biblijny rozwiązuje ponadto problem pochodzenia ciał niebieskich¹²³ oraz genezy życia roślinnego¹²⁴ i zwierzęcego¹²⁵. Porusza też istotne dla współczesnej biologii ewolucyjnej zagadnienie antropogenezy, wyznaczając człowiekowi określoną rolę w świecie przyrody¹²⁶.

¹¹⁶ K. Kosior, *Religia*, w: W. Krajewski (red.), *Słownik pojęć filozoficznych*, Warszawa 1996, s. 175.

¹¹⁷ D. Angutek, *Magiczne źródło...*, s. 43.

¹¹⁸ *Ibidem*, s. 43.

¹¹⁹ M. Kwiecień, *Mit jako odwieczne poszukiwanie...*, ss. 138-139.

¹²⁰ Księga Rodzaju 1.1, 1.2, *Biblia Tysiąclecia*, wyd. III, Poznań – Warszawa 1980.

¹²¹ *Ibidem*, 1.6.

¹²² *Ibidem*, 1.9.

¹²³ *Ibidem*, 1.14.

¹²⁴ *Ibidem*, 1.10.

¹²⁵ *Ibidem*, 1.20 – 1.24, 25.

¹²⁶ Pytanie o rolę, jaką w porządku przyrody przypisuje człowiekowi religia chrześcijańska, stało się tematem wielu kontrowersji. To m.in. wskazania biblijne uznawane były za czynnik sankcjonujący łupieżczy stosunek ludzkości wobec przyrody i promujący charakterystyczny dla tradycji judeochrześcijańskiej antropocentryzm. Współcześnie taka interpretacja przekazów biblijnych jest jednak coraz powszechniej krytykowana. Szerzej: E. Martens, H. Schnädelbach (red.), *Filozofia...*, ss. 510-511.

Większość pytań, na które odpowiada Pismo św., odnaleźć można w późniejszych systemach filozoficznych i naukowych. Omawiane wyżej rozwiązania zaspokajają jednak naszą ciekawość w ograniczonym zakresie i mogą być uznawane jedynie wtedy, gdy akceptuje się istnienie czynników nadprzyrodzonych. Warunkiem ich adekwatności jest zatem wiara.

Opisywane propozycje w sposób idealny realizowały podstawowy wymóg stawiany tego typu konstrukcjom – odpowiadały na większość istotnych pytań (w interesującym nas zakresie), wyjaśniając zarówno strukturę świata, jak i jego genezę, a jednocześnie wprowadzały do wizji rzeczywistości tak istotny dla wielu osób czynnik teleologiczny (nadając życiu jednostek konkretny sens i cel). Koncepcje mitologiczne i religijne mimo swego charakteru całościowego wydają się jednak wysoce niezadowolające. Wyjaśnienie świata wymaga w nich bowiem oparcia się na subiektywnym i wolicjonalnym fundamencie wiary, a otrzymywane odpowiedzi, choć wszechogarniające, pozostają zazwyczaj mało precyzyjne, mgliste i niejednoznaczne. Porządek przyrody, ujmowany przez uczonych w postaci praw i teorii, odnajdowany w interpretacjach danych empirycznych, w religiach funkcjonuje zazwyczaj w formie zapisów ksiąg objawionych i prawd danych człowiekowi przez rządzącą światem istotę wyższą. Czasami bazuje on nawet na intersubiektywnie niekomunikowalnych doznaniach mistycznych, stanowiących integralny element wielu religii. Podobne propozycje są oczywiście wzajemnie niewspółmierne i nieprzekładalne. Główną barierę stanowi nie tylko rozbieżność terminologiczna, ale również odmienna jakościowo płaszczyzna epistemologiczna. Mimo to w obu tych sferach: sferze wiary i sferze racjonalno-empirycznej można odnaleźć próby rozwiązania tego samego problemu – problemu teorii ostatecznej.

6. Poszukiwania wyjaśnień finalnych na gruncie filozoficznym

Filozofowie starożytni jako pierwsi podjęli próbę całościowego rozumowego opisanego otaczającej ich rzeczywistości¹²⁷. Ponadtysiącletnia historia filozofii starożytnej jest zwyczajowo dzielona na pięć głównych faz tematycznych, do których zaliczamy:

- okres naturalistyczny (filozofia jońska, pitagorejczycy, eleaci, pluraliści),
- okres humanistyczny (sofiści, Sokrates),
- okres wielkich syntez (Platon i Arystoteles),
- szkoły hellenistyczne (m.in.: stoicyzm, epikureizm, sceptycyzm),
- okres religijny (głównie medioplatonizm, noeplatonizm)¹²⁸.

¹²⁷ J. Wolski, *Historia powszechna – starożytność*, Warszawa 1996, s. 140.

¹²⁸ G. Reale, *Historia filozofii...*, t. I, ss. 61- 62.

Na gruncie dwóch spośród wymienionych tradycji filozoficznych odnaleźć można wątki nawiązujące do idei teorii finalnych. W okresie filozofii naturalistycznej pojawiły się pierwsze próby osiągnięcia wiedzy zupełnej. Idee te znalazły swoich godnych kontynuatorów w osobach Platona i Arystotelesa, stając się załącznikiem późniejszych filozoficznych prób skonstruowania teorii wyjaśniającej całość zjawisk natury.

Giovanni Reale wskazuje na trzy typowe cechy filozofii greckiej: aspiracje do całościowego opisu rzeczywistości, racjonalne wzorce wyjaśniania oraz czysto teoretyczne (poznawcze) cele. Choć wspomniana *Teogonia* Hezjoda, podobnie jak inne mity teogoniczno-kosmogoniczne, wyprzedzała propozycje kosmologiczne w aspekcie czasowym, to spełniała ona jedynie pierwszy i trzeci z wymienionych wymogów. Tymczasem to właśnie wymóg racjonalnego uzasadnienia czyni pierwsze kosmologie filozoficzne jakościowo różnymi od licznych mitologiczno-religijnych opisów rzeczywistości przyrodniczej¹²⁹.

Według tradycji, historia racjonalnych poszukiwań ontologicznej podstawy konstrukcji kosmosu rozpoczyna się od Talesa. W jego koncepcji rolę elementarnego materialnego budulca rzeczywistości miała pełnić woda. Była więc ona po pierwsze: źródłem wszystkich rzeczy, po drugie: ich ujściem i po trzecie: niezmienną składową ontologiczną (substancją, zasadą). W filozofii Talesa dokonało się to, co Reale określił jako „zdecydowane przejście od mitu do logosu”¹³⁰. Propozycję Talesa należy uznać za pierwszą ze zbioru filozoficznych teorii wszystkiego¹³¹.

Również Anaksymander starał się zidentyfikować pierwiastek będący elementarnym składnikiem rzeczywistości fizycznej. W przeciwieństwie do swojego mistrza utrzymywał jednak, że zasadą wszechrzeczy nie jest woda, ale bliżej nieokreślony *apeiron* (bezkres). *Apeiron* miał być tym, co pozbawione *peras* (granicy), a zatem bytem nieograniczonym i niezdeterminowanym. Bezkras Anaksymandra był tworem niezniszczalnym i niesprowadzalnym do żadnego z czterech żywiołów podstawowych¹³². Filozof podjął także próbę wyjaśnienia mechanizmu genezy i „ewolucji” świata, odwołując się do procesu wyłaniania przeciwieństw. W jego koncepcji nieskończona i nieokreślona zasada podstawowa dawała początek nieskończonej ilości światów. System milezyjczyka objaśniał rzeczywistość fizyczną w sposób kompleksowy i całościowy. Co ważne, jego rozważania antycypowały wiele spośród sformułowanych później teorii naukowych (np. idee ewolucyjne)¹³³. Anaksymander, podobnie

¹²⁹ Ibidem, s. 70.

¹³⁰ Ibidem, s. 78.

¹³¹ W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, t. I, Warszawa 2002, s. 26.

¹³² Arystoteles, *Fizyka*, G 4, 203 b 6 nn., Warszawa 1968.

¹³³ Zob. G. Sarton, *A History of Science. Ancient Science Through the Golden Age of Greece*, United States of America 1966, s. 176.

jak Tales, zmierzał więc do skonstruowania systemu o charakterze ogólnym, który w sposób ostateczny opisywałby całość analizowanych zjawisk.

Kolejny z filozofów greckich – Anaksymenes – podjął w swoich pracach próbę skorygowania i dopracowania modelu rzeczywistości zaproponowanego przez poprzedników. Czyniąc powietrze poszukiwaną zasadą wszechrzeczy, filozof opierał się na dynamicznych własnościach tej substancji oraz na wynikach obserwacji zachowań organizmów żywych. Ponadto uznawał powietrze za niezbywalny fundament funkcjonowania całego kosmosu, który pojmował w kategoriach bytu ożywionego. Inną z istotnych cech powietrza stanowiła jego zmienna natura, pozwalająca na przekształcanie czynnika elementarnego we wszystkie pozostałe substancje fizyczne. Uznanie powietrza za zasadę wszechrzeczy uzasadniało przekonanie o jedności świata materialnego, którego różnorodność była postrzegana jako pochodna relacji ilościowych (zmian gęstości substancji podstawowej). Filozof zauważył ponadto istotny związek pomiędzy stanem skupienia materii i temperaturą, co można uznać za antycypację późniejszych poglądów naukowych. Zaproponowany model miał umożliwić wyjaśnianie szerokiego zakresu zjawisk, w tym również meteorologicznych czy astronomicznych. Anaksymenes był pierwszym z filozofów, który podjął, tak charakterystyczną dla późniejszego przyrodoznawstwa, próbę wytłumaczenia jakościowej zmienności świata za pośrednictwem dobrze opisanego mechanizmu ilościowych transformacji zasady podstawowej.

Podobnie jak milezyjczycy, tak i Heraklit poszukiwał pierwiastka elementarnego. W jego systemie rola ta była zarezerwowana dla ognia, w przemianach którego filozof upatrywał źródeł jakościowej różnorodności świata – istnienia czterech żywiołów podstawowych. Całość bytu Heraklit postrzegał przez pryzmat jego dynamicznej natury, uznając zmienność rzeczy za fundament swojego systemu oraz niezbywalną cechę wszelkiego istnienia. Jako pierwszy zaczął poszukiwać już nie tylko elementarnej zasady świata, ale także jego ostatecznego nomologicznego fundamentu – powszechnego prawa, teorii wszystkiego, co istnieje. Mechanizm zmienności identyfikował z bezustannym ścieraniem się przeciwieństw. Oczywiście już milezyjczycy dostrzegali akcentowaną przez Heraklita dynamikę świata, pojmowali ją jednak w kategoriach pewnika. Myśliciel z Efezu przeniósł natomiast poszukiwania filozoficzne na zupełnie nowy, nieeksplorowany przez poprzedników, grunt. Uważał samego siebie za odkrywcę uniwersalnej prawdy o funkcjonowaniu i budowie świata – prawdy będącej wyrazem porządkującego Wszechświat logosu.

Mniej więcej w czasach Heraklita narodziła się w Grecji szkoła eleacka (Parmenides, Zenon z Elei, Melissos z Samos, Ksenofanes). W przeciwieństwie do jońskich filozofów przyrody, eleaci, kierując się racjami umysłu, postrzegali byt jako niezmienny, i to właśnie w owej stałości ustanawiali rzeczywistą, ponadpercepcyjną istotę rzeczy. Eleaci pozostawili kulturze zachodniej system,

którego echa pobrzmiwać będą w całej późniejszej filozofii. Trudno byłoby natomiast znaleźć w ich poglądach wątki tak jawnie, jak u milezyjczyków, nawiązujące do problemu teorii finalnej.

Przedstawiciele szkoły pitagorejskiej, podobnie jak milezyjczycy, starali się ustalić podstawę ontologicznej konstrukcji świata. W przeciwieństwie do rozwiązań wcześniejszych ich *arche* nie miała jednak charakteru materialnego i była pojmowana w kategoriach matematycznych. Pitagorejczycy jako pierwsi poświęcili się systematycznym badaniom matematycznym, zauważając, że wiele zjawisk naturalnych daje się opisać za pomocą odpowiednich kategorii ilościowych¹³⁴. Harmonię i matematyczne proporcje przenosili ze świata obserwacji przyrody na obszary nawet tak odległe jak badania muzykologiczne. Wierzyli ponadto, iż każdą rzecz realną można sprowadzić do odpowiedniej liczby¹³⁵. Zestawiony z przeciwieństw kosmos pitagorejczyków charakteryzował się definiowalną formalnie harmonią. Matematyczna struktura rzeczywistości miała zapewniać światu nomologiczny kształt, będąc jednocześnie fundamentem jego rozumności. Pitagorejczycy stworzyli więc nie tylko własną kompletną i ostateczną ontologiczną wizję świata, ale ich badania miały na celu wykrycie rządzących nim praw i zasad podstawowych¹³⁶.

W propozycji pitagorejczyków odnajdujemy przykład monumentalnej teorii ostatecznej, identyfikującej zarówno samą zasadę podstawową (liczby), jak i nomologiczny charakter Wszechświata (harmonia, relacje matematyczne). Myśl pitagorejska stanowiła jednak osobliwy zlepek wiary w ściśle relacje matematyczne i przesiąkniętej mistyką doktryny religijnej. Wyraźne wpływy pitagorejskie odnajdujemy później w jednej z najbardziej okazałych filozoficznych teorii ostatecznych – systemie platońskim.

Doktryna atomistyczna jest uznawana za najdojrzały twór wczesnogreckiej filozofii przyrody. Była ona ostatnią, pochodzącą z kręgów presokratycznych, próbą rozwiązania dylematów wyrosłych na bazie myśli eleackiej. Refleksja atomistów wpisuje się doskonale w kontekst rozważań nad zagadnieniem wyjaśnień finalnych. Atomiści (Leucyp, Demokryt) w ramach orientacji materialistycznej starali się wytłumaczyć nie tylko zjawiska przyrodnicze, ale także mentalne czy duchowe. Świat przez nich postrzegany jawi się jako twór ściśle mechanistyczny i konieczny, którego własności są tłumaczone dynamicznymi zachowaniami atomów. Twórcy nurtu nawiązywali do poglądów Parmenidesa (teza o niezmienności bytu), dochodząc jednak w swoich analizach do od-

¹³⁴ Arystoteles, *Metafizyka*, A 5, 985 b 23-986 a 3, Warszawa 1984.

¹³⁵ Należy pamiętać, że dopiero za sprawą Arystotelesa liczby zaczęto pojmować w kategoriach współczesnych. Dla pitagorejczyków były one tak samo realne jak zasady materialne milezyjczyków.

¹³⁶ Odwołania do nauki pitagorejskiej można znaleźć m.in. w dziełach M. Kopernika. Zob. M. Kopernik, *O obrotach ciał niebieskich i inne pisma*, Wrocław 2001.

miennych wniosków. Akceptując eleacką zasadę niesprzeczności, akcentowali jednocześnie wagę innego czynnika poznawczego – zgodności z doświadczeniem. Świat – według Leucypa i Demokryta – był zbudowany z niepodzielnych, elementarnych atomów. Cząsteczki te – fundament materialnej konstrukcji przyrody – znajdowały się w ciągłym ruchu. Drugi ważny element architektury kosmosu stanowiła próżnia, utożsamiana z niebytem. Nieobserwowalna bezpośrednio sfera atomowa była dostępna temu, co można określić mianem „oka intelektu”. Badane mocą rozumu własności atomów odpowiadały jednak rzeczom postrzeganym zmysłowo.

Według Demokryta, jednorodnie jakościowo, pozostające w ciągłym ruchu atomy różniły się między sobą jedynie cechami ilościowymi i geometrycznymi. Wielkim osiągnięciem tej filozofii było sprowadzenie dostrzeganych zmysłowo różnic jakościowych do poziomu własności ilościowych. Tym samym udało się wprowadzić do myśli zachodniej podział na jakości pierwotne, o charakterze ilościowym, oraz wtórne, odnoszące się do sfery zjawiskowej.

Atomiści starali się też opracować przyczynowy schemat funkcjonowania rzeczywistości. Ich materialistyczna, monistyczna ontologicznie filozofia nie odwoływała się do wiary w istnienie czynnika celowo kierującego światem, pozostawiając jego działanie przyczynom całkowicie naturalnym.

Jedną z najbardziej monumentalnych koncepcji w dziejach całej kultury zachodniej zawdzięczmy bez wątpienia Platonowi. Myśliciel ten skonstruował system, w którego orbicie znalazły się chyba wszystkie najważniejsze zagadnienia filozoficzne – poczynawszy od kwestii ontologicznych i epistemologicznych, na problemach etycznych i sferze polityki kończąc. Ów na wskroś racjonalistyczny model posiadał wszelkie cechy pozwalające go zaliczyć do kanonu filozoficznych teorii ostatecznych. Propozycja Platona może być odczytywana jako próba wyjścia z impasu, stanowiącego efekt braku spistości wcześniejszych analiz filozoficznych¹³⁷. Platon akceptował bowiem, podobnie jak Heraklit, zmienność świata natury, ale za Sokratesem poszukiwał w rzeczywistości tego, co niezmiennie. To ontologiczne „rozdwojenie jaźni” skłoniło go do przyjęcia wniosku o istnieniu bytów wymykających się naszym empirycznym doświadczeniom – *idei*. Tworzące odrębny szierarchizowany świat, idee pełniły rolę wzorca wszelkich obiektów materialnych. Novum jego filozofii stanowiło bez wątpienia umieszczenie najważniejszej kategorii ontologicznej – świata idei – poza obszarem rzeczywistości materialnej. Pozwoliło to greckiemu myślicielowi odpowiedzieć na pytanie, czy świat jest ze swej natury zmienny (Heraklit i Kratylos), czy raczej stały i niezmienny (szkoła eleacka). W koncepcji Platona rzeczywistość posiadała jednocześnie obie te cechy. Co istotne, ponad światem idei miały znajdować się pierwsze i najważniejsze zasady – Jedno

¹³⁷ G. Gale, *Theory of Science. An Introduction to the History of Logic, and Philosophy of Science*, Kansas City 1979, s. 81

i nieokreślona Diada. Dopiero na tym poziomie można mówić o platońskiej teorii ostatecznej¹³⁸. Odkrycie zasad podstawowych stanowiłoby – zdaniem filozofa – kres działalności poznawczej, co doskonale wpisuje się w tematykę teorii finalnych¹³⁹. Inny element systemu Platońskiego wiąże się z przekonaniem o matematyczności przyrody i jego racjonalistycznymi poglądami na estetykę¹⁴⁰. Piękno przyrody wynikać miało m.in. z tego, że jej funkcjonowanie stanowiło odbicie wyrażanych liczbowo stosunków idealnych.

Najważniejszą kwestią pozostaje jednak problem Platońskiej ontologii i hierarchicznej budowy rzeczywistości. Na szczycie piramidy bytów znajdowały się zasady podstawowe: Jedno i Diada, a dalej świat idei, poziom „pośrednich” bytów matematycznych, wreszcie elementy świata zmysłowego. Pomiedzy poszczególnymi poziomami ontologicznymi miała zachodzić ściśle określona, jednokierunkowa relacja przyczynowo-skutkowa (istnienie indywiduów poziomu niższego było uzależnione od istnienia obiektów położonych wyżej).

Przekonanie o celowości i harmonii uniwersum skłoniło Platona do wiary w istnienie czynnika kreującego świat – Demiurga. Podstawową zasadą, według której Demiurg konstruował obserwowalny kosmos, było dążenie do tego, aby uczynić go najlepszym z możliwych. Bóg filozofii Platońskiej wyprowadzał świat ze stanu chaosu, ale – odmiennie niż w tradycji judeo-chrześcijańskiej – nie stwarzał go z nicości. Świat materialny był tworzony przez Demiurga na wzór wiecznych idei¹⁴¹. Kreując świat, opierał się na Jednym – tożsamym z istotą Dobra. Platoński Bóg wprowadzał owo dobro do zasady materialnej za pośrednictwem relacji matematycznych¹⁴².

Przyczyna materialna to ostatni z elementów „ontologicznej układanki” Platona. Materia, podobnie jak Demiurg i idee, była obdarzona bytem wiecznym i postrzegana jako elementarny, bezkształtny składnik pozbawionego tego waloru, bo stworzonego mocą boską świata. To właśnie cechy tej zasady powodowały, że rzeczywistość zmysłowa nie mogła być uznawana za doskonałą. Własności materii odbierały jej także absolutną celowość. Materia mogła uczestniczyć w świecie inelligibilnym jedynie za pośrednictwem Demiurga – jako odbicie obrazów wiecznych idei. Należy jednak pamiętać, że tym, z czym „mieszala” się zasada materialna, nie były same idee, ale obrazy idei uzyskane za pośrednictwem bytów matematycznych.

Kolejnym obszarem zainteresowań Platona była epistemologia. Skoro świat materialny jest postrzegany jako niedoskonały i pozbawiony cechy absolutnej

¹³⁸ G. Reale, *Historia filozofii...*, t. II, s. 115.

¹³⁹ Platon, *Fedon*, 107 a-b, Warszawa 1958.

¹⁴⁰ L. Schäfer, *Przyroda*, w: E. Martens, H. Schenädelbach, *Filozofia – podstawowe pytania*, tłum. K. Krzemieniowa, Warszawa 1995, s. 512.

¹⁴¹ Platon, *Timajos*, 28 b – 29 a, Warszawa 1986.

¹⁴² Należy zauważyć, iż sama idea dobra nie jest wytworem Demiurga – pojęcie to jest niejako nadrzędne.

celowości, to również nasze jego poznanie nie może z przyczyn obiektywnych prowadzić do znajomości rzeczywistej natury bytu. Platon likwiduje tę trudność poprzez nadanie prymatu poznaniu rozumowemu. Takie rozwiązanie rodzi jednak pytanie o genezę wiedzy na temat niedostrzegalnych w świecie materialnym idei. Filozof rozstrzyga tę kwestię poprzez odwołanie do teorii *anamnezy*.

System Platoński opisywał także naturę czasu, a raczej aktu jego stworzenia. Autor koncepcji udzielił oryginalnej odpowiedzi na pytanie o pochodzenie czterech żywiołów podstawowych, wiążąc proces ich powstawania z określonymi własnościami geometrycznymi i matematycznymi. Wykorzystując podobny schemat rozumowania, wyjaśnił zagadkę genezy duszy, stanowiącej właściwy pomost pomiędzy sferą metafizyczną i materialną.

Koncepcja Platona stanowi pewną zamkniętą całość. Przez pryzmat jego kosmologii postrzegany jest bowiem także człowiek (w wymiarze fizycznym, etycznym i społecznym). Wątki polityczne i kosmologiczne spletały się w filozofii Platona wielokrotnie, czyniąc jego propozycję jedną z najbardziej okazałych i uniwersalnych wizji systemowych w dziejach całej filozofii zachodniej.

Kolejną próbę opisu rzeczywistości podjął inny wielki filozof starożytności – Arystoteles. Diogenes Laertios określił Arystotelesa mianem nieodrodnego ucznia Platona. Trzeba jednak zaznaczyć, że jego podejście do spuścizny wielkiego poprzednika było raczej krytyczne, a opracowana koncepcja, choć bazująca na platonizmie, stanowiła jeden z najoryginalniejszych elementów dorobku kultury zachodniej. Wychowany w duchu platońskiego idealizmu Arystoteles był jednak z natury realistą. Ogromny wpływ na sposób uprawiania filozofii przez Stagirytę miała bez wątpienia jego fascynacja naturą. Obdarzony duszą przyrodnika filozof nie podważał roli poznania zjawiskowego i być może właśnie z tego powodu matematyka nie odgrywała w jego rozważaniach tak znaczącej roli, jak miało to miejsce w filozofii Platona. Arystoteles krytykował również Platońską naukę o ideach, nie deprecjonując jednak wiary w istnienie rzeczywistości ponadzmysłowej¹⁴³. Jego zainteresowania obejmowały niemal wszystkie sfery aktywności intelektualnej. Na szczególną uwagę, w kontekście analizowanych zagadnień, zasługują jednak Arystotelesowskie badania z zakresu metafizyki i fizyki.

Wykładnię tego, co określamy mianem Arystotelesowskiej teorii ostatecznej, można odnaleźć w rozważaniach z zakresu metafizyki, zwanej filozofią pierwszą, oraz w dziele pt. *Fizyka*. Zagadnieniom metafizycznym Arystoteles nadawał znaczenie fundamentalne, stawiając je w centrum wszelkiej refleksji filozoficznej¹⁴⁴. Do naczelnych zadań metafizyki należało określenie zasad pierwszych, które zostały podzielone na cztery podstawowe kategorie (przyczyny: formalna, materialna, sprawcza, celowa). Zestaw ten został uzupełniony dwo-

¹⁴³ G. Reale, *Historia filozofii...*, t. II, ss. 381, 386.

¹⁴⁴ Arystoteles, *Metafizyka*, Ks. A I, 983 a.

ma dalszymi czynnikami: zasadą ruchu niebios oraz najważniejszą z przyczyn – koncepcją Nieruchomego Poruszyciela.

Metafizyka miała dodatkowo zajmować się badaniem samego bytu. Byt substancjalny był postrzegany jako całość składająca się z formy i materii. Synteza obu elementów prowadziła do wyodrębnienia trzeciej z kategorii ontologicznych arystotelizmu – *synolonu*. Arystoteles pojmował formę w kontekście własności gatunkowych, ogólnych i pojęciowych, materię zaś jako pierwotne, wieczne, nieukształtowane i nieokreślone podłoże wszelkiego bytu. Perspektywa arystotelesowska stanowiła istotne *novum*. Wczesnogrecy filozofowie natury utożsamiali substancję z pierwiastkiem materialnym, natomiast Platon umiejscawiał ją w świecie idei. Stagiryta postanowił dokonać *unifikacji* obu tych punktów widzenia, postrzegając substancję jako wypadkową wcześniejszych rozwiązań. Wszystkie te czynniki, choć równie niezbędne, różniły się jednak w ontologii Arystotelesowskiej hierarchicznie. System wyjaśniania zjawisk zaproponowany przez Arystotelesa opierał się na czterech podstawowych zasadach: opisanych wyżej materii i formie oraz dwóch kategoriach – przyczynie i celu.

Arystoteles postrzegał przyrodę jako substancjalną, jakościową, dynamiczną oraz celową. Natura miała więc funkcjonować dzięki działaniu sił, opisywanych w kategoriach teleologicznych¹⁴⁵. Badania własności ruchu zmusiły go do przyjęcia idei istnienia czynnika boskiego. Świat materialny był ujmowany jako wieczny i podlegający procesowi bezustannej, celowej ewolucji. Rzeczywistość miała więc charakter przyczynowo-skutkowy, przy czym wszelkie przyczyny ułożone były hierarchicznie¹⁴⁶. Rozbicie ontologii na sfery – naturalną i boską – zaowocowało dualizmem o charakterze kosmologicznym (obszar niebieski i obszar podksiężycowy).

Drugim ważnym, z punktu widzenia analizowanych problemów, ogniwem nauki Arystotelesa była jego oryginalna fizyka, zwana również filozofią drugą. Fizyka Arystotelesowska jest uznawana za pierwszą poważną próbę wypracowania jednolitej teorii, zdolnej do opisu i wyjaśnienia wszystkich zjawisk naturalnych. System Stagiryty charakteryzował się wysokim stopniem ogólności, prostoty oraz ogromnymi ambicjami poznawczymi¹⁴⁷. Dziedzina ta analizowała zjawiska z obszaru rzeczywistości zmysłowej¹⁴⁸. Do jej najważniejszych zadań należały badania natury ruchu. Arystoteles już na wstępie swoich rozważań uznał dynamiczny charakter rzeczywistości zmysłowej za pewnik. Następnie

¹⁴⁵ W. Tatarkiewicz, *Historia...*, t. I, s. 114.

¹⁴⁶ Pierwsza przyczyna postrzegana była jako: nieruchoma, niezłożona, niematerialna, duchowa, racjonalna, doskonała, konieczna i określana jako czysty akt. Arystoteles, *Metafizyka*, Ks. A XII, 1072a/1073a.

¹⁴⁷ N. Spielberg, B. D. Anderson, *Mechanika newtonowska i przyczynowość*, w: *iidem*, *Fizyka. Siedem teorii, które wstrząsnęły światem*, tłum. J. Błaszczuk, Warszawa 1997, s. 65.

¹⁴⁸ Należy jednak pamiętać o tym że fizyka Arystotelesowska przypominała raczej obecną ontologię.

wyróżnił cztery podstawowe kategorie ruchu: przemianę, naturalny ruch lokalny – ruch góra/dół, ruch poziomy (wymuszony), ruch niebieski. Z pojęciem ruchu wiązały się również rozważania dotyczące przestrzennych i temporalnych własności Wszechświata. Arystoteles uznawał bowiem kosmos za wieczny, lecz ograniczony. Zaprzeczał jednak tezie o istnieniu próżni¹⁴⁹. Czas traktował natomiast jako swoistą właściwość ruchu pozostającą w związku z duszą¹⁵⁰.

Stagiryta był bez wątpienia pierwszym filozofem, który zmierzył się z zadaniem skonstruowania jednolitej teorii fizycznej. Zbudował on, w oparciu o zestaw prostych założeń początkowych, ogólny i racjonalny system, którego ambicją było wyjaśnienie całokształtu zjawisk fizycznych. Fizyka Arystotelesa została poddana przez potomnych miażdżącej krytyce, ale jej wpływy w niektórych kręgach kulturowych widoczne są także współcześnie. Ciekawostką może być fakt, iż uznana za dogmat fizyka Arystotelesowska jest nadal wykładana na niektórych uniwersytetach islamskich.

Przekonanie o możliwości sformułowania niesprzecznego, finalnego i niepodważalnego opisu rzeczywistości znalazło swój wyraz także w filozofii XVII i XVIII wieku, m.in. w poglądach Kartezjusza i Leibniza. W propozycjach obu filozofów na pierwszy plan wysuwa się tendencja do poszukiwań uniwersalnego języka nauki oraz zunifikowanej metody badawczej. Kartezjańska idea budowy teorii ostatecznie racjonalizującej opis świata jest znana w filozofii pod nazwą *mathesis universalis*¹⁵¹. Francuski filozof głosił możliwość sformułowania jednej uniwersalnej metody badań naukowych – rodzaju supermetodologii, czyniącej poznanie naukowe pewnym i niepodważalnym. Drogą do osiągnięcia tego celu miała być formalizacja i matematyzacja nauk, która w rezultacie prowadziła do unifikacji całej wiedzy. Podstawę propozycji Kartezjusza tworzyły dwie naczelne zasady: koncepcja nowej uniwersalnej matematyki oraz idea ruchu mechanicznego. Sprowadzenie opisu funkcjonowania przyrody do jednej (mechanicznej) kategorii praw pozwalało żywić nadzieję na opracowanie schematu naukowego, umożliwiającego wyjaśnienie ogółu analizowanych zjawisk w sposób całościowy, a jednocześnie jasny, precyzyjny i niepodważalny. Kartezjusz sformułował ponadto dyrektywy metodologiczne, które miały stanowić fundament nowego sposobu uprawiania nauki¹⁵².

Gwarantem prawdziwości poznania, stanowiącym jednocześnie kryterium prawdziwości były dwie jego intuicyjne własności: jasność i wyrazistość¹⁵³. Metoda Kartezjańska miała prowadzić do usprawnienia zdolności poznawczych

¹⁴⁹ Arystoteles, *Fizyka*, Ks. IV, 5, 212b.

¹⁵⁰ Ibidem, Ks. IV, 218b/219a.

¹⁵¹ R. Descartes, *Prawidła do kierowania umysłem*, tłum. L. Chmaj, Warszawa 1937, s. 35.

¹⁵² R. Descartes, *Rozprawa o metodzie właściwego kierowania rozumem i poszukiwaniu prawdy w naukach*, tłum. T. Boy-Żeleński, Kraków 2006, s. 17.

¹⁵³ M. Heller, *Filozofia przyrody*, Kraków 2005, s. 69.

człowieka, co umożliwiłoby nauce odkrywanie jasnych i wyrazistych praw¹⁵⁴. Wykazanie tych cech zwalniało, zdaniem francuskiego filozofa, od konieczności poszukiwania dalszych uzasadnień i dowodów¹⁵⁵. Swoistym bastionem wyrazistości wiedzy były – według Kartezjusza – nauki matematyczne, toteż nową metodologię nauk wzorował on na arytmetyce¹⁵⁶. Taki schemat postępowania naukowego (i taką jego metodę) uznawał za uniwersalny zakresowo¹⁵⁷. Dążąc do unifikacji wiedzy, głosił potrzebę uściślenia wszystkich dyscyplin badawczych analogicznie do rozumowania matematycznego, koncentrującego się na ilościowych aspektach poznania i dającego szansę na rozpatrywanie całej rzeczywistości w kategoriach geometrycznych i mechanicznych. Metoda analityczna i wizja matematyzacji były postrzegane jako przyczynek do skonstruowania jednej zunifikowanej supernauki, wspomnianej *mathesis universalis*. Na wskroś mechanistyczny i matematyczny projekt nauki kartezjańskiej nie mógł jednak funkcjonować bez idei Boga.

Kartezjusz opisywał obiekty fizyczne jedynie w kategoriach geometrycznych, a ich zmianom nadawał charakter mechaniczny. Na sposób mechaniczny pojmował również życie i wszelkie reakcje fizjologiczne¹⁵⁸. Fizyka Kartezjańska przez długi czas stanowiła silną konkurencję dla mechaniki Newtonowskiej¹⁵⁹. Co więcej, propozycja Kartezjusza charakteryzowała się wysokim stopniem uniwersalności, stosując się do niemal wszystkich klas zjawisk – od geologii począwszy, poprzez fizykę i chemię, na medycynie kończąc.

Kolejnym myślicielem, który marzył o zbudowaniu systemu ostatecznie rozwiązującego wszystkie zagadki filozofii, był Gottfried W. Leibniz. Wiara w możliwość skonstruowania uniwersalnego języka nauki była jednym z najważniejszych katalizatorów aktywności badawczej Leibniza. Bez przesady można stwierdzić, że stała się ona nawet jego *idee fixe*. Niemiecki filozof nie akceptując wieloznaczności i braku precyzji języków naturalnych, postulował konieczność sformułowania języka uniwersalnego zgodnie z zasadami matematycznymi. Koncepcja nowego języka nauki i filozofii spletała się w systemie Leibniza z ontologiczną wizją świata. Przyroda w jego propozycji jawi się jako system harmonijny, funkcjonujący niczym precyzyjny zegar.

¹⁵⁴ R. Descartes, *Rozprawa o metodzie...*, ss. 17-19.

¹⁵⁵ M. Heller, *Filozofia...*, s. 70.

¹⁵⁶ G. Rodis-Lewis, *Kartezjusz i racjonalizm*, Warszawa 2000, s. 32.

¹⁵⁷ R. Descartes, *Rozprawa o metodzie...*, s. 44.

¹⁵⁸ Zob. J. Cottingham, *Descartes. Kartezjańska teoria umysłu*, tłum. J. Hołówska, Warszawa 1998, s. 6-8, Kartezjusz, *Rozprawa o metodzie...*, ss. 31-41, G. Rodis-Lewis, *Kartezjusz...*, ss. 65-69.

¹⁵⁹ Kartezjusz zakwestionował istnienie próżni. W jego systemie ruch nie mógł być opisywany jako zajmowanie przez obiekty fizyczne kolejnych pustych fragmentów przestrzeni. W celu wyjaśnienia powstałych problemów sformułował tzw. teorię wirów. Zob. A. K. Wróblewski, *Historia fizyki*, Warszawa 2006, ss. 117-120.

Filozof sprzeciwiał się geometrycznemu mechanicyzmowi Kartezjusza¹⁶⁰. Obaj myśliciele odmiennie charakteryzowali również naturę Boga, który w ich systemach zajmował ważną pozycję. O ile bowiem Kartezjusz uznawał Boga za stwórcę zasad logiki i praw natury, o tyle Leibniz stawiał metafizyczny znak równości pomiędzy ideą Boga a tym, co w konstytucji świata logiczne. Prawdziwość poznania gwarantowało w systemie Leibniza podobieństwo natury umysłu ludzkiego i boskiego¹⁶¹. Postulowana epistemologia była nierozzerwalnie związana z jego poglądami metafizycznymi. Niemiecki filozof twierdził, że struktura układu idei znajdujących się w umyśle ludzkim jest izomorficzna z boskim porządkiem świata (najlepszego z logicznie możliwych). Ład ten wyraża się zaś w relacjach matematycznych¹⁶² i może być scharakteryzowany jedynie za pomocą odpowiedniego języka, prowadzącego do twierdzeń prawdziwych i niepodważalnych. To właśnie walory poznania matematycznego – jednoznaczność i ostrość pojęć – stanowiły dla Leibniza główną zaletę takiego modelu opisu zjawisk, stanowiąc zarazem podstawę jego wiary w możliwość skonstruowania *lingua universalis*. Proponowana reforma procedur naukowych pomyślana była jako krok w kierunku usprawnienia wszelkiej praktyki badawczej. Leibniz twierdził, że „pozyskiwanie wiedzy” zgodnie z nowymi dyrektywami metodologicznymi mogłoby przebiegać w sposób niemal maszynowy, a jego efektywność nie byłaby uzależniona, podobnie jak w propozycjach Bacona¹⁶³, od zdolności konkretnych jednostek¹⁶⁴.

O ile więc Kartezjusz poszukiwał przede wszystkim jednej wszechogarniającej metodologii, o tyle Leibniz dążył raczej do skonstruowania narzędzia językowego jednoczącego całą dotychczasową wiedzę oraz ostatecznie rozwiązującego problemy natury filozoficznej. Jego marzenie było związane z ideą sformułowania sztucznego, racjonalnego języka pozwalającego unikać wieloznaczności i nieostrości terminów występujących w językach naturalnych. Leibniz wzywał ponadto do zdefiniowania ogółu terminów elementarnych występujących w ramach systemu językowego oraz określenia ich hierarchii i relacji wiążących pojęcia proste i złożone. Kolejny krok na drodze do skonstruowania uniwersalnego języka nauki miała stanowić jego pełna formalizacja i aksjomatyzacja.

Projekt Leibniza był niezwykle ambitny i prowadził potencjalnie do rozwiązania problemów filozoficznych, które – zdaniem niemieckiego filozofa – wynikały

¹⁶⁰ G. W. Leibniz, *Rozprawa metafizyczna*, w: idem, *Wyznanie wiary filozofa*, tłum. S. Cichowicz, Warszawa 1969, ss. 120-121.

¹⁶¹ Idem, *Nowe rozważania dotyczące rozumu ludzkiego*, t. II, Warszawa 1955, s. 11.

¹⁶² Idem, *DIALOG o powiązaniu słów i rzeczy oraz o naturze prawdy*, w: idem, *Wyznanie wiary...*, s. 79.

¹⁶³ Na temat Baconowskich poglądów metodologicznych zob. F. Bacon, *Novum organum*, Warszawa 1955.

¹⁶⁴ H. Świączkowska, *Algorytmiczność poznania według Leibniza*, w: M. Heller, J. Mączka (red.), *Jedność nauki...*, ss. 179-180.

w głównej mierze z niedoskonałości języków naturalnych¹⁶⁵. Leibniz nigdy nie dokończył dzieła aksjomatyzacji języka filozofii, jego marzenie odżywało jednak w późniejszej nauce wielokrotnie (David Hilbert, Rudolf Carnap). Podobnie propozycja Kartezjusza nie doprowadziła do opracowania nowej uniwersalnej metodologii, a jego wizja fizyki musiała ustąpić miejsca jednej z największych idei w dziejach nauk fizycznych – mechanice Newtonowskiej. Oba myśliciele można jednak zaliczyć do grona poszukiwaczy teorii ostatecznych. W przypadku pierwszego z nich marzenie to miało być realizowane głównie na bazie metodologicznej, a w przypadku drugiego – na gruncie językowym.

Wątki finalne odnajdujemy również w doktrynie Hegłowskiej, uznawanej za najdojrzałszy wytwór idealizmu niemieckiego (transcendentalnego). Podobnie jak Fichte i Schelling, tak i Hegel poszukiwał na gruncie filozofii rozstrzygnięć ostatecznych. Jego propozycja zawierała przede wszystkim rozważania o charakterze historiozoficznym. Wnikliwy opis procesu historycznego i jego mechanizmów nie abstrahował jednak od analiz dotyczących samej przyrody. Historia była pojmowana jako proces rozwoju wolności, którą Hegel rozumiał w kategoriach „stanu samoświadomej egzystencji w racjonalnie urządzonej wspólnocie, w rozumnym państwie”¹⁶⁶. W filozofii Hegła wątki ontologiczne łączą się w nierozzerwalny sposób z rozważaniami logicznymi. Pozostając wiernym tradycji idealistycznej, Hegel uznawał rzeczywistość za sferę zależną od myśli, w której poszukiwał genezy wszelkiego bytu, co w połączeniu z tezą o tożsamości obu wspomnianych obszarów kazało mu ujmować proces rozwoju świata w kategoriach czysto logicznych¹⁶⁷. Hegłowska rzeczywistość miała wyraźnie dynamiczny charakter, a schemat jej ewolucji odznaczał się nomologicznością i nieprzypadkowością. Ów porządek opierał się na zasadzie dialektycznej, która w filozofii Hegłowskiej pełniła co najmniej podwójną rolę:

- schematu ewolucji rzeczywistości,
- logicznej zasady (elementarnego mechanizmu) rozwoju,

Hegel rozumiał świat jako stale ewoluującą substancję duchową, w której przyroda i ludzkość stanowią jedynie etapy rozwoju Ducha Absolutnego (Absolutu)¹⁶⁸. Niemiecki filozof postawił przed sobą cel niezwykle ambitny – pragnął bowiem na bazie kilku prostych założeń wyjściowych, korzystając z jednej metody logicznej – prawa dialektyki, wyprowadzić¹⁶⁹ wszelkie możliwe postacie rozwijającego się ducha.

¹⁶⁵ J. Woleński, *Epistemologia*, s. 86.

¹⁶⁶ S. Blackbourn, *Oxfordzki słownik filozoficzny*, tłum. C. Cieśliński, Warszawa 1997.

¹⁶⁷ T. Kroński, *Hegel i jego filozofia dziejów*, w: G. W. F. Hegel, *Wykłady z filozofii dziejów*, t. 1, Kraków 1958, s. XX.

¹⁶⁸ G. F. W. Hegel, *Wykłady z filozofii dziejów*, t. I, s. 25.

¹⁶⁹ Należy jednak zauważyć, że siła Hegłowskiej dialektyki nie leży w tradycyjnie rozumianej dedukcji. Zasada dialektyczna nie może być sformalizowana w ramach logiki klasycznej (prawo niesprzeczności). Mimo wykorzystywania propozycji Hegłowskich w ramach logik parakonsy-

W propozycji Hegla katalizatorem dialektycznego mechanizmu zmienności Absolutu była sprzeczność powstająca w sposób naturalny pomiędzy różnymi formami bytu¹⁷⁰. Schematowi tego procesu nadał Hegel konstrukcję triadyczną; tezie (idea) – pierwotnej formie bytu została przeciwstawiona w procesie historycznym jej antyteza – (przyroda) i w wyniku dialektycznego starcia obu tych kategorii miała wyłonić się trzecia postać bytu – duch stanowiący syntezę obu wcześniejszych form. Każdemu z trzech elementów odpowiadały odrębne działy filozofii – logika, filozofia przyrody i filozofia ducha.

Duch miał przechodzić w trakcie swojego rozwoju trzy dialektyczne fazy: ducha subiektywnego, ducha obiektywnego i ducha absolutnego¹⁷¹. Ewolucja ta miała charakter finalny – jej końcowy etap był kojarzony z ostatnią z wymienionych kategorii, w której rozwijający się dialektycznie duch uzyskuje stan samowiedzy. Hegel próbował ten prosty mechanizm zastosować do opisu ogółu zjawisk, w tym także przyrodniczych. Niestety, na tym polu analizy Hegłowskie trudno byłoby uznać za sensowne¹⁷². Jego poglądy znalazły jednak szerokie zastosowanie w badaniach z zakresu teorii państwa i prawa, historii oraz etyki. To właśnie na przykładzie teorii państwa, podobnie jak w zarysowanej wyżej metafizyce Hegłowskiej, szczególnie wyraźnie manifestują się finalistyczne dążenia twórcy systemu. Hegel uznawał państwo za najwyższy, konieczny szczebel ewolucji ducha obiektywnego – ucieleśnienie racjonalnie pojmowanej wolności. Całą historię powszechną, łącznie z wydarzeniami nadzwyczajnymi, pojmował w szerszej perspektywie historiozoficznej jako konieczny, sterowany logiką dziejów rozwój idei. Hegel uważał proces rozwoju dziejów za potencjalnie skończony, za skończoną uznawał również samą filozofię. Jedynie perspektywiczne, całościowe spojrzenie na spuściznę filozoficzną pozwala na uchwycenie jej sensu oraz prawdy, której na próżno doszukiwalibyśmy się w poszczególnych nurtach czy orientacjach – tkwi ona bowiem nie w indywidualnych wydarzeniach, ale w całościach jej historycznej ewolucji. Co ciekawe, mimo takich deklaracji Hegel określił własną propozycję jako ukoronowanie dotychczasowej refleksji filozoficznej (!). Jest to zastanawiające w przypadku myśliciela, który odmawiał absolutnej prawdziwości jakiegokolwiek jednostkowej filozofii, uznając ją za potencjalnie prawdziwą jedynie w kontekście miejsca i roli, jaką odgrywa ona w ogólnym dynamicznym schemacie rozwoju dziejów. Jak widać, reguła ta zakładała jeden wyjątek – system Hegla.

stentnych, trudno jednoznacznie stwierdzić, na ile te idee mogą podlegać typowym wymogom klasycznej formalizacji.

¹⁷⁰ Pojęcie bytu jest definiowane w systemie Hegłowskim bardzo szczegółowo, w tej pracy zostanie przeanalizowany jedynie schemat jego ewolucji. Szerzej: G. W. F. Hegel, *Nauka logiki*, t. I, tłum. A. Landman, Warszawa 1967, ss. 88-91; idem, *Encyklopedia nauk filozoficznych*, tłum. Ś. F. Nowicki, Warszawa 1990, ss. 143-162.

¹⁷¹ T. Kroński, *Hegel i jego filozofia dziejów*, w: G. W. F. Hegel, *Wykłady z filozofii...*, s. XXIV.

¹⁷² Zob. G. W. F. Hegel, *Encyklopedia nauk...*, s. 286.

Heglizm to jeden z najciekawszych przykładów filozoficznej teorii ostatecznej. Stanowi on próbę pełnej racjonalizacji całego spektrum zjawisk (przyrody, polityki, religii czy filozofii). Zadanie to jest realizowane przez zastosowanie jednej, uniwersalnej zasady nomologicznej (prawa dialektyki). Ponadto rozumiana po heglowsku ewolucja dziejów ma charakter teleologiczny – zarówno na gruncie metafizycznym, jak i polityczno-społecznym.

Wiara w moc dialektyki znalazła swoje kolejne wcielenie w filozofii marksistowskiej. Marks odrzucił jednak idealistyczne tło systemu twórcy *Fenomenologii ducha*, osadzając procedurę dialektyczną na gruncie materialistycznym. Filozoficzną podstawę marksizmu i jego form rozwojowych stanowił materializm dialektyczny, zapoczątkowany pracami Marksa i Engelsa, a rozwijany następnie m.in. przez Włodzimierza I. Lenina, Różę Luksemburg czy Lwa Trockiego. Marksizm, jeżeli można tu użyć jednego zbiorczego określenia, podzielił się na wiele różnych, często ostro zwalczających się nurtów (np. trockizm, leninizm, maoizm czy filozofię Dżucze). Podstawą materializmu dialektycznego było przekonanie o materialnym charakterze całej rzeczywistości. W systemie tym materia jest postrzegana jako: wieczna, niezniszczalna i racjonalna (podlegająca obiektywnym prawom)¹⁷³. Jednym z głównych założeń tej orientacji była jedność rzeczywistości przyrodniczej i społecznej¹⁷⁴.

Teoria polityczna, która wyrosła na bazie podstawowych założeń filozoficznych Marksa i Engelsa może być zaliczona do klasy teorii finalnych i to nie tylko dlatego, że jak – twierdzili marksiści – opisywała podstawowe mechanizmy wszelkich przemian społeczno-ekonomicznych, ale także kreowała wizję ostatecznego systemu, finalnej fazy dialektycznej walki idei. Marksizm traktował sprzeczności jako źródło rozwoju społecznego¹⁷⁵. Wszelkie zmiany społeczne oraz dynamikę procesu historycznego ujmował w kategoriach ekonomicznych (problem własności środków produkcji). W tym kontekście tłumaczono podział społeczeństwa na klasy (właścicieli i pracowników), które prezentując różne interesy i dążąc do innych celów, stanowiły wzajemną przeciwwagę, rozpatrywaną w kategoriach dialektyki¹⁷⁶. Potraktowanie obu klas jako odrębnych, antagonistycznych jakości pozwala uchwycić uniwersalny charakter procesu dialektycznego sterującego w sposób obiektywny procesem historycznym. Ten prosty model pozwalał postrzegać całość zjawisk przez pryzmat bezustannej walki klas. Komunizm miał się stać ostateczną formacją społeczno-ekonomiczną, ponieważ postulowana rewolucja prowadziłaby nie do zmiany pozycji

¹⁷³ Główne prawa dialektyki to: a) prawo przechodzenia ilości w jakość, b) prawo wzajemnego przenikania się przeciwieństw, c) prawo zaprzeczenia zaprzeczenia. Za: F. Engels, *Dialektyka przyrody*, tłum. T. Zabłudowski, Warszawa 1953, s. 52.

¹⁷⁴ Zob. L. Nowak, *U podstaw dialektyki marksowskiej*, Warszawa 1977, ss. 32-34.

¹⁷⁵ M. Rozental i. in., *Historia dialektyki marksistowskiej. Od etapu marksizmu do etapu leninowskiego*, tłum. S. Jędrzejewski, Warszawa 1977, s. 532.

¹⁷⁶ L. Kołakowski, *Główne nurty marksizmu. Część I: Powstanie*, Poznań 2001, s. 176.

określonych grup, ale do ich zasadniczej likwidacji¹⁷⁷. Skoro podłoże wszelkich przemian społecznych ma charakter ekonomiczny, a głównym powodem jego niestabilności jest nienaturalny podział środków produkcji, to oczywiste jest, że po rozwiązaniu tego problemu system przestaje generować konflikty, dające wcześniej impuls do zmiany panujących porządków społeczno-ekonomicznych. Marksizm nadawał całemu procesowi historycznemu charakter nomologiczny, proponując jednocześnie racjonalne i logiczne rozwiązanie jego problemów. Należy zauważyć, że sam komunizm nie był traktowany jako abstrakcyjna idea, ujmowano go raczej w kategoriach konieczności dziejowej¹⁷⁸.

Niepowodzenie komunizmu, a co za tym idzie – odrzucenie wiary w ostateczność proponowanego systemu, analizowano wielokrotnie, doszukując się źródeł jego katastrofy na różnych płaszczyznach (filozoficznej, historycznej, naukowej). Wydaje się, że to właśnie czynnik ekonomiczny najwyraźniej podważył zasadność promowanego przez marksistów podejścia. Klasycy myśli socjalistycznej podkreślali często, że najlepszym sprawdzianem prawdziwości twierdzenia lub proponowanego rozwiązania jest jego skuteczność w działaniu. Na to kryterium powoływali się m.in. Marks¹⁷⁹ Engels¹⁸⁰ i Stalin¹⁸¹. Marks podkreślał ponadto fundamentalne znaczenie stosunków ekonomicznych dla wszystkich sfer życia społecznego. Skoro więc komunizm zakończył się katastrofą ekonomiczną, trudno byłoby uznać prezentowaną przezeń wizję ostatecznej fazy procesu dziejowego za sensowną, zwłaszcza że także wiele spośród marksowskich przewidywań dotyczących ewolucji kapitalizmu okazało się nietrafionych.

Wiara w istnienie ostatecznego, pozbawionego wewnętrznych sprzeczności, stabilnego systemu politycznego odżyła u schyłku XX wieku za sprawą amerykańskiego filozofa i politologa Francis Fukuyamy. W swoich dwóch książkach (*Koniec historii*¹⁸² i *Ostatni człowiek*) Fukuyama zaprezentował inspirowaną poglądami Hegla, Aleksandre'a Kojève'a i Marksa wizję logiki procesu dziejowego. Jego analizy wywołały ogromne zainteresowanie w środowiskach filozofów, historyków, politologów i ekonomistów, czyniąc go jednym z najpopularniejszych intelektualistów ostatniej dekady XX wieku.

Poglądy Fukuyamy ogniskują się wokół tezy o wyższości liberalnej demokracji nad innymi formami rządów¹⁸³. Jego zdaniem, zwycięstwo ideałów

¹⁷⁷ K. Marks, F. Engels, *Ideologia niemiecka*, t. I, w: iidem, *Dzieła*, t. III, Warszawa 1975, ss. 77-78.

¹⁷⁸ L. Kołakowski, *Główne nurty...*, s. 191; K. Marks, F. Engels, *Ideologia...*, s. 38.

¹⁷⁹ K. Marks, *Tezy o Feuerbachu*, w: K. Marks, *Pisma wybrane. Człowiek i socjalizm*, Warszawa 1979, s. 225.

¹⁸⁰ L. Kołakowski, *Główne nurty...*, s. 480.

¹⁸¹ D. Joravsky, *The Lysenko Affair*, Cambridge 1970, s. 95.

¹⁸² Pozycja ta stanowiła rozwinięcie tez zaprezentowanych po raz pierwszy w artykule opublikowanym na łamach czasopisma „The National Interest”. F. Fukuyama, *Koniec historii?*, w: I. Lasota (red.), *Czy koniec historii?*, „Konfrontacje” 13, Pomost, Warszawa 1991, ss. 7-36.

¹⁸³ F. Fukuyama, *Ostatni człowiek*, tłum. T. Bieroń, Poznań 1997, s. 9.

liberalnych należy uznać za ukoronowanie procesu historycznego – „ostatnią fazę ideologicznej ewolucji ludzkości”¹⁸⁴. Fukuyama nie pozostaje oczywiście obojętny wobec problemów współczesnych społeczeństw demokratycznych, uznając je jednak nie tyle za oznaki wewnętrznej słabości samych systemów, ile za wynik niepełnej realizacji zasad wolności i równości.

Wiele kontrowersji wzbudziła również wskrzeszona przez Fukuyamę, a nawiązująca do spuścizny filozofii Hegla i Marksa¹⁸⁵ wizja historii jako procesu linearnego, spójnego i postrzeganego w kategoriach ukierunkowanej ewolucji. W takim ujęciu dzieje są wynikiem dążenia do realizacji podstawowych pragnień jednostek. Koniec historii w ujęciu Fukuyamy nie oznacza oczywiście kresu wydarzeń historycznych i politycznych, ale zahamowanie ewolucji podstawowych zasad oraz instytucji funkcjonujących na bazie liberalnej demokracji. Zdaniem Fukuyamy, naturalny pęd społeczeństw ku demokracji i kapitalizmowi należy rozpatrywać na gruncie czynników ekonomicznych oraz Heglowskiej „walki o uznanie”. Wzorec kierunkowości rozwoju historii jest tożsamy ze schematem rozwoju nauk przyrodniczych, które w znaczącym stopniu przyczyniły się do ujednoczenia społeczeństw cywilizowanych.

Model oparty na wynikach nauk przyrodniczych stanowi podstawę do wyjaśnienia ekonomicznych aspektów procesu ewolucji dziejów, nie odpowiada jednak na pytanie o przyczyny powszechnej tendencji do demokracji¹⁸⁶. Fukuyama odwołuje się do koncepcji Heglowskiej, w której historia jest postrzegana przez pryzmat walki o uznanie. Walka o prestiż doprowadziła do pierwotnego podziału społeczeństw na panów i poddanych. Systemy, w których istniały takie biegunowe podziały, generowały wewnętrzne sprzeczności, które zgodnie z uniwersalnymi prawami dialektyki musiały prowadzić do zmiany panujących stosunków. Sprzeczność ta, zdaniem Hegla, została przezwyciężona dopiero dzięki rewolucji francuskiej, likwidującej tradycyjne relacje (pan – poddany) oraz sankcjonującej godność obywatelską każdej jednostki ludzkiej. Ukonstytuowanie się nowego ładu uznano za ostateczny etap ewolucji dziejów. Hegel wykluczał możliwość stworzenia systemu, który w większym stopniu realizowałby podstawowe potrzeby jednostek.

Nawiązując do tych idei, Fukuyama postrzega historię jako proces sterowany przez trzy główne czynniki: oświecony umysł i potrzebę uznania uprawnień podstawowych (wymiar ekonomiczny) oraz tymotejskie poczucie wartości (wymiar polityczny). Proponowany model stosuje się jednak nie tylko do poszczególnych społeczeństw, znajdując swoje odzwierciedlenie na gruncie geopolitycznym.

¹⁸⁴ F. Fukuyama, *Koniec historii*, tłum. T. Bieroń, M. Wichrowski, Poznań 1996, s. 9.

¹⁸⁵ Ibidem, ss. 102-105.

¹⁸⁶ Należy zwrócić uwagę na to, że przyjęcie demokracji jest w znacznej mierze aktem racjonalnym, „decyzją podjętą z pełnym rozmysłem”. Zob. F. Fukuyama, *Ostatni człowiek*, ss. 38-39.

Fukuyama zastanawia się także nad trwałością systemów demokratycznych. Formułując tezę, że ich zewnętrzni wrogowie (np. nacjonalizmy i fundamentalizmy) nie stanowią rzeczywistej przeciwwagi dla świata liberalnego, stawia pytanie o spójność demokracji. Jego odpowiedź wskazuje jednak na to, że systemy takie są pozbawione wewnętrznych, a więc generujących konflikty, sprzeczności. Fukuyama zgadza się z tezą A. Kojève, że „uniwersalne państwo homogeniczne”, w jego ujęciu przybierające postać liberalnej demokracji, zaproponowało ostateczne rozwiązanie najważniejszego problemu historii, eliminując konfliktogenną relację pan – poddany. Choć Fukuyama dostrzega napięcia, jakie mogą powstawać w społeczeństwach pohistorycznych, to odrzuca możliwość zastąpienia liberalnej demokracji innym, dającym możliwość odrodzenia się i dominacji *thymos*, systemem politycznym¹⁸⁷.

Amerykański filozof identyfikuje jednak pewne problemy pojawiające się na gruncie systemu liberalnego¹⁸⁸. W jego opinii, dobrobyt i wolność w ramach społeczeństw liberalnych mogą okazać się niewystarczające do zaspokojenia tego, co sam utożsamiał z Nietzscheńską wolą mocy. Mimo to w analizach Fukuyamy dostrzegamy przekonanie, że koniec historii dokonał się za sprawą demokracji liberalnej, a jego propozycja jawi się jako przykład tego, co można określić mianem teorii ostatecznej, dla której odniesieniem jest nie tylko proces dziejowy, ale i ekonomiczna struktura społeczeństw¹⁸⁹. Zdaniem większości komentatorów zaprezentowana diagnoza procesu dziejowego jest jednak błędna¹⁹⁰.

Pierwsze racjonalne propozycje rozstrzygnięć finalnych formułowane były na gruncie filozofii. Echa tendencji do poszukiwania wyjaśnień ostatecznych widoczne są zarówno w wymiarze ontologicznym i epistemologicznym, jak i historiozoficznym czy społecznym. Co ważne, marzenie o teorii ostatecznej, obecne w filozofii od zarania jej dziejów, jest także spotykane w orientacjach współczesnych. Przekonanie o możliwości sformułowania finalnego modelu opisującego schemat funkcjonowania rzeczywistości manifestuje się jednak obecnie przede wszystkim w naukach przyrodniczych.

¹⁸⁷ Ibidem, s. 189.

¹⁸⁸ Ibidem, s. 162.

¹⁸⁹ Propozycja Fukuyamy była żywo dyskutowana, a niektóre z jego przewidywań okazały się nad wyraz trafne, np. jedną z konsekwencji upadku europejskich systemów komunistycznych miało stanowić względne uspokojenie się sytuacji międzynarodowej; teza ta znalazła swoje potwierdzenie w wynikach badań empirycznych. G. Easterbroock, *The End of War?*, „The New Republic” z 30.05.05, <http://ssl.tnr.com/p/docsub.mhtml?l=20050530&s=easterbroock053005> (12 III 2009).

¹⁹⁰ *Rewolucja u bram*, ze S. Żiżkiem rozmawia J. Żakowski, Tygodnik „Polityka” 10/2005, s. 3.

ROZDZIAŁ III

TEORIE OSTATECZNE W NAUKACH PRZYRODNICZYCH

1. Fizyka Newtonowska

Życzyłbym sobie, byśmy mogli wyprowadzić pozostałe zjawiska Przyrody z zasad mechanicznych, za pomocą tego samego typu rozumowania.

Izaak Newton

Mechanika Newtonowska może być postrzegana jako szkielet całej fizyki klasycznej. Dynamiczny rozwój tej dziedziny wiedzy w wieku XVII był przede wszystkim związany z procesem jej matematyzacji. Termin *mechanika* (od gr. *mechane*) narodził się w czasach antycznych i miał początkowo dwojake odniesienie – zarówno teoretyczne, jak i praktyczne¹. W okresie późniejszym mechanika, stanowiąca obecnie jeden z podstawowych działów nauk fizycznych, zaliczana była raczej do dyscyplin matematycznych.

Paradygmat mechaniki klasycznej dominował w naukach przyrodniczych przez ponad dwa stulecia, będąc wzorcem dla niemal wszystkich działów fizyki. W jej ramach świat materialny był rozumiany jako układ odrębnych, zlokalizowanych ciał, których ruch można opisać za pomocą precyzyjnego języka matematyki. Za ojca mechaniki klasycznej, a także całej klasycznej fizyki uznaje się Izaaka Newtona. Nie można jednak zapominać o wpływie, jaki na kształt stworzonych przez niego koncepcji wywarli tacy uczeni, jak Kepler, Galileusz

¹ Co ciekawe, pierwotnie to pojęcie było związane głównie z urządzeniami wykorzystywanymi w starogreckich teatrach. A. T. Grigorian, *Miechanika ot anticznosti do naszich dneij*, Moskwa 1971, s. 5.

czy Kartezjusz². Znaczenie osiągnięć Newtona wykraczało jednak poza obszar samych nauk fizycznych³. Przez dwa wieki wykładnię Newtonowską postrzegano jako metodologiczny i metafizyczny punkt odniesienia dla wielu autonomicznych dziedzin wiedzy. Oparta na doświadczeniu, a jednocześnie silnie sformalizowana fizyka Newtonowska, będąca realizacją programu Galileusza, pozwoliła na przerzucenie metodologicznego pomostu pomiędzy żądaniami empiryków i postulatami racjonalistów. Propozycja Newtona może być również odczytywana jako rękawica rzucona nie tylko osłabionemu wynikami prac Kopernika i Keplera paradygmatowi Arystotelesowskiemu, ale i popularnej w tamtym czasie fizyce Kartezjańskiej⁴.

Symbolem nowej epoki naukowej, a zarazem punktem zwrotnym w dziejach umysłowości zachodniej stało się wydane w roku 1687 dzieło Newtona pt. *Philosophiae naturalis principia mathematica*⁵. Praca ta przyczyniła się do powstania nowożytnej fizyki, dając też początek erze nauk empirycznych. Za priorytet autor dzieła uznawał odkrycie ostatecznych źródeł opisanych metodami ilościowymi praw natury⁶. Co ciekawe, Newton – współtwórca rachunku różniczkowego i całkowego (w jego terminologii rachunku *fluksji i fluent*) – napisał swoje dzieło w języku geometrii⁷, co znacznie utrudniało recepcję tego i tak już niełatwego dzieła⁸.

W strukturze *Principiów* należy wyróżnić trzy główne warstwy tematyczne:

- a) matematyczną – poświęconą analizie konsekwencji wyprowadzonych drogą formalną z przyjętych praw,
- b) fizyczną – określającą zestaw obowiązujących praw i zasad,
- c) filozoficzną – poszukującą przyczyn owych praw i sił występujących w przyrodzie.

Newton przypisywał najważniejszą rolę ostatniej z wymienionych warstw, uznając komponent filozoficzny za potencjalnie najbardziej perspektywiczny

² R. Briggs, *The Scientific Revolution of the Seventh Century*, New York 1969, s. 72.

³ Aktywność intelektualna Newtona obejmowała niezwykle szeroki zakres zagadnień. Obok działalności naukowej angażował się on także w badania z zakresu ezoteryki. Źródłem inspiracji były dla niego również wątki religijne. Szerzej: A. Leshem, *Newton On Mathematics And Spiritual Purity*, Dordrecht 2003.

⁴ Postać Newtona do dziś wzbudza wiele kontrowersji. Zdaniem większości komentatorów, był on pierwszym uczonym „epoki rozumu”. Według innych (np. Keynesa), Newton zamykał raczej erę nauki przednowożytnej. Zob. D. J. de Solla Price, *Science Since Babylon*, New Haven – London 1967, s. 19.

⁵ Pierwszy angielski przekład dzieła, w tłumaczeniu A. Motte’a (*The Mathematical Principles of Natural Philosophy*), ukazał się w Londynie w roku 1729.

⁶ M. Heller, *Filozofia przyrody*, Kraków 2005, ss. 77-78.

⁷ Wzorem starożytnych Newton utożsamiał matematykę z geometrią.

⁸ Andrzej Kajetan Wróblewski ocenia, że za życia Newtona *Principia* przeczytało i zrozumiało „nie więcej niż pół tuzina uczonych” (m.in. Huygens i Leibniz). Za: A. K. Wróblewski, *Historia fizyki. Od czasów najdawniejszych do współczesności*, Warszawa 2006, s. 133.

element całej swojej pracy. Przewidywania Newtona okazały się nad wyraz trafne, ponieważ obok rozwoju nauk fizycznych jego propozycja stała się podstawą nowej filozoficznej wizji świata. Mechanika klasyczna była bowiem uznawana przez długi czas nie tylko za teorię ostateczną, ale również za uniwersalny wzorzec metodologiczny wszelkiej działalności naukowej⁹.

Podstawowym pojęciem mechaniki klasycznej jest zerowymiarowy punkt materialny. Własności jego ruchu są uzależnione od kilku parametrów liczbowych: położenia, masy i działającej nań siły. Prezentowane podejście znajduje zastosowanie przy opisie własności fizycznych szerokiej klasy obiektów, począwszy od zjawisk astronomicznych, a na – oczywiście w ograniczonym zakresie – cząstkach elementarnych kończąc.

W pierwszej części *Principiów* Newton zdefiniował pojęcia masy, pędu, siły przyłożonej oraz siły dośrodkowej. Następnie w tzw. Scholium (objaśnienie) przedstawił swoje poglądy na temat czasu i przestrzeni. Po części definicyjnej przeszedł do wyprowadzenia zasad dynamiki, opisujących związek pomiędzy przykładanymi siłami i obserwowanymi zmianami ruchu¹⁰.

Pierwsze prawo Newtona, zwane zasadą bezwładności – inercji, głosi iż: ciało pozostaje w stanie spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, dopóki działanie ze strony innych obiektów nie zmieni tego stanu¹¹.

$$a = 0, \text{ gdy } F_{\text{wyp.}} = 0$$

gdzie F jest sumą wektorową zespołu sił działających na ciało.

Zasada ta, sformułowana pierwotnie przez Galileusza, spełniona jest jedynie w inercjalnych układach odniesienia. Według tego prawa, dla podtrzymania prostoliniowego ruchu jednostajnego ciało nie potrzebuje bodźców zewnętrznych. Odnosi się ono także do ciał pozostających w stanie spoczynku.

Drugie prawo Newtona brzmi: szybkość zmiany pędu ciała równa jest sile działającej na ciało¹².

$$F_{\text{wyp.}} = dp/dt$$

Dla ciała o masie stałej siła równa jest iloczynowi masy i przyspieszenia:

$$F = ma$$

Zasada ta głosi, iż przyspieszenie ciała jest wprost proporcjonalne do przyłożonej siły i odwrotnie proporcjonalne do jego masy (dla stałego m).

⁹ Gmach mechaniki Newtonowskiej dzielił się na trzy podstawowe elementy: kinematykę, dynamikę, statykę.

¹⁰ W samych *Principiach* nie znajdziemy jednak formuł, za pomocą których przedstawia się prawa Newtona we współczesnych podręcznikach fizyki. Wzory te sformułowano dopiero w XVIII wieku.

¹¹ I. W. Sawieliew, *Mechanika*, w: idem, *Wykłady z fizyki*, t. I, tłum. H. Ratomska, Warszawa 2002, s. 60.

¹² Ibidem, s. 63.

Trzecie prawo Newtona brzmi: siły, którymi wpływają na siebie oddziałujące ciała, są równe co do wartości i kierunku, lecz przeciwne co do zwrotu¹³.

$$F_{\text{A pochodząca od B}} = - F_{\text{B pochodząca od A}}$$

Dwie pierwsze zasady dynamiki odnoszą się do opisu ruchu pojedynczych obiektów, trzecia zaś pozwala na uwzględnienie sił występujących pomiędzy różnymi ciałami. Newton zauważa, że gdy ciało A działa na ciało B określoną siłą, wtedy ciało B działa na ciało A siłą równą co do wartości, ale o przeciwnym zwrocie¹⁴.

Istotną rolę w mechanice klasycznej odegrały również: zasada zachowania masy i zasada zachowania pędu, lecz jeden z głównych jej filarów stanowiło prawo powszechnego ciężenia. Newton nie był jednak pierwszym uczonym, który podejrzewał, że siła grawitacji może maleć wraz z kwadratem odległości. Przypuszczenia takie wysuwali wcześniej m.in. Robert Hooke oraz Christopher Wren¹⁵. Jednakże dopiero ojciec mechaniki klasycznej zdołał sformułować prawo grawitacji w kategoriach ilościowych, opisując je wzorem o postaci:

$$F_{\text{grav.}} = G m_1 m_2 / r^2$$

gdzie:

- r – odległość między środkami ciał,
- G – stała proporcjonalności,
- m_1, m_2 – masy ciał.

Zasada ta głosi, iż siła, z jaką przyciągają się dwa ciała ważkie, jest wprost proporcjonalna do ich mas i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości środków tych obiektów¹⁶. Jest ona spełniona w przestrzeni trójwymiarowej i przez długi okres nadawano jej charakter uniwersalny¹⁷. Prawo grawitacji nie wyjaśniało niestety natury siły przyciągania, co więcej – miało charakter aczasowy. Prawo powszechnego ciężenia postrzegane jest jednak jako kamień milowy w rozwoju nauki zachodniej. Dzięki jego zastosowaniu oraz wykorzystaniu sformułowanych uprzednio zasad dynamiki Newton zyskał możliwość wyjaśnienia wszystkich rodzajów ruchu – od ruchów planet po lot pocisków – odwołując się do jednej uniwersalnej teorii fizycznej. Zaproponowane koncepcje stanowiły ponadto ważne logiczne uzasadnienie praw Keplera¹⁸. Na podstawie teorii Newtona Urbain J. J.

¹³ Ibidem, ss. 68-69.

¹⁴ D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 1, tłum. M. Łukaszewski, Warszawa 2007, ss. 100-101.

¹⁵ F. E. Manuel, *Portret Izaaka Newtona*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1998, s. 165.

¹⁶ Szerzej: D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 2, Warszawa 2008, ss. 28-30.

¹⁷ Newton może być uznawany za pierwszego wielkiego unitarystę w historii fizyki (unifikacja grawitacji ziemskiej i niebieskiej).

¹⁸ R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1.1, tłum. R. Gajewski i in., Warszawa 2003, ss. 106-108.

Leverrier i John C. Adams zdołali również, niezależnie od siebie, przewidzieć istnienie kolejnej planety w Układzie Słonecznym, co zostało potwierdzone empirycznie w roku 1846 (odkrycie Neptuna)¹⁹. Wydarzenie to uznano za jeden z najważniejszych dowodów potwierdzających poprawność mechaniki Newtonowskiej.

Newton dostrzegał jednak ograniczenia stosowalności własnej koncepcji, m.in. konieczność korygowania zaburzeń pojawiających się w tym, co sam określał mianem „mechanizmu świata”. Ten fundamentalny problem starał się tłumaczyć poprzez odwołanie do ingerencji boskiej²⁰. W podobny sposób wyjaśniał kłopotliwe zagadnienie warunków brzegowych, nie tylko nadając światu celowość, ale wprowadzając dodatkowo czynnik korygujący przypadkowe zaburzenia w jego funkcjonowaniu. W okresie późniejszym filozoficzny wymiar opisywanej koncepcji uległ jednak znacznemu przekształceniu, m.in. za sprawą tego, co określono w historii nauki mianem „demonia Laplace’a”.

Mechanika klasyczna była rozwijana w kolejnych latach przez takich wybitnych uczonych, jak: Jean d’Alambert, Jakob, Johann i Daniel Bernoulli, Alexis Clairaut, Joseph L. Lagrange, Pierre C. Laplace czy Leonhard Euler, zyskując pozycję głównego paradygmatu nowożytnej fizyki. Przez ponad dwa wieki uznawano ją nawet za teorię ostateczną ze względu na jej uniwersalny charakter, zamkniętość²¹, prostotę oraz definiowaną po hellerowsku nieuchronność, którą Albert Einstein podsumował następującymi słowami:

Gdy ktoś po raz pierwszy uczy się mechaniki, odnosi wrażenie, że w tej dziedzinie wiedzy wszystko jest proste, podstawowe i raz na zawsze rozwiązane²².

W wymiarze filozoficznym przyczyniła się ona do ugruntowania mechanicyzmu, zgodnie z którym świat materialny postrzegano w kategoriach ściśle deterministycznych. W świetle mechaniki Newtonowskiej każdy rodzaj ruchu podporządkowany był zespołowi prostych praw, co prowadziło do wniosku, że jeśli znane są położenia, prędkości i masy obiektów fizycznych w danej chwili, to istnieje możliwość określenia ich przyszłych ruchów, a także konsekwencji ewentualnych zderzeń i oddziaływań występujących pomiędzy nimi. Po Newtonie upowszechniło się przekonanie, że za pomocą praw mechaniki można wyjaśnić każde zjawisko – podobne nadzieje wyrażał zresztą sam autor opisywanej koncepcji²³. Klimat intelektualny epoki uzasadniał wiarę w to,

¹⁹ R. J. Blackwell, *Discovery in the Physical Sciences*, London 1969, ss. 56, 77, 153.

²⁰ K. Kearney, *Science and Change 1500-1700*, Hampshire 1974, s. 191.

²¹ Jak pisze Einstein: „Logiczna zamkniętość newtonowskiego systemu polegała na tym, że jako przyczyny przyspieszenia mas układu występowały tylko te masy”. A. Einstein, *Mechanika Newtona i jej wpływ na kształtowanie fizyki teoretycznej*, w: A. Einstein, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001, s. 113.

²² A. Einstein, L. Infeld, *Ewolucja fizyki. Rozwój poglądów od najdawniejszych pojęć do teorii względności i kwantów*, tłum. R. Gajewski, Warszawa 1998, s. 43.

²³ K. Kearney, *Science and Change...*, s. 188.

że u podstaw wszystkich sfer nauki (m.in. dyscyplin społecznych) znajduje się zestaw prostych i rozpoznawalnych praw natury. W takim duchu tworzyli swoje koncepcje m.in. ekonomista Adam Smith oraz twórca nowoczesnej socjologii August Comte. Na gruncie fizyki mechanika klasyczna wydawała się schematem, za pomocą którego można rozwiązać wszystkie zagadki natury. Kwestie, które nie znajdowały wytłumaczenia w ramach obowiązującego paradygmatu, postrzegane były natomiast w kategoriach niewiele znaczących „pyłków”. Nie dziwi więc to, że fizykę uważano w tamtych czasach za naukę skończoną (domkniętą). Niestety, już w połowie XIX wieku zaczęły pojawiać się koncepcje, będące zwiastunem tego, co za ojcem teorii względności określić możemy mianem „upadku poglądu mechanistycznego”²⁴. Wkrótce potem Max Planck oraz Albert Einstein (*nomen omen* nazywany w swoich czasach nowym Newtonem) zainicjowali ferment, którego konsekwencją stało się podważenie istotnych założeń, wydawałoby się doskonałej, mechaniki klasycznej²⁵.

Mechanika Newtonowska okazała się poprawna jedynie w przybliżeniu – w odniesieniu do określonych skal prędkości, wielkości i temperatur. Współczesna fizyka wyparła też z nauki tak ważne dla jej klasycznej poprzedniczki pojęcie eteru²⁶. Mimo to nie zniknęła ona z firmamentu nauki i do dziś jest wykorzystywana w wielu dziedzinach fizyki i chemii teoretycznej. Aparat Newtonowski stosowany jest także w badaniach z zakresu mechanoskopii oraz w licznych dyscyplinach inżynieryjnych. Mechanika Newtonowska nie może być jednak obecnie uznawana za teorię ostateczną, choć w taki sposób postrzegana była przez ponad dwa stulecia.

2. Mechanika kwantowa i standardowy model budowy materii

Pod koniec XIX wieku fizyka jawiła się większości uczonych jako twór skończony. Podejście klasyczne dawało nadzieję na rozwiązanie niemal wszystkich istotnych problemów ówczesnej nauki, a fizyka postnewtonowska robiła wrażenie narzędzia uniwersalnego – rzeczywistej teorii ostatecznej. Choć dostrzegano pewne luki w naukowym obrazie świata, to zwykle uznawano je za tymczasowe i rozstrzygalne w ramach dominującego podejścia. Dobre świadectwo klimatu intelektualnego, jaki towarzyszył rozwojowi fizyki końca wieku XIX, odnajdujemy we wspomnieniach Maxa Plancka, który tak relacjonował początki swojej uniwersyteckiej kariery:

²⁴ A. Einstein, L. Infeld, *Ewolucja fizyki...*, s. 71.

²⁵ Zdaniem Rogera Penrose’a, potrzeba zmiany paradygmatu nauk fizycznych zaczęła rysować się już w latach 30. XIX wieku jako wynik odkryć eksperymentalnych Michaela Faradaya. Zob. R. Penrose, *Druga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przystawa, Warszawa 2006, ss. 421-435.

²⁶ Szerzej: A. d’Abro, *The Evolution of Scientific Thought*, New York 1950, ss. 116-124.

Gdy rozpoczynałem studia fizyczne i zasięgałem rady u mojego czcigodnego nauczyciela Philippa von Jolly'ego na temat warunków i perspektyw moich studiów, przedstawił mi on fizykę jako wysoko rozwiniętą, niemal całkowicie dojrzałą naukę, która ponadto, przez odkrycie zasady zachowania energii, zostanie niejako ukoronowana i zapewne wkrótce uzyska stabilną ostateczną formę. Zapewne jest jeszcze w tym czy innym zakątku jakiś pyłek [...], ale system jako całość jest wystarczająco zabezpieczony i fizyka teoretyczna wyraźnie zbliża się do takiego stanu doskonałości, jaki na przykład geometria ma już od stuleci²⁷.

Za ironię losu można uznać fakt, iż słowa te były skierowane do człowieka, który wkrótce stał się inicjatorem przebudowującej obraz nauk fizycznych rewolucji kwantowej.

Zbliżone opinie głosił również Marcellin P. E. Berthelot. Ów wybitny francuski chemik w jednym ze swoich tekstów pisał, iż „Świat nie ma już dziś dla nas tajemnic”²⁸. Naukowy optymizm stał się również udziałem amerykańskiego fizyka Albert A. Michelsona²⁹.

Fizyka klasyczna była postrzegana jako uniwersalny i ostateczny schemat opisujący i wyjaśniający zjawiska naturalne. Choć obraz ten wymagał pewnych rozwinieć i uzupełnień, powszechnie uważano, że wszelkie niedociągnięcia i braki podejścia klasycznego zostaną wyeliminowane na gruncie obowiązującej teorii. Jak się jednak okazało owe „pyłki” i „pęcherzyki” miały przyczynić się do radykalnej rewizji przekonania o ostatecznym i uniwersalnym charakterze dominującego paradygmatu. Podejście postnewtonowskie borykało się z kilkoma problemami, których rozstrzygnięcie było niemożliwe na gruncie klasycznym. Rozwiązanie części z nich doprowadziło do narodzin szczególnej i ogólnej teorii względności, inne zaowocowały z kolei powstaniem mechaniki kwantowej. Jak pisze Eljaszewicz, ukształtowanie paradygmatu kwantowego było wynikiem złożonego procesu rozwoju fizyki, który charakteryzował się przejściem do obszaru zjawisk mikro- (skal atomowych i jądrowych) i odkryciem praw radykalnie odmiennych od tych, które formułowano na gruncie makrofizyki³⁰.

Badania Johna W. S. Rayleigha i Jamesa H. Jeansa dotyczące zdolności emisyjnej ciała doskonale czarnego wskazywały na wyraźny rozdźwięk pomiędzy rezultatami obliczeń a wynikami dokonywanych pomiarów. Sytuację tę historycy nauki określili mianem „katastrofy w nadfiolecie”³¹. Dopiero Max Planck zdołał rozwiązać ów istotny problem, wprowadzając do fizyki idee, które zapoczątkowały rewolucję kwantową, a które jako jedni z pierwszych mieli docenić

²⁷ M. Planck, *Od tego, co względne, ku temu, co absolutne*, w: idem, *Nowe drogi...*, s. 186.

²⁸ Cyt. za: A. K. Wróblewski, *Historia...*, s. 395.

²⁹ Ibidem, ss. 395-396.

³⁰ M. A. Eljaszewicz, *Istoki, wozniknowienie i rozwicie kwantowej teorii*, w: E. P. Wielichow (red.), *Fizyka XX wieku. Rozwicie u perspektiw*, Moskwa 1984, s. 9.

³¹ Szerzej na temat problemów XIX-wiecznej termodynamiki: H. Kragh, *Max Planck: The reluctant revolutionary*, „*Physic World*” 12/2000.

i wykorzystać w swoich pracach Albert Einstein i Niels Bohr. Einstein, stosując podejście planckowskie, zaproponował wyjaśnienie kolejnej z zagadek fizyki klasycznej, tłumacząc za pomocą mechanizmów kwantowych naturę zjawiska fotoelektrycznego³². Wyniki prac Einsteina wprowadziły jednak fizyków w stan konsternacji – elementarna ziarnistość światła pozostawała bowiem w sprzeczności z wielokrotnie potwierdzaną koncepcją falową, a w rezultacie i z teorią Maxwella. Wkrótce jednak miało się okazać, że tak jak światło może mieć naturę korpuskularną, tak cząstki materii (np. elektrony) mogą wykazywać własności falowe (de Broglie).

Kolejny ważny przyczynek do rozwoju fizyki kwantowej był związany z pracami nad skonstruowaniem modelu atomu. Pytanie o charakter podstawowych składników świata materialnego stanowiło stały element rozważań filozofów i przyrodznawców. Wraz z okrzepnięciem nauki nowożytnej to fizycy wzięli na siebie ciężar identyfikacji i opisu elementarnych cząstek materii. XIX-wieczna fizyka nie radziła sobie jednak z opisem własności struktur atomowych. W pierwszych dekadach XX wieku skonstruowano wiele modeli budowy atomu m.in.: model Jeana Perrina, jakościową propozycję Kelvina, dopracowaną następnie przez Josepha J. Thompsona (tzw. plum-pudding model), koncepcję „dynamid” Philippa Lenarda, saturnopodobny atom Hantaro Nagaoki, strukturę Ernesta Rutherforda, model planetarny Nielsa Bohra czy pierwszy wykorzystujący stałą Plancka model Haasa. Przez pewien czas wśród fizyków szczególną popularnością cieszyła się propozycja Rutherforda. Niestety, koncepcja nowozelandzkiego fizyka, choć niezwykle prosta i elegancka, miała pewien bardzo poważny mankament. Zgodnie z równaniami elektrodynamiki Maxwellowskiej trwałość opisywanej teorii Rutherforda struktury atomowej miała wynosić zaledwie ok. 0,01 s (!). Dopiero uwzględnienie efektów kwantowych pozwoliło innemu z ojców XX-wiecznej fizyki, Nielsowi Bohrowi, skonstruować model, który skutecznie obchodził problem niestabilności. Jego propozycja została następnie skorygowana przez Arnolda Sommerfelda, Samuela A. Goudsmita i George’a E. Uhlenbecka oraz Louisa de Broglie’a. Jednakże dopiero równanie falowe Schrödingera (wraz z jego późniejszą bornowską interpretacją³³) zostało uznane przez społeczność fizyków za prawidłowy opis budowy struktur atomowych³⁴. Dalsze prace takich uczonych, jak Max Born, Werner Heisenberg, Paul Dirac czy Richard Feynman doprowadziły do powstania mechaniki kwantowej w jej obecnym kształcie³⁵. Teoria kwantowa stała się jednym z dwóch głównych

³² G. Thomson, *Matter and radiation*, w: R. Harre (red.), *Scientific Thought 1900-1960*, Oxford 1969, ss. 58-59.

³³ Ibidem, s. 70.

³⁴ M. Tempczyk, *Ontologia świata...*, s. 197.

³⁵ Ciekawy opis procesu kształtowania teorii kwantowej, widziany oczami jednego z jej najwybitniejszych twórców, znaleźć możemy w artykule: P. A. M. Dirac, *The Evolution of the Physicist's Picture of Nature*, „Scientific American” Vol. 208, 5/1963, ss. 45-53.

paradygmatów współczesnej fizyki teoretycznej, który poszczycić się może niezwykle wysokim stopniem dokładności³⁶.

Mechanika kwantowa zakwestionowała uniwersalność podejścia klasycznego nie tylko na gruncie naukowym. Kreśliła ona bowiem zupełnie nowy obraz rzeczywistości fizycznej, sprzeczny z ontologią, którą zbudowano na bazie fizyki Newtonowskiej. Statystyczny charakter procesów fizykalnych, elementarna nieciągłość, dualizm korpuskularno-falowy, ograniczenia dokładności pomiarów wynikające z zasady nieoznaczoności, problem przyczynowości, a wreszcie dylematy związane z zagadnieniem pomiaru kwantowego pozostawały w wyraźniej opozycji do wizji świata konstruowanej na podstawie dotychczasowej fizyki³⁷. Mechanika kwantowa doczekała się ponadto szeregu alternatywnych interpretacji matematycznych, wśród których należy wymienić m.in.: mechanikę falową Schrödingera, obraz macierzowy Heisenberga, podejście Diraca, całki po trajektoriach Feynmana oraz teorię C*-algebr³⁸.

Podejście kwantowe spotkało się także ze zdecydowaną opozycją. Co ciekawe, jego pierwszymi oponentami stali się fizycy, którzy w znacznej mierze przyczynili się do sformułowania podstaw mechaniki kwantowej: Einstein, Schrödinger oraz de Broglie. Albert Einstein uznawał kwantowy obraz rzeczywistości za niezupełny³⁹. Mimo że w niektórych swoich tekstach wyraźnie podkreślał wagę teorii kwantów⁴⁰, to nie uważał jej za właściwy punkt wyjścia dla przyszłej zunifikowanej teorii pola, której opracowywaniu poświęcił ostatnie trzy dekady swojego życia⁴¹. Mechanika kwantowa była przez niego postrzegana jako opis pośredni i niepełny⁴². Einstein nigdy nie pogodził się z konsekwencjami, jakie przyniosła rewolucja kwantowa. Wiele czasu poświęcił opracowywaniu słynnych eksperymentów myślowych, mających na celu zakwestionowanie poprawności podejścia kwantowego (np. eksperyment EPR)⁴³. Mechanika kwantowa doczekała się ponadto całej gamy różnorodnych

³⁶ Dokładność kwantowej teorii pola szacowana jest na ok. 10^{-11} (pomiar momentu magnetycznego). Dla OTW wartość ta jest jeszcze wyższa i wynosi ok. 10^{-14} (pomiar natężenia fal grawitacyjnych pulsara PSR 1913+16). Za: S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1996; ss. 71-72, W. Heller, M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, Warszawa 2001, ss. 17-18.

³⁷ Opis obecnego kształtu fizyki kwantowej oraz jej ontologicznych konsekwencji zob.: M. Tempczyk, *Ontologia świata...*, ss. 181-214; idem, *Fizyka...*, ss. 24-60, 80-102; R. Penrose, *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, ss. 254-337.

³⁸ A. Szczuciński, *Realizm kwantowy?*, Poznań 1999, s. 107.

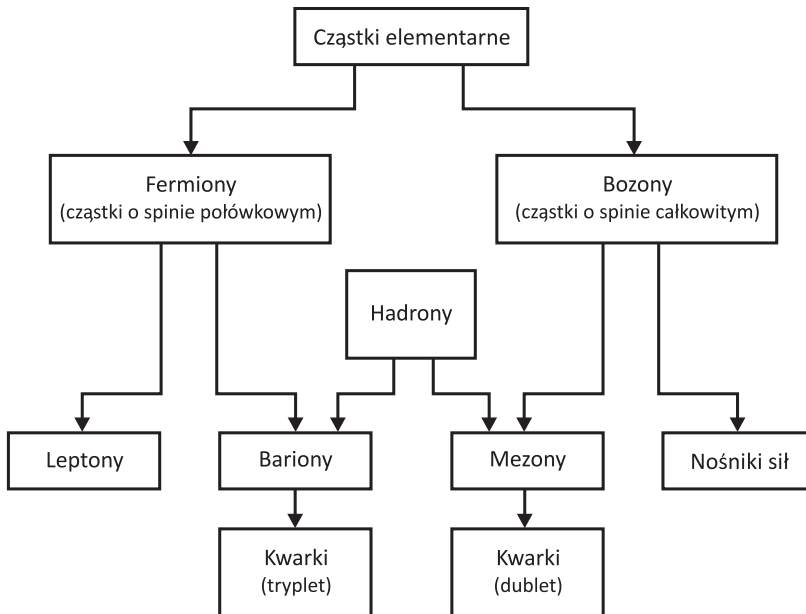
³⁹ A. Einstein, *Czy opis kwantowomechaniczny rzeczywistości można uważać za zupełny*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001, ss. 187-195.

⁴⁰ M.in. A. Einstein, *Fizyka a rzeczywistość*, w: idem, *Pisma...*, s. 223.

⁴¹ Prezentacje koncepcji Einsteina znaleźć możemy w: A. Einstein, *Istota teorii względności*, tłum. A. Trautman, Warszawa 1962.

⁴² A. Einstein, *Mechanika kwantowa a rzeczywistość*, w: idem, *Pisma...*, s. 262.

⁴³ Zob. J. Gribbin, *Encyklopedia fizyki kwantowej*, tłum. P. Lewiński, Warszawa 1998, ss. 85-86; R. Plombon, *O paradoksie EPR*, w: J. Such, J. Szymański, A. Szczuciński, *Swoistość metod*



Rys. 1. Podział cząstek elementarnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://universe-review.ca/F15-particle.htm> (11.10.2009).

interpretacji ontologicznych. Do najważniejszych z nich zaliczamy: dominującą obecnie interpretację kopenhaską, teorię wielu światów Everetta, podejście Davida Bohma, koncepcję Ghirardiego, Riminiego, Webera, propozycję Carlo Rovelliego oraz popularną wśród fizyków dekoherencję Zeha, Joosa i Zurka⁴⁴.

Mimo wielu niejasności, głównie zresztą interpretacyjnych, mechanika kwantowa to obok teorii względności najważniejszy z filarów współczesnej fizyki teoretycznej. Teoria kwantowa zaowocowała w sferze praktycznej powstaniem wielu ważnych wynalazków i nowych technologii. Na jej bazie fizycy zdołali opisać trzy spośród czterech oddziaływań podstawowych (elektromagnetyczne, słabe i silne), ponadto w ramach teorii oddziaływań elektroślabych zunifikowali siły elektromagnetyczne i słabe (Teoria Małej Unifikacji). Badania z zakresu fizyki cząstek elementarnych doprowadziły do skonstruowania Standardowego Modelu Budowy Materii, który umożliwił uporządkowanie obrazu znanych fizyce korpuskuł. Elementarne składniki budowy materii rozbito w nim na dwie podstawowe kategorie – leptony i kwarki⁴⁵. Wykładnią wiedzy na temat

badawczych a przedmiot nauk szczegółowych, Poznań 1994, ss. 81-87.

⁴⁴ Szerzej: B. Greene, *Struktura kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, ss. 230-244.

⁴⁵ Szerzej: J. Orear, *Fizyka*, t. II, tłum. B. Wojtowicz-Natanson, ss. 223-233.

kwarków i oddziaływań silnych stała się chromodynamika kwantowa. Prowadzone badania przyczyniły się do opracowania nowego modelu budowy jądra atomowego⁴⁶, a także podziału cząstek elementarnych na dwie podstawowe grupy: fermiony (składniki materii) i bozony (nośniki sił).

Tak, w znacznym uproszczeniu, można scharakteryzować obraz współczesnej fizyki kwantowej. Opisujący dział nauki traktować należy jako zespół poszczególnych teorii, których rdzeń stanowi bez wątpienia mechanika kwantowa. Co ważne, wielu uczonych postrzega ją w kategoriach teorii finalnej. Nawet ci spośród nich, którzy za główny cel współczesnej fizyki uznają poszukiwanie teorii zunifikowanej, skłoni są traktować opisywaną koncepcję jako trwały element nauki – element, który musi znaleźć swoje miejsce w ramach nowego, tak intensywnie opracowywanego, paradygmatu fizyki. Możliwość taką poważnie rozważa m.in. Steven Weinberg⁴⁷. Zdaniem amerykańskiego fizyka, jednym z walorów mechaniki kwantowej jest jej spójna i niemodyfikowalna struktura a jak pamiętamy wymóg ten uznaje się za istotną cechę teorii ostatecznych⁴⁸. W podobnym duchu wypowiada się polski fizyk Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz, który oznak finalności teorii kwantowej doszukuje się głównie w wysokim stopniu jej eksperymentalnego potwierdzenia⁴⁹.

Zbliżoną opinię głosi autor półkwantowego modelu czarnych dziur, Stephen W. Hawking. Brytyjski uczony postrzega mechanikę kwantową jako niezbywalny fundament naszej obecnej i przyszłej wiedzy fizycznej⁵⁰. Swoją wiarę w moc podejścia kwantowego akcentowali również jeden z jego najważniejszych twórców Richard Feynman⁵¹ oraz niemiecki teoretyk Carl F. von Weizsäcker⁵².

Przekonanie o finalności mechaniki kwantowej jest więc dobrze zakorzenione w środowisku współczesnych fizyków. Do nielicznych wyjątków należą deklaracje Rogera Penrose'a, który krytykuje omawianą koncepcję, zarzucając jej m.in. tymczasowy charakter⁵³. Co ciekawe, Penrose twierdzi, że to ogólna teoria względności, a nie mechanika kwantowa powinna stanowić wzorzec dla prowadzonych badań unifikacyjnych⁵⁴. Podobnie argumentuje Michał Heller, który odrzuca tezę o ostatecznym charakterze omawianej koncepcji, powołując

⁴⁶ Problem kwarkowej budowy materii budzi nadal wiele kontrowersji. Zob. A. Szczuciński, *Realizm...*, ss. 177-178.

⁴⁷ S. Weinberg, *Sen o teorii o teorii ostatecznej*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1997, s. 78.

⁴⁸ *Ibidem*, ss. 75-77, 169.

⁴⁹ Z. Jacyna-Onyszkiewicz, *Ontologiczne podstawy teorii kwantów*, w: A. Szczuciński (red.), *Wokół kwantów i grawitacji*, Poznań 2006, s. 11.

⁵⁰ K. Ferguson, *Stephen Hawking. Poszukiwania teorii wszystkiego*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 2002, s. 26.

⁵¹ R. Feynman (i. in.), *Feynmana wykłady...*, t. 1.1., ss. 47-48.

⁵² C. F. von Weizsäcker, *Jedność przyrody*, tłum. K. Napiórkowski i in., Warszawa 1978, s. 218.

⁵³ R. Penrose, *Nowy umysł...*, s. 255.

⁵⁴ S. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu...*, s. 72; R. Penrose, *Nowy umysł...*, s. 387.

się m.in. na brak odpowiedniej kwantowej interpretacji czwartej z sił przyrody – oddziaływania grawitacyjnego. Heller tak samo jak Penrose, wyklucza opisywaną teorię, przynajmniej w jej obecnym kształcie, z grupy kandydatek do miana rozstrzygnięcia finalnego⁵⁵.

Na koniec warto postawić pytanie o to, jak w kontekście zagadnienia teorii ostatecznych powinniśmy traktować Standardowy Model Budowy Materii, zwłaszcza, że w opinii wielu uczonych, to właśnie fizyka cząstek elementarnych może być jedną z najbliższych końca dziedzin nauki. Niestety, jak się wydaje, z uwagi na obecny kształt modelu, finalność analizowanej konstrukcji odnosić się może jedynie do jej wymiaru praktycznego (w znaczeniu podanym w rozdziale pierwszym). Opinię taką potwierdzają słowa amerykańskiego fizyka Sheldona Glashowa⁵⁶.

3. Teorie strunowe i M-teoria

Tendencje unitaryzacyjne należą do najbardziej charakterystycznych elementów krajobrazu metodologicznego współczesnej fizyki teoretycznej. Za jedną z pierwszych i bez wątpienia najważniejszych unifikacji opisu sił podstawowych uznaje się Newtonowską unitaryzację grawitacji ziemskiej i niebieskiej. Kolejny ważny krok na drodze do syntezy opisów sił podstawowych stanowiła Maxwellowska teoria elektromagnetyczna. Tendencje unifikacyjne okazały się szczególnie wyraźne w wieku XX, wpływając w znacznym stopniu na kształt i kierunek rozwoju współczesnej fizyki teoretycznej. W badania unitaryzacyjne zaangażowani byli tacy wybitni uczeni, jak: Gunar Nordstrom, Theodor Kaluza, Oscar Klein, Albert Einstein czy Werner Heisenberg. Starania tych badaczy nie doprowadziły co prawda do zjednoczenia współczesnej fizyki w ramach jednego schematu teoretycznego, ale ich prace, zwłaszcza deklaracje Einsteina, stały się swoistym sztandarem światopoglądowym całego nurtu unitarystycznego.

Pierwszą, od czasów maxwellowskich, udaną próbę zjednoczenia opisu sił podstawowych wiąże się z opracowaną w latach 60. XX wieku teorią małej unifikacji⁵⁷ (unitaryzacja oddziaływań elektromagnetycznych oraz słabych). Jej powstanie było impulsem do podjęcia dalszych, bardziej ambitnych badań teoretycznych. Mała unifikacja stanowiła bowiem sygnał potwierdzający sensowność tezy o wspólnym pochodzeniu wszystkich czterech sił przyrody.

W połowie lat 70. XX wieku dwaj amerykańscy teoretycy Howard Georgi oraz Sheldon Glashow podjęli działania mające na celu uzupełnienie modelu

⁵⁵ Heller uznaje obecną wersję mechaniki kwantowej jedynie za przybliżenie nowej kwantowej teorii grawitacji. Zob. M. Heller, *Filozofia...*, ss. 209-210.

⁵⁶ Cyt. za: J. Horgan, *Koniec nauki, czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*, tłum. M. Tempczyk, s. 87.

⁵⁷ Mała unifikacja znana jest także pod nazwą unifikacji elektroslabej.

sił elektrosłabych o teorię oddziaływań silnych (QCD – *Quantum Chromodynamics*). Program ten określono wkrótce mianem *Wielkiej Unifikacji* (GUT – *Grand Unification Theory*). Fizycy zdołali opracować schemat nadający wspólny mianownik trzem oddziaływaniom podstawowym (siły te mają się unifikować przy energiach rzędu 10^{15} GeV). Niestety, wymagania energetyczne teorii GUT stawiają ją obecnie poza obszarem empirycznej weryfikacji. Co więcej, choć koncepcja Wielkiej Unifikacji powstawała jako ucieleśnienie ideału jedności i prostoty opisów, to jednak odeszła od tej zasady bardzo wyraźnie⁵⁸.

Do innych ciekawych prób unitaryzacji fizyki należy zaliczyć m.in. teorię pętlowej grawitacji Lee Smolina, model twistorowy Penrosea, koncepcję nowych zmiennych Ashtekara czy teorię supersymetrii. Najpoważniejszą kandydatką do miana teorii ostatecznej, wydaje się być jednak jedna z najbardziej medialnych koncepcji fizycznych naszych czasów – teoria superstrun (wraz z jej późniejszymi rozwinięciami).

Teoria superstrun narodziła się jako alternatywna wersja fizyki cząstek elementarnych i odmienny od chromodynamiki kwantowej model oddziaływań silnych. W roku 1968 Mahiko Suzuki i Gabriele Veneziano postanowili zastosować do opisu oddziaływań silnych Eulerowską *funkcję beta*⁵⁹. Funkcja ta – a mówiąc dokładniej jej fizyczna egzemplifikacja, stała się niedługo potem podstawą pierwszej wersji teorii strun – tzw. teorii strun bozonowych. Po roku 1971 trzech fizycy – Ramond, Schwarz i Neveu – uzupełnili wcześniejszą wersję koncepcji o mody strunowe charakterystyczne dla fermionów. W ten sposób pojawiła się na firmamencie fizyki współczesnej protoplastka teorii, uważanej przez wielu uczonych za najpoważniejszą kandydatkę do miana teorii wszystkiego. Koncepcja ta ewoluowała w sposób niezwykle burzliwy, przechodząc w swoim rozwoju przez trzy zasadnicze fazy:

1. Powstanie teorii superstrun (1968-1984) – okres jej początkowych sukcesów związanych z opisem silnych oddziaływań jądrowych. Około roku 1980 niepomyślne wyniki badań oraz wzrost zainteresowania chromodynamiką kwantową doprowadziły jednak do kryzysu w pracach prowadzonych w ramach tego podejścia.

2. Pierwsza rewolucja strunowa (1984-1986) – stanowiąca efekt opublikowania przez Michaela Greena i Johna Schwarza wyników ich dwunastoletnich badań. Amerykańskim fizykom udało się rozwiązać większość problemów, które przyczyniły się do kryzysu pierwszej teorii strun. Propozycja Greena i Schwarza pozwalała też na teoretyczne zunifikowanie czterech sił podstawowych. Na

⁵⁸ Okazało się, że do właściwego działania wymaga ona 24 cząstek pośredniczących, w tym 12 niezidentyfikowanych dotąd, niezwykle masywnych, hipotetycznych bozonów X. Ponadto koncepcja ta doczekała się już kilku różnych wersji (np. model SUSY-GUT).

⁵⁹ M. Kaku, *Hiperprzestrzeń. Wszechświaty równoległe, pętle czasowe i dziesiąty wymiar*, tłum. E. L. Łokaz, B. Bieniok, Warszawa 2006, s. 210.

przełomie lat 80. i 90. XX wieku podejście strunowe znalazło się w kolejnym impasie. Nowy kryzys związany był z trudnościami, na jakie natknęli się uczeni w czasie opracowywania matematycznej struktury teorii. W tym samym okresie nastąpił również podział wśród samych fizyków związany z opracowaniem pięciu różnych [I, IIA, IIB, heterotyczna $O(32)$ i heterotyczna $E_8 \bullet E_8$ ⁶⁰] wersji tej i tak kontrowersyjnej koncepcji.

3. Druga rewolucja strunowa (1995) – zapoczątkowana słynnym już dziś referatem Edwarda Wittena⁶¹. Dzięki wykorzystaniu zasady dualności amerykański teoretyk zdołał rozwiązać większość problemów obliczeniowych wcześniejszych propozycji⁶². Rok później wspólnie z Peterem Horawą skonstruował jedenastowymiarową teorię superstrun, inicjując tym samym prace nad M-teorią⁶³.

Podejścia strunowe i poststrunowe zastępowały punktowe cząstki Modelu Standardowego n-wymiarowymi obiektami podstawowymi o rozmiarach nie mniejszych od długości Plancka (10^{-33} cm). Zabieg ten pozwolił na wyeliminowanie problemów pojawiających się podczas prób opisywania siły grawitacji za pomocą bezwymiarowych cząstek MS oraz nieskończoności trapiących wcześniejsze kwantowe teorie pola⁶⁴. Proponowane rozwiązania umożliwiały ponadto, zdaniem wielu fizyków, ominięcie dysonansu występującego pomiędzy ogólną teorią względności i mechaniką kwantową. Dodatkowo dawały szansę na swoje rozumiane skwantowanie siły grawitacji. Zastąpienie obiektów punktowych n-wymiarowymi branami miało prowadzić również do wyjaśnienia takich zagadek modelu standardowego, jak masa czy ładunki cząstek elementarnych. Podejście strunowe pozwalało objaśnić pochodzenie tych parametrów bez odwoływania się do hipotetycznych bozonów Higgsa; co więcej, czyniło to bez jakichkolwiek założeń dodatkowych, opierając się jedynie na dynamicznych własnościach samych strun. Teoria superstrun dostarczyła nowego sposobu porządkowania gąszczy cząstek elementarnych. Jak wiadomo model standardowy dzieli cząstki na wiele różnych klas i typów. Spora grupa fizyków uznaje jednak zaproponowany schemat za niedoskonały i tymczasowy. Jak zauważa amerykański teoretyk Michio Kaku: po pierwsze, jest on niekompletny, ponieważ nie opisuje czwartej z sił – siły grawitacji; po drugie, trudno byłoby uznać go za prosty i elegancki⁶⁵.

⁶⁰ Termin *heterotyczna* oznacza syntezę dwóch konstrukcji teoretycznych, a sygnatury liczbowe (32) i E_8 odnoszą się do dodatkowych skompaktfikowanych wymiarów przestrzennych.

⁶¹ M. J. Duff, *Powrót teorii strun*, „Świat Nauki” 4/1998, s. 58.

⁶² Zob. J. M. Pierre, *Wwiedzenie w superstruny*, <http://www.astronet.ru:8100/db/msg/1186059> (09.09.2009).

⁶³ „Scientific American”, *Brief timeline of string and Inflationary Cosmology*, <http://www.sciam.com> (01/05/2009).

⁶⁴ Mam tu na myśli m.in. nieskończoności pojawiające się w diagramach Feynmana oraz w trakcie opisu oddziaływań własnych elektronu.

⁶⁵ M. Kaku, *Hiperprzeźreń...*, s. 174.

Teoria superstrun pozwoliła znacząco uprościć skomplikowany schemat cząstek elementarnych, uznając występujące pomiędzy nimi różnice jakościowe za pochodne dynamicznych własności (np. energii drgań i energii nawinięć) pierwotnej materii strunowej. W prezentowanym ujęciu wszystkie obiekty elementarne są ontologicznie identyczne.

Koncepcje strunowe i poststrunowe zaowocowały ponadto inną, niezwykle interesującą, nie tylko fizycznie, ale i filozoficznie, ideą – zwiększeniem liczby wymiarów czasoprzestrzeni⁶⁶. Fizycy bardzo szybko zauważyli bowiem, że dla prawidłowego funkcjonowania modele tego typu muszą być opisywane w ramach rozszerzonej czasoprzestrzeni. Liczba wymiarów continuum wahała się początkowo od 10 do 26 (niektóre wersje teorii strun bozonowych). Ostatecznie, po narodzinach M-teorii i połączeniu koncepcji strunowych z teorią supersymetrii została ona określona na poziomie 11 wymiarów. Fizycy próbują również odpowiadać na pytanie o kształt dodatkowych, zwiniętych nie makroskopowych wymiarów czasoprzestrzeni (tzw. rozmaitości Calabiego-Yau)⁶⁷. Inny ważny problem stanowi próba wyjaśnienia mechanizmu wyłaniania się z pierwotnej, jedenastowymiarowej rzeczywistości, znanej nam czterowymiarowej metryki czasoprzestrzennej. Aktualnie prowadzone są intensywne badania fizycznej natury zwiniętych wymiarów⁶⁸, w tym analizy Itzhaka Barsa dotyczące, ważkiej filozoficznie i naukowo kwestii dodatkowych wymiarów czasowych⁶⁹.

Model superstrunowy posiada jeszcze jeden niezwykle istotny walor – w jego kształcie mieści się mod drgań struny o spinie równym 2, charakterystyczny dla bozonu oddziaływań grawitacyjnych. Tym samym proponowana koncepcja zawiera już na wstępie opis siły grawitacyjnej, która nie poddawała się wcześniejszym zabiegom kwantyzacji.

W ostatnich latach także i kosmologia zaczęła korzystać z wyników analiz fizyków strunowych. Obecnie badania kosmologiczne stanowią najdynamiczniej rozwijający się odcinek prac nad uogólnieniem teorii strun – M-teorią. Fizyka strunowa uznawana jest ponadto przez wielu uczonych za najpoważniejszą kandydatkę do miana teorii finalnej. Opinie taką głosi m.in. Steven Weinberg⁷⁰, w podobnym duchu wyraża się o niej również amerykański teoretyk Brian Gre-

⁶⁶ Szerzej: P. Schwarz, *Looking for extra dimensions*, <http://www.superstringtheory.com/experm/exper5.html>, (9.09.2009).

⁶⁷ B. Greene, *Piękno wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwania teorii ostatecznej*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, Warszawa 2001, ss. 208-210, 216-221, 324-327.

⁶⁸ W tym kontekście szczególnie interesujące wydają się kwestie związane z upakowaniem wymiarów dodatkowych. Szerzej: J. H. Schwarz, *Superstring Compactification and Target Space Duality*, arXiv:hep-th/9108022 v1, 26.Aug. 1991 (23.10.2009), ss. 1-7.

⁶⁹ B. Greene, *Struktura...*, s. 403.

⁷⁰ S. Weinberg, *Sen o teorii...*, s. 174.

ene⁷¹. Inni badacze, jak Michał Heller, Roger Penrose czy Lee Smolin, wykazują jednak w tej kwestii zdecydowanie więcej ostrożności⁷².

Niestety, analizowane podejścia, choć niewątpliwie niezwykle inspirujące i obiecujące, wciąż borykają się z wieloma poważnymi problemami. Fizycy strunowi nie zdołali opracować jednolitej, pełnej bazy obliczeniowej (większość równań M-teorii to, jak przyznają sami uczeni, równania przybliżone). Poza tym teoretycy nie mogą jak na razie pochwalić się jakimikolwiek poważnymi potwierdzeniami o charakterze empirycznym, co związane jest m.in. z wymogami energetycznymi ewentualnych eksperymentów⁷³. Istotny mankament podejść strunowych wiąże się bezpośrednio z ich zależnością od tła⁷⁴. Niektórzy teoretycy (np. Witten) sądzą jednak, że zagadnienie to znajdzie swoje rozwiązane dzięki połączeniu opisywanej propozycji z jej do niedawna najpoważniejszą konkurentką – teorią pętlowej grawitacji. W ostatnim czasie fizycy strunowi poczynili jednak pewne postępy w planowaniu procedur weryfikacyjnych. Za najbardziej obiecujące uznaje się próby obserwacji mikroskalowych odstępstw od dokładności Newtonowskiego prawa grawitacji. Uczeni próbują także zaobserwować postulowany w niektórych podejściach unifikacyjnych (np. w teorii GUT i M-teorii) naturalny proces rozpadu protonu przebiegający według mechanizmów ($p^+ \rightarrow K + e^-$ lub $p^+ \rightarrow \Pi + \nu_e$). Niestety, dotychczasowe wyniki badań nie potwierdzają przewidywań fizyków⁷⁵. Zdaniem zwolenników podejść strunowych kolejnym ważnym tropem okazać się mogą poszukiwania cząstek supersymetrycznych.

Trudno byłoby obecnie jednoznacznie ocenić rzeczywiste znaczenie teorii superstrun i jej M-teoretycznej następczyni. W ostatnich latach obserwujemy wyraźny kryzys zainteresowania opisywanym odcinkiem badań. Koncepcja ta zaliczana jest jednak do grupy rozwiązań aspirujących do miana teorii ostatecznej, a nawet teorii wszystkiego. Jednakże dopiero jej dalszy rozwój pokaże, czy fizyka poststrunowa będzie uznawana w przyszłości za Świętego Graala czy może raczej zimną fuzję fizyki teoretycznej.

⁷¹ B. Greene, *Struktura...*, s. 406.

⁷² M. Heller, *Granice...*, s. 222, M. Heller, *Kosmologia...*, ss. 69, 90.

⁷³ Środowisko fizyczne teorii strun uznać należy za niezwykle ekstremalne: naturalną wielkością podejść strunowych jest długość Plancka (10^{-33} cm). Czas Plancka (czas w jakim foton pokonuje długość Plancka) szacowany jest na 10^{-43} s. Gęstość Plancka (gęstość materii, w której jedna masa Plancka zajmuje obszar długości Plancka – 10^{94} g/cm³) to wartość ogromna – ok. 10^{60} razy większa od gęstości jądra atomowego. Masę Plancka, definiujemy natomiast jako masę cząstki Plancka o wartości 10^{-5} g. Energia Plancka zaś – na mocy równania Einsteina – wynosi ok. 10^{19} GeV.

⁷⁴ J. R. Minkel, *A Prediction from String Theory, with Strings Attached*, <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=a-prediction-from-string-t> (23.09.2009).

⁷⁵ W modelu standardowym proton uznawany jest za najlżejszy z barionów i jako taki nie podlega procesowi samorzutnego rozpadu.

4. Syntetyczna teoria ewolucji

*Tylko w świetle ewolucji
zjawiska biologiczne nabierają sensu.*

Theodosius Dobzhansky

Teorie, którym uczeni skłonni są nadawać walor ostateczności, sformułowane są również w innych niż fizyka dziedzinach nauk przyrodniczych. Jeden z najbardziej reprezentatywnych przykładów tego typu odnaleźć możemy na gruncie nauk biologicznych. Aż do wieku XVII nauki o przyrodzie ożywionej⁷⁶ zdominowane były przez, zapoczątkowane jeszcze w czasach Arystotelesa, badania klasyfikacyjne⁷⁷ (wyjątek stanowiły prace z zakresu anatomii i fizjologii prowadzone w szkołach medycznych). Sytuacja ta zaczęła ulegać znaczącej zmianie dopiero na przełomie XVII i XVIII wieku. W latach 1828-1866, za sprawą takich uczonych, jak Schwann, Schleiden, Müller, Liebig czy Darwin, narodziła się biologia w obecnej postaci⁷⁸. Jednym z symboli nowej dyscypliny badawczej stała się teoria, której autorem był Darwin. Choć sama idea ewolucji była analizowana już od czasów antycznych⁷⁹, to Karol Darwin jako pierwszy właściwie rozpoznał mechanizm leżący u podstaw zmienności organizmów żywych. W dziejach przyrodoznawstwa trudno byłoby znaleźć pracę, która przyczyniła się do rozwoju wiedzy naukowej w stopniu większym niż Darwinowskie opus magnum *O pochodzeniu gatunków*⁸⁰. Znaczenie dzieła angielskiego przyrodnika dla rozwoju biologii porównać można jedynie do wpływu, jaki na ewolucję fizyki wywarły Newtonowskie *Principia*.

Teoria ewolucji jest centralnym paradygmatem współczesnej biologii. Nawiązując do jej schematów, uczeni starają się odpowiadać na pytania o genezę rozmaitych własności organizmów żywych. Teoria ta pozwala również śledzić proces kształtowania się poszczególnych gatunków. Pojęcie *ewolucji* zdefiniować możemy jako zespół zmian dziedziczonych w ramach populacji⁸¹. Podstawowy mechanizm przemian ewolucyjnych stanowi zaś, wskazany już przez Darwina, a obowiązujący także na gruncie neodarwinizmu, dobór naturalny⁸². Mechanizm doboru analizowany jest przede wszystkim na poziomie populacji⁸³ i opiera się na czterech zasadniczych obserwacjach:

⁷⁶ Termin *biologia* wprowadzili dopiero ok. 1800 r. Burdach, Lamarck i Treviranus.

⁷⁷ E. O. Wilson (i in.), *Life on Earth*, Sunderland, Massachusetts 1978, s. 173.

⁷⁸ E. Mayr, *To jest biologia. Nauka o świecie ożywionym*, tłum. J. Szacki, Warszawa 2002, s. 92.

⁷⁹ Szerzej: P. J. Bowler, *Evolutionary Ideas: Pre-Darwinian*, w: *Encyclopedia of Life Sciences*, London 2002, ss. 38-42.

⁸⁰ K. Darwin, *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt*, tłum. S. Dickstein, J. Nusbaum, Warszawa 2009.

⁸¹ E. O. Wilson (i in.), *Life...*, s. 637.

⁸² Zob. K. Łastowski, *O dwóch sformułowaniach prawa doboru naturalnego. Przyczynek metodologiczny do badania zmian pojęciowych w teorii ewolucji*, w: J. Such, E. Pakszys, I. Czerwonogóra (red.), *Rozprawy i szkice z filozofii i metodologii nauk*, Warszawa – Poznań 1992, ss. 149-150.

⁸³ Współczesny ewolucjonizm nie ogranicza się jednak w swoich badaniach procesowi doboru jedynie do poziomu populacji, analizując m.in. dobór grupowy i krewniaczy. Zob. H. Krzanowska,

- a) nadprodukcja – liczba osobników potomnych znacznie przekracza liczbę jednostek osiągających zdolność reprodukcji,
- b) zmienność – czynnik opisujący różnice międzyosobnicze,
- c) konkurencja (walka o byt) – organizmy konkurują ze sobą o ograniczone zasoby pokarmowe,
- d) przekazywanie cech korzystnych – osobniki najlepiej przystosowane mają większą szansę na przeżycie i reprodukcję (rozprzestrzenienie w ramach danej populacji korzystnego adaptacyjnie garnituru genowego)⁸⁴.

Podsumowując, możemy powiedzieć, że proces ewolucji organizmów żywych dokonuje się poprzez rywalizację pomiędzy biologicznie zróżnicowanymi osobnikami, walczącymi o ograniczone zasoby naturalne. Istotny efekt takiej konkurencji stanowią natomiast różnice w przeżywalności i potencjale rozrodczym poszczególnych uczestników walki o byt.

Jedna z centralnych tez darwinizmu głosi, iż organizmy zdolne są do przekazywania posiadanych cech następnym pokoleniom. Darwin nie był jednak w stanie zidentyfikować mechanizmu odpowiedzialnego za ich dziedziczenie, ani czynnika determinującego zróżnicowanie poszczególnych osobników przynależących do tej samej populacji. Ten ważny dylemat rozwikłano dopiero w połowie XX wieku, łącząc, na gruncie nowej syntetycznej teorii ewolucji, postulaty teorii Darwina z podstawowymi założeniami genetyki Mendlowskiej⁸⁵.

Syntetyczna teoria ewolucji pozwoliła wyjaśnić zmienność organizmów potomnych w kategoriach mutacji i rekombinacji, rozwiązując przy tym zagadkę schematu dziedziczenia cech⁸⁶. Włączenie czynników genetycznych do modelu teorii ewolucji umożliwiło skonstruowanie najważniejszego paradygmatu nauk biologicznych, który jak żaden inny pozwala integrować poszczególne działy tej dziedziny wiedzy. Teoria Darwina akcentuje ponadto tezę o wspólnym pochodzeniu gatunków. Przekonanie to zostało potwierdzone na poziomie różnych dyscyplin biologicznych⁸⁷, niemniej jednak stało się ono celem najostrejszych ataków przeciwników ewolucjonizmu⁸⁸.

A. Łomnicki (red.), *Zarys mechanizmów ewolucji*, Warszawa 2002, s. 201-212.

⁸⁴ Za: E. Pearl Solomon, L. R. Berg, D. W. Martin, C. A. Vilee, *Biologia*, tłum. B. Bilińska i in., Warszawa 2000, ss. 395-396.

⁸⁵ Szerzej: P. J. Bowler, *Evolutionary Ideas: The Modern Synthesis*, w: *Encyclopedia...*, ss. 48-52, E. Mayr, *To jest biologia*, ss. 150-152.

⁸⁶ Szerzej na temat genomowych mechanizmów mutacji i rekombinacji w: T. A. Brown, *Genomy*, tłum. A. Domachowska i in., Warszawa 2001, ss. 338, 362-368.

⁸⁷ M.in. anatomii porównawczej, embriologii porównawczej, systematyki, biogeografii czy biologii molekularnej. Badania z zakresu tej ostatniej wykazały m.in. bliskie powinowactwo genetyczne organizmów należących do odrębnych jednostek taksonomicznych.

⁸⁸ Jak wykazują badania amerykańskich socjologów, stopień akceptacji teorii ewolucji jest uzależniony od wielu czynników społecznych (np. wyznania, poglądów politycznych). Tezy kreacjonistyczne są akceptowane przez 70% ewangelików, 32% protestantów i 31% katolików. Zależność od poglądów politycznych przedstawia się natomiast następująco – 60% republikanów deklaruje się jako kreacjoniści (tylko 11% osób o poglądach republikańskich akceptuje teorię doboru na-

Ewolucja jest postrzegana jako proces w znacznej mierze indeterministyczny, chaotyczny i nieprzewidywalny, konsekwencją czego jest odrzucenie przekonania o celowości rozwoju świata biologicznego⁸⁹. Podobne wnioski odzierają współczesną biologię z teleologii, tak charakterystycznej dla koncepcji alternatywnych wobec neodarwinizmu⁹⁰. Choć syntetyczna teoria ewolucji potwierdziła tezę, zgodnie z którą proces rozwoju świata przyrody ożywionej może być ujmowany jako wypadkowa działania doboru naturalnego i zmienności genetycznej, to poszczególne jej elementy wciąż budzą w środowisku przyrodników poważne kontrowersje. Mam tu na myśli m.in. spór o identyfikację podstawowej jednostki doboru naturalnego (gen czy osobnik), problem doboru grupowego i gatunkowego czy pytanie o tempo zmian ewolucyjnych⁹¹. Żywo dyskutowane są także zagadnienia związane z rolą doboru naturalnego w procesach makroewolucyjnych (np. przyczyny wymierania gatunków lub tempo ewolucji). Richard Dawkins, Daniel Dennet czy Steven Pinker podkreślają jednak, że koncepcja Darwina jest bez wątpienia najbardziej uniwersalną spośród teorii współczesnej biologii. Co więcej, stała się ona źródłem inspiracji dla przedstawicieli wielu innych dziedzin wiedzy.

Neodarwinizm to teoretyczny zwornik całej nowoczesnej biologii. Trudno byłoby znaleźć poważnych przyrodników, którzy kwestionowaliby jego sensowność⁹². Siła teorii ewolucji tkwi przede wszystkim w licznych dowodach empirycznych potwierdzających jej moc eksplanacyjną⁹³.

Uniwersalność prezentowanej koncepcji, przynajmniej w odniesieniu do zjawisk biologicznych, nie budzi już wśród uczonych większych kontrowersji. Wielu biologów jest nawet skłonnych uznać ją za teorię ostateczną – teoretyczne domknięcie całej biologii ewolucyjnej. W takim kontekście rozpatrywać należy m.in. deklarację Guntera Stenta, który w jednym z wywiadów stwierdził,

turalnego). Z kolei zaledwie 29% wyborców Patrii Demokratycznej przyznaje się do poglądów kreacjonistycznych, a 44% wierzy w prawdziwość neodarwinizmu. Zob. M. Shermer, *Why Christians and conservatives should accept evolution*, „Scientific American” 10/2006, Vol. 259, Nr 4, s. 38.

⁸⁹ Zob. H. Krzanowska, A. Łomnicki (red.), *Zarys mechanizmów...*, ss. 357-378.

⁹⁰ Do takich propozycji można zaliczyć m.in. koncepcję arystogenezy (H. F. Osborna), zasadę omegi (P. Teilharda de Chardina), teorię nomogenezy (L. Berga) czy teorię „Inteligentnego Projektu” (Intelligent Design). Szerzej: D. Butler, *When science and theology meet*, „Nature” 10-11/2009 r.

⁹¹ Jeden z najciekawszych sporów we współczesnej biologii dotyczy pytania o rolę doboru naturalnego w procesie ewolucji. Najnowsze badania pokazują, że znaczenie analizowanego mechanizmu może być większe niż dotychczas sądzono. Szerzej: H. A. Orr, *Dobór naturalny dziś*, „Świat Nauki” – dodatek specjalny 2/2009, ss. 26-33.

⁹² Oczywiście należy pamiętać o coraz silniejszym lobby kreacjonistycznym. Kreacjonizm jest jednak prądem niejednorodnym, a jego przedstawiciele nie mają w środowisku zawodowych biologów zbyt licznej reprezentacji. Szerzej: E. C. Scot, *Creationism, Ideology, and Science*, w: P. R. Gross, N. Levitt, M. W. Lewis, *The Flight from Science and Reason*, New York 1996, ss. 505-521.

⁹³ J. Blech, R. von Bradow i J. Grolle, *A jeśli Darwin się mylił?*, „Forum” z 2 II 2006 r., s. 57.

iż biologia ewolucyjna „skończyła się, gdy Darwin ogłosił *O powstawaniu gatunków*”⁹⁴. W podobnym duchu wypowiada się również twórca idei „samolubnego genu” Richard Dawkins⁹⁵, dla którego problem ewolucji został definitywnie wyjaśniony w pracach Wallace’a i Darwina⁹⁶. Według Dawkinsa, dalsza misja biologii ewolucyjnej – dziedziny teoretycznie już domkniętej – będzie polegać na tym, że „przez jakiś czas dopisywać będziemy do ich [Wallace’a i Darwina – M. Sz.] rozwiązań kolejne przypisy”⁹⁷.

Warto postawić pytanie o status metodologiczny praw biologicznych, w tym konkretnym przypadku – stanowiącego rdzeń teorii ewolucji – prawa doboru naturalnego. Jak zauważa Elżbieta Pakszys, nie może być ono sytuowane – z uwagi na konsekwencje metodologiczne wynikające z zasady Maxwella – na tym samym poziomie ogólności, co większość spełniających ją praw fizyki⁹⁸. Stosując terminologię Jana Sucha, wydaje się, iż prawo doboru naturalnego należałoby raczej zaliczyć do kategorii „praw jednopoziomowych o ograniczonym obszarze stosowalności” (odnosi się ono do ściśle określonego fragmentu czasoprzestrzeni i dotyczy jednego, biologicznego poziomu zjawisk)⁹⁹. Dawkins jest jednak skłonny ekstrapolować zakres jego obowiązywania poza obszar naszej planety – z pełną asercją głosząc pogląd o czasoprzestrzennej uniwersalności mechanizmów doboru naturalnego. Co więcej, podobnie jak zwolennicy koncepcji socjobiologicznych, uznaje on zjawiska społeczne, takie jak religia czy kultura, za pochodne procesu ewolucji biologicznej gatunku ludzkiego, dające się wyjaśnić i opisać w kategoriach Darwinowskich. W takim kontekście należy postrzegać opisywaną w jego pracach, opartą o analizy Brodiego koncepcję wirusa wiary¹⁰⁰, oraz zainicjowaną na kartach *Samolubnego genu*, a rozwijaną następnie m.in. przez Susan Blackmore, memetyczną teorię kultury¹⁰¹. Dawkins uznawany jest powszechnie za wyraziciela poglądów innych radykalnych darwinistów, dla których syntetyczna teoria ewolucji jest teorią finalną – ostatecznie wyjaśniającą mechanizmy powstawania i rozwoju ożywionych form materii. W podobnym tonie wypowiada się twórca socjobiologii Edward O. Wilson,

⁹⁴ J. Horgan, *Koniec nauki...*, s. 27.

⁹⁵ R. Dawkins, *Ślepy zegarmistrz, czyli jak ewolucja dowodzi, że świat nie został zaplanowany*, tłum. A. Hoffman, Warszawa 1994.

⁹⁶ Ibidem, ss. 150, 152, 153.

⁹⁷ J. Horgan, *Koniec nauki...*, s. 152.

⁹⁸ E. Pakszys, *Typy teorii w naukach biologicznych*, w: J. Such, E. Pakszys, I. Czerwonogóra (red.) *Rozprawy i szkice...*, s. 320. Szerzej o zasadzie Maxwella: J. Such, *O uniwersalności praw nauki*, Warszawa 1972, ss. 254-256.

⁹⁹ Ibidem, s. 358.

¹⁰⁰ Religia w ujęciu Brodiego to samopowielająca się informacja, infekująca jednostki w czasie interakcji. Mechanizm rozprzestrzeniania, powielania i selekcji wirusów umysłu opisywany jest w kategoriach Darwinowskich. Zob. R. Brodie, *Wirus umysłu*, tłum. P. Turski, Łódź 1997; R. Dawkins, *Bóg urojony*, tłum. P. J. Sz wajcer, Warszawa 2007.

¹⁰¹ S. Blackmore, *Maszyna memowa*, tłum. N. Radomski, Poznań 2002.

który podobnie jak Dawkins oraz inny współczesny biolog Ernst Mayr¹⁰², uważa, że podstawowe mechanizmy biologii zostały odkryte w XIX wieku przez Karola Darwina i zawarte są w teorii doboru naturalnego¹⁰³. Uczony powołuje się przy tym na opinię Augusta Weismanna, który już w 1886 r. uznał teorię ewolucji za prawdziwą i ostateczną.

Koncepcje Darwinowskie wywarły także ogromny wpływ na filozofię, wprowadzając do niej m.in. takie nośne idee, jak: epistemologia ewolucyjna (Popper) ewolucyjne spojrzenie na problem rozwoju społeczeństw (Comte, Spencer) czy wizję tzw. faustowskiego obrazu nauki (Nietzsche, Spencer). W kategoriach Darwinowskich opisuje się i wyjaśnia zjawiska o charakterze społecznym (socjobiologiczna koncepcja Edwarda O. Wilsona)¹⁰⁴, politycznym (analiza przyczyn upadku komunizmu i rozwoju kapitalizmu Fukuyamy)¹⁰⁵ czy *stricte* ekonomicznym (Michael Shermer)¹⁰⁶. W ramach ujęcia Darwinowskiego ukształtował się ponadto ważny nurt współczesnej psychologii, który reprezentują: Leda Cosmides, Steven Pinker i John Tooby¹⁰⁷. Powiązanie genezy zachowań ludzkich oraz cech psychicznych przedstawicieli naszego gatunku z procesami ewolucyjnymi zaowocowało oryginalnym filozoficznym spojrzeniem na współczesną filozofię prawa. Zgodnie z nim, teoria Darwina pozwala ująć problematykę prawną w nowych, opartych na wynikach nauk przyrodniczych, kategoriach metodologicznych i ontologicznych¹⁰⁸. Podejście darwinowskie widoczne jest także w badaniach z zakresu informatyki (algorytmy genetyczne Johna Hollanda), elektroniki (elektroniczna ewolucja Thompsona) oraz w analizach niektórych współczesnych kosmologów, m.in. Andrieja Lindego i Lee Smolina¹⁰⁹.

Mimo że teorię ewolucji trudno byłoby uznać, z uwagi na jej metodologiczny charakter oraz liczne wewnętrzne problemy, za twór zamknięty i zupełny, to zdaniem części uczonych może być ona postrzegana jako teoria ostateczna.

¹⁰² Wypowiedzi Mayra należy traktować bardzo ostrożnie, gdyż jego stanowisko w kwestii teorii finalnych jest niejednoznaczne. Zob. J. Horgan, *Koniec nauki...*, s. 342.

¹⁰³ Ibidem, s. 188.

¹⁰⁴ Koncepcja socjobiologiczna omówiona została w: E. O. Wilson, *Socjobiologia*, tłum. M. Siemiński, Poznań 2000.

¹⁰⁵ F. Fukuyama, *Koniec człowieka*, tłum. B. Pietrzyk, Kraków 2008, ss. 170-172.

¹⁰⁶ Ewolucyjnym podstawom procesów ekonomicznych poświęcona jest książka amerykańskiego psychologa Michaela Shermera. Zob. M. Shermer, *Rynkowy umysł*, tłum. A. E. Eichler i P. J. Sz wajcer, Warszawa 2009.

¹⁰⁷ Szerzej: D. Buss, *Psychologia ewolucyjna*, tłum. M. Orski, Gdańsk 2001.

¹⁰⁸ W. Załuski, *Ewolucyjna filozofia prawa*, Warszawa 2009, s. 11.

¹⁰⁹ W tym przypadku prawa ewolucji zmieniałyby swój charakter metodologiczny. Ultradarwiniści uznawali prawo doboru naturalnego za uniwersalne czasoprzestrzenie, ograniczając jednak jego obowiązywanie do biologicznego poziomu zjawisk. Zmiana tej perspektywy (np. próby wykorzystania mechanizmów ewolucyjnych do opisu zjawisk kosmologicznych – Smolin) pozwalałaby zaliczyć to prawo do grupy praw „dwu- lub więcej poziomowych o nieograniczonym obszarze stosowalności”. J. Such, *O uniwersalności praw...*, s. 359.

Wielu z nich skłonnych jest nawet ekstrapolować mechanizmy Darwinowskie na całość uniwersum – zarówno w kontekście biologicznym (Dawkins), jak i kosmologicznym (Smolin)¹¹⁰. Wniosek taki wydaje się jednak zbyt daleko idący, ponieważ nawet jeśli opisują one poprawnie schemat przebiegu zmian biologicznych zachodzących na naszej planecie, to ich postulowana uniwersalność pozostaje nadal dyskusyjna. Aby potwierdzić uniwersalność teorii darwinowskich – i to tylko w kontekście problemu życia biologicznego – należałoby znaleźć i przebadać pozaziemskie jego formy, jedynie bowiem w ten sposób moglibyśmy uzasadnić głęboko filozoficzne i niemające oparcia w faktach empirycznych przekonanie ultradarwinistów o powszechności obowiązywania prawa doboru naturalnego. W sferze postulatów pozostaje także nadal czysto wolicjonalne przekonanie o finalności teorii ewolucji¹¹¹. Należy wspomnieć, że koncepcja ta nie spełnia wymogów, jakie przed kandydatkami na teorie ostateczne stawiali Heisenberg, Weinberg czy Heller¹¹².

5. Redukcjonizm jako droga do teorii ostatecznej

*Świat science jest spójny,
a pewna wspólna rama pojęciowa
łączy najodleglejsze jego obszary.*

John Brockman

Problem teorii ostatecznych należy analizować nie tylko poprzez odwołanie do konkretnych programów i koncepcji teoretycznych – orientacji filozoficznych czy teorii naukowych, ale również jako realizację tendencji rozwojowych charakterystycznych dla całego procesu ewolucji nauki. W taki sposób postrzegać można m.in. popularne wśród wielu uczonych – głównie fizyków – tendencje redukjonistyczne. Redukcjonizm to pojęcie niezwykle złożone, definiowane na wiele sposobów i mające zarówno na gruncie filozofii, jak i nauki bardzo bogatą historię. Problem redukcji rozpatruje się na co najmniej dwóch, powiązanych ze sobą, płaszczyznach – ontologicznej (hierarchiczna struktura bytów) oraz epistemologicznej (sfera praw opisujących określone ich własności). Na płaszczyźnie ontologicznej należy wyróżnić kilka zasadniczych poziomów budowy

¹¹⁰ W jednym z tekstów omawiających zagadnienia kosmologiczne i metodologiczne Smolin określił teorię ewolucji mianem „wszechogarniającej”. L. Smolin, *Wszechogarniający darwinizm*, w: J. Brockman, *Nauka a kreacjonizm. O naukowych uroszczeniach teorii Inteligentnego Projektu*, tłum. S. Piechaczek, D. Sagan, Warszawa 2007, ss. 173-188.

¹¹¹ Gwoli ścisłości należy dodać, iż wielu współczesnych biologów akceptujących darwinizm odrzuca jednak tezę o jego finalności, m.in.: propagatorka koncepcji „Gai” L. Margulis, współautor punktualizmu S. J. Gould i opracowujący matematyczne modele zjawisk biologicznych S. Kauffman.

¹¹² Patrz rozdz. I niniejszej publikacji.

rzeczywistości: bytów społecznych, umysłów indywidualnych, organizmów biologicznych, molekuł i struktur atomowych oraz pojedynczych atomów i cząstek elementarnych. Poszczególnym, mniej lub bardziej umownie odseparowanym, poziomom rzeczywistości przypisujemy odpowiadające im dziedziny badawcze: nauki o społeczeństwie, psychologię, nauki biologiczne, chemiczne i fizykę.

Wyszczególnionym sferom ontologicznym, różniącym się między sobą m.in. stopniem złożoności opisywanych obiektów lub zjawisk, przyporządkowuje się określone gałęzie nauk (oczywiście podział taki ma w znacznej mierze charakter idealizacyjny, chociażby ze względu na istnienie nieklasycznych działów nauk – nauk stykowych, kompleksowych i stosowanych, które trudno byłoby identyfikować jednoznacznie z konkretnym poziomem bytów). O ile jednak teza o hierarchicznej budowie rzeczywistości nie budzi zazwyczaj większych kontrowersji, o tyle przekonanie o możliwości zredukowania poszczególnych działów nauk do dyscyplin bardziej elementarnych nie jest już tak powszechnie akceptowane. Według Ernsta Nagla rozpatrywany model redukcji wiąże się z: „[...] wyjaśnieniem jednej teorii lub zbioru praw eksperymentalnych, ustalonych w pewnej dziedzinie badań, przez teorię zwykle, chociaż niekoniecznie, sformułowaną dla dziedziny innej”¹¹³. Redukcjonizm byłby również: „[...] powszechnie stosowaną metodą wyjaśniania, polegającą na tym, że dla zrozumienia własności złożonych układów materialnych odwołujemy się do własności ich części i struktury wewnętrznej”¹¹⁴.

Samo pojęcie redukcji (lub procesu jej przebiegu) może być charakteryzowane co najmniej dwojako. Redukcje dzielimy w takim ujęciu na:

1. Homogeniczne (jednopoziomowe) – klasyczny przykład tak pojmowanej redukcji stanowiło sprowadzenie praw grawitacji ziemskiej (Galileusz) do Newtonowskiej teorii powszechnego ciężenia. W podobnych przypadkach mamy do czynienia z procesem syntezy opisów teoretycznych dwóch typów zjawisk, jakościowo podobnych, do poziomu bardziej ogólnego – jednej klasy¹¹⁵.
2. Heterogeniczne (wielopoziomowe)¹¹⁶ – gdy redukowane prawa i teorie odnoszą się do klas zjawisk odmiennych pod względem jakościowym, dotyczących różnych poziomów ontologicznych i operujących odmienną aparaturą pojęciową. Takie procedury należy rozpatrywać w dwóch aspektach zakresowych:

a) węższym – gdy redukcja dotyczy poszczególnych typów zjawisk, uznawanych wcześniej za niezależne, np. sprowadzenie termodynamiki fenomenologicznej do poziomu mechaniki klasycznej¹¹⁷;

¹¹³ E. Nagel, *Struktura nauki. Zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*, tłum. J. Giedymin, B. Rassalski, M. Eilstein, Warszawa 1970, ss. 295-296.

¹¹⁴ M. Tempczyk, *Fizyka a świat realny. Elementy filozofii fizyki*, Warszawa 1991, s. 10.

¹¹⁵ E. Nagel, *Struktura nauki...*, s. 296.

¹¹⁶ Taka procedura jest najczęściej określana w metodologii mianem mikroredukcji.

¹¹⁷ Ibidem, ss. 299-301.

b) szerszym – gdy akceptację mikroredukcjonizmu na gruncie ontologicznym łączymy z unifikacją poszczególnych nauk podstawowych (redukcja praw chemii do poziomu teoretycznego fizyki kwantowej). Przekonanie to w skrajnej formie może stanowić fundament tezy o jedności nauki, głoszonej m.in. przez neopozytywistów i energetystów.

Co ciekawe, o ile redukcja pierwszego typu, przybierająca zwykle charakter korespondencji, nie budzi zazwyczaj w środowiskach uczonych i metodologów większych kontrowersji, o tyle druga z nich wydaje się być zdecydowanie bardziej dyskusyjna. Należy jednak pamiętać o tym, że omawiane procedury wymagają spełnienia odpowiednich warunków formalnych i pozaformalnych¹¹⁸.

Jeden z najciekawszych i najbardziej spektakularnych przykładów redukcjonizmu wiąże się bezpośrednio z głoszoną przez neopozytywistów tezą o jedności nauki. Ta nośna, zarówno filozoficznie, jak i naukowo idea, wyrosła na bazie wiary w możliwość sprowadzenia poszczególnych gałęzi nauki do dyscyplin bardziej elementarnych. Podobne przekonanie obecne jest też we współczesnej filozofii nauki, a jego najważniejszą odmianę stanowi fizykalizm. W podejściu neopozytywistycznym idea jedności nauki, akcentowana m.in. przez Carnapa, skorelowana była z postawą fizykalistyczną, przybierając trzy związane ze sobą formy:

a) jedności wiedzy naukowej osiągniętej drogą unifikacji terminologii nauk empirycznych¹¹⁹,

b) jedności praw – na mocy której prawa i opisy systemów złożonych byłyby redukowane do poziomu teoretycznego nauk bardziej elementarnych,

c) jedności metody – idea ta, niewyrażona wprost, ale stale obecna w poglądach neopozytywistów, zbliżała ich stanowisko, podobnie jak postulat uniwersalnego języka nauki, do poglądów energetystów¹²⁰.

W tym miejscu warto przyrzeć się drugiemu z wymienionych postulatów – wymogowi jedności praw. Modelowy przykład tak rozumianej redukcji odnajdujemy w poglądach nawiązującego do spuścizny neopozytywizmu Carla G. Hempela. W pracy pt. *Filozofia nauk przyrodniczych* Hempel prezentuje schemat redukcji praw biologicznych do poziomu fizykochemicznego. Proponowany model przybiera następującą postać: niech (F_1) i (F_2) są wyrażeniami zawierającymi wyłącznie terminy fizykochemiczne oraz (B_1) , (B_2) są wyrażeniami

¹¹⁸ Ibidem, ss. 301-318.

¹¹⁹ Idea jedności języka nauki stanowiła jeden z postulatów Ostwaldowskiego energetyzmu. Energetyści pragnęli dokonać podobnej unitaryzacji poprzez zastąpienie wykorzystywanych w praktyce naukowej języków naturalnych zmodyfikowaną odmianą esperanto (Ido). Szerzej: D. Sobczyńska, E. Czerwińska, *Uniwersalizm językowy nauki. O zapomnianej idei Wilhelma Ostwalda*, w: E. Piotrowska, H. Korpikiewicz (red.), *Matematyka, język, przyroda*, Poznań 2000, ss. 145-167.

¹²⁰ Szerzej: W. Ostwald, *Wybór pism z energetyki, monizmu, etyki, krytyki, religii i reformy nauki*, tłum. E. Czerwińska, Poznań 2002.

zawierającymi terminy swoiście biologiczne, a zdanie o postaci: „wszystkie przypadki (F_1) są przypadkami (F_2)” traktujemy jako prawo fizykochemiczne i oznaczamy symbolem (P_f). Procedura redukcyjna wymaga dodatkowo wprowadzenia praw łączących (pomostowych) o postaci: „wszystkie przypadki (B_1) są identyczne z przypadkami (F_1)” [tzn. warunki fizykochemiczne (F_1) są konieczne do wystąpienia stanu biologicznego (B_1)] oraz „wszystkie przypadki (F_2) są identyczne z przypadkami (B_2)” [tzn. warunki fizykochemiczne (F_2) są podstawą wystąpienia własności biologicznej (B_2)]. Z argumentacji Hempela wynika, iż z prawa fizykochemicznego (P_f), w połączeniu z powyższymi regułami pomostowymi, można drogą dedukcji logicznej wyprowadzić prawo o charakterze biologicznym – wszystkie przypadki (B_1) są przypadkami (B_2) [tzn. za każdym razem, gdy występuje własność biologiczna (B_1), występuje także własność biologiczna (B_2)]¹²¹. Warunkiem koniecznym skuteczności procedury przebiegającej według zaprezentowanego schematu miała być dodatkowo możliwość interpretacji terminów ściśle biologicznych w kategoriach chemii i fizyki¹²².

Hempel zdawał sobie sprawę z problematyczności proponowanego podejścia, mimo to uważał program redukcji za potencjalnie wykonalny¹²³. Wiara w moc opisywanych procedur nie ograniczała się jedynie do obszaru dyscyplin biologicznych. Neopozytywiści głosili tezy o wiele bardziej radykalne, wierząc w możliwość nadania jednolitego wzorca metodologicznego nie tylko poszczególnym gałęziom przyrodoznawstwa, ale także dyscyplinom humanistycznym. Idea jedności nauk znalazła swoje odzwierciedlenie w poglądach Hempela, który uważał, że nawet „psychologia jest integralną częścią fizyki”¹²⁴.

Na gruncie psychologii stanowisko fizykalizmu przejawiało się przede wszystkim za pośrednictwem doktryny behawiorystycznej. Przeciwnicy tego ujęcia zauważyli jednak, że dokonywana w podobny sposób interpretacja terminów psychologicznych nie spełnia podstawowych postulatów lansowanej wersji redukcjonizmu, gdyż nie realizuje programu przekładu zdań psychologicznych na język fizyki, a jedynie na język potoczny¹²⁵.

Stanowisko Hempela, współcześnie raczej trudne do zaakceptowania, tworzy harmonijną całość z fizykalizmem Koła Wiedeńskiego – postawy, którą wyraża stwierdzenie Otto Neuratha: „Prawdziwą nauką może być tylko fizyka”¹²⁶.

¹²¹ C. G. Hempel, *Filozofia nauk przyrodniczych*, tłum. B. Stanosz, Warszawa 2001, ss. 213-214.

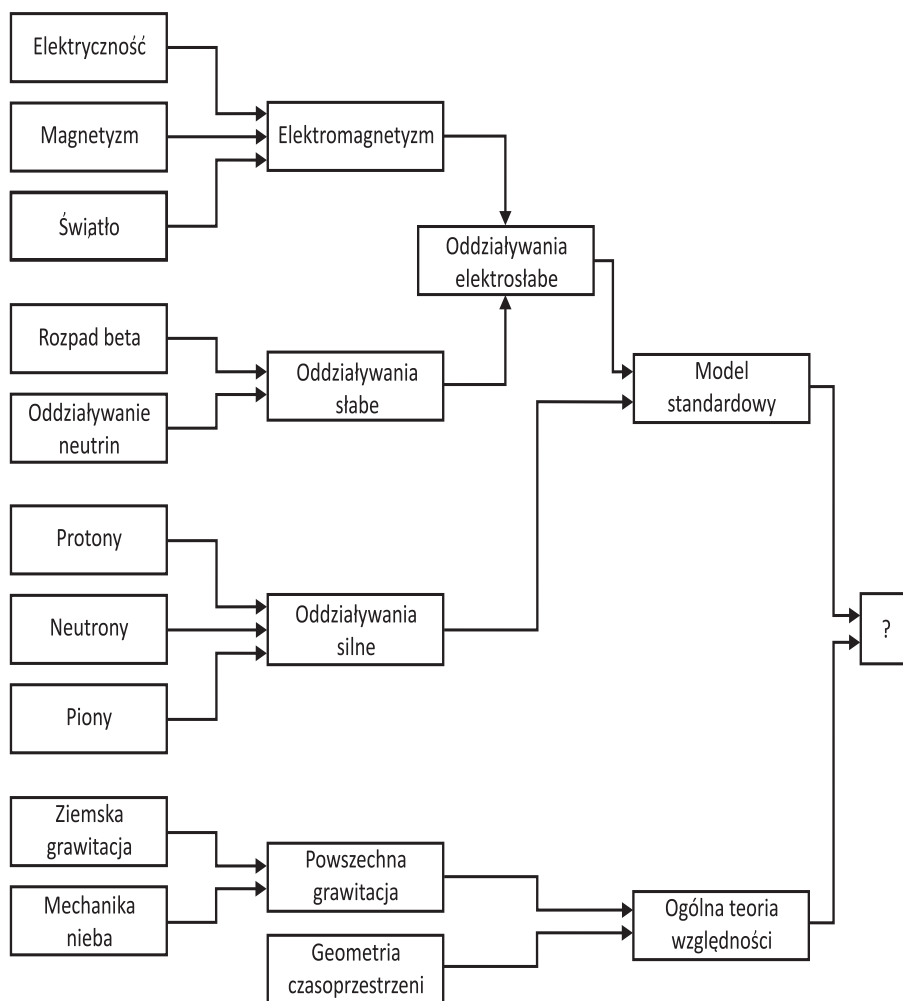
¹²² Neopozytywistyczny postulat definiowalności pojęć nauk wyższego rzędu, np. biologicznych, za pomocą terminów chemii i fizyki, odwoływał się do pojęcia definicji sprawozdawczych, pozwalających opisywać je w sposób adekwatny za pomocą nauk bardziej elementarnych. Ibidem, ss. 174-175, 208-209.

¹²³ Ibidem, s. 215.

¹²⁴ C. G. Hempel, za: E. Mokrzycki, *Filozofia nauki a socjologia*, Warszawa 1980, s. 111.

¹²⁵ L. Kołakowski, *Filozofia pozytywistyczna*, Warszawa 2003, ss. 194-195.

¹²⁶ Cyt. za: E. Mokrzycki, *Filozofia nauki...*, s. 104.



Rys. 2. Historyczny schemat unifikacji fizyki

Źródło: S. Weinberg, *Czy uda się do roku 2050 zunifikować fizykę?* „Świat Nauki” 1/2000, s. 41.

Redukcjonizm stanowił silną pokusę, której ulegali zarówno filozofowie, jak i wielu fizycy (m.in. Planck, Schrödinger, Einstein)¹²⁷.

Wyraźne echa prezentowanego podejścia można znaleźć w deklaracjach współczesnych uczonych, takich jak: Stephen W. Hawking, Roger Penrose, Frank Tipler czy Steven Weinberg. Poglądy tego ostatniego uznaje się często za modelowy przykład wiary w możliwość skonstruowania teorii finalnej, w której poszczególne dziedziny wiedzy zredukowane zostaną do poziomu

¹²⁷ H.-D. Mutschler, *Wprowadzenie do filozofii przyrody. Wybrane zagadnienia*, tłum. J. Bremer, Kraków 2005, s. 25.

fizyki – dyscypliny najbardziej elementarnej. Redukcjonizm Weinbergowski należy analizować w co najmniej trzech aspektach: ontologicznym¹²⁸, epistemologicznym (teoretycznym)¹²⁹ i metodologicznym¹³⁰.

O sensowności orientacji redukjonistycznej świadczyć ma dodatkowo historyczna analiza rozwoju nauk fizycznych. W jednym ze swoich artykułów Weinberg wiele miejsca poświęcił badaniom tendencji unitarystycznych, charakteryzujących ewolucję naukowego obrazu świata. Rozważania te harmonizują z programowym redukjonizmem tego wybitnego fizyka, w opinii którego głównego fundamentu sukcesów fizyki dopatrywać się powinniśmy właśnie w procesie syntezy poszczególnych teorii naukowych. Trend ten zauważalny był już u zarania nauki nowożytnej, a za pierwszy jego przejaw uznajemy Newtonowską unitaryzację grawitacji ziemskiej i niebieskiej. Model unifikacji fizyki, opracowany przez Weinberga, pokazany jest na rys. 2.

Weinbergowski redukjonizm posiada oczywiście szersze odniesienie, wykraczając znacznie poza obszar nauk fizycznych, dlatego opinie amerykańskiego uczonego powinny być traktowane jako wyraz tej samej wiary, którą wcześniej odnajdowaliśmy w wypowiedziach Carnapa i Hempela. Weinberg jest bowiem nie tylko zwolennikiem tezy o jedności teoretycznej całej fizyki, ale i przekonania o jedności nauki jako takiej¹³¹.

Podjęcie amerykańskiego noblisty spotyka się z akceptacją wielu współczesnych naukowców, zwłaszcza fizyków cząstek elementarnych. W swoich „wyznaniach scjentyistycznej wiary” uczonego zdaje się jednak całkowicie lekceważyć kłopotliwą w kontekście postawy redukjonistycznej kwestię istnienia własności emergentnych. Zarzut taki postawił Weinbergowi m.in. jeden z redaktorów niemieckiego tygodnika „Der Spiegel”, zauważając, iż współczesna nauka nie wyjaśnia nadal takich zagadnień, jak powstanie życia czy natura świadomości. Współtwórca teorii małej unifikacji odrzucił jednak podobne obiekcje w duchu fizykalizmu, odpowiadając na zarzuty publicyście następującymi słowami:

[...] to [problemy świadomości – M. Sz.] nie są żadne fundamentalne tajemnice, gdyż wiemy, jaką formę wyjaśnienia kiedyś znajdziemy: wszystko, co zachodzi w mózgu, opiera się na prawach chemii i fizyki¹³².

Weinberg jest typowym przedstawicielem radykalnego redukjonizmu, którego echa pobrzmiwają również w poglądach uczonych zajmujących się problematyką kognitywną, m.in. Davida Chalmersa i Rogera Penrose’a¹³³. W tym

¹²⁸ S. Weinberg, *Sen o teorii...*, s. 51.

¹²⁹ Ibidem, ss. 51-52.

¹³⁰ Ibidem, s. 59.

¹³¹ Idem, *Sen o teorii...*, s. 13.

¹³² Idem, za: M.-D. Mutschler, *Wprowadzenie do filozofii przyrody...*, s. 27.

¹³³ R. Brooks, *Tworzenie żywych systemów*, w: J. Brockman (red.), *Nowy renesans. Granice nauki*, tłum. P. J. Szwajcer i A. Eicher, Warszawa 2005, s. 170.

samym kontekście postrzegać należy wypowiedzi Raymonda Kurzweila – zwolennika tezy o możliwości skonstruowania matematycznego modelu mózgu i systemów naśladowujących ludzką inteligencję¹³⁴. Podobna wiara wpływała z wypowiedzi badaczy współtworzących w przeszłości cybernetykę – Norberta Wienera i Alana M. Turinga, którzy – jak podkreśla twórca terminu *virtual reality* Jaron Lanier – wierzyli, że „[...] cybernetyczne wzorce przepływu informacji stanowią ostateczną i najlepszą metodę wyjaśniania rzeczywistości”¹³⁵.

Redukcjonizm, głównie ten kojarzony z fizykalizmem, stanowi jedną z naturalnych dróg do zbudowania teorii ostatecznej. Przekonanie o uniwersalności procedur redukcyjnych wspiera się dodatkowo – jak to pokazał Weinberg – na historycznych analizach rozwoju nauki – rozwoju, którego charakterystycznym rysem są bez wątpienia tendencje unifikacyjne. Siła redukcyjizmu i fizykalizmu wynika dodatkowo z sukcesów, jakie przyniosło nauce przywiązanie do wzorców metodologicznych obu tych orientacji. Jak jednak wiadomo, wiek XX wykazał istotne ograniczenia podejść redukcyjnych, zwłaszcza w starciu ze zjawiskami emergentnymi.

6. Czy teoria chaosu może być teorią ostateczną?

*Całość to coś więcej
niż suma części.*

Arystoteles

*Poziom fundamentalny
to jeszcze nie wszystko.*

Michał Heller

Metodologia redukcyjna wielokrotnie udawadniała swoją skuteczność, a dotychczasowe sukcesy nauk empirycznych w znacznej mierze wyrastały z prac prowadzonych zgodnie z jej wskazaniem. Redukcjonizm, w tym również fizykalizm, zderza się jednak w praktyce badawczej z wieloma poważnymi trudnościami. Po pierwsze, mając na uwadze sztandarowy postulat sprawdzenia poszczególnych dyscyplin przyrodniczych do poziomu fizyki, warto zadać pytanie o jej status metodologiczny. Jak wiadomo, fizyka teoretyczna nie wypracowała dotąd modelu unifikującego obrazy teoretyczne swoich dwóch podstawowych paradygmatów: mechaniki kwantowej i ogólnej teorii względności. Po drugie, skuteczność metod analitycznych opiera się na milczącym założeniu, że poszczególne elementy układów złożonych zachowują się w określonych całościach tak samo (brak wyraźnych różnic jakościowych)

¹³⁴ R. Kurzweil, *Osobliwość*, w: J. Brockman, *Nowy renesans...*, ss. 215-230.

¹³⁵ J. Lanier, *Połowa manifestu*, w: *ibidem*, ss. 235-237.

jak elementy badane w izolacji. Po trzecie, problematyczna wydaje się sama procedura podziału całości na części, która każdorazowo relatywizowana jest do określonych zadań czy specyfiki badawczej¹³⁶. Nie wiemy nawet, w jaki sposób na bazie wiedzy o cechach składników elementarnych oraz budowy zespołów złożonych odtworzyć własności całego układu. Po czwarte, metodologia redukcjonistyczna nie radzi sobie z opisem własności emergentnych, których istnienie stawia pod znakiem zapytania uniwersalność redukcjonizmu w wersji Weinbergowskiej. Zatem sama struktura rzeczywistości wskazuje na zasadnicze ograniczenia strategii metodologicznej, która tak wydatnie przysłużyła się dotychczasowemu rozwojowi nauki.

Emergencja to bez wątpienia jedno z najważniejszych pojęć współczesnej nauki¹³⁷. Termin ten po raz pierwszy pojawił się w filozofii w latach 70. XIX wieku za sprawą George'a H. Lewesa. Emergencja w rozumieniu klasycznym odwoływała się do zaproponowanego przez Milla rozróżnienia sił na mechaniczne – addytywne (homeopatyczne) oraz heteropatyczne – emergentne względem własności składników elementarnych¹³⁸. Kolejną interesującą definicję zaproponował Convy Lloyd Morgan, określając emergencję jako pojawianie się w trakcie ewolucji przyrody nowych powiązań (szczepki złożoności), których charakterystyki nie mogą być postrzegane jako prosta suma składowa procesów elementarnych¹³⁹. W takim układzie nie ma więc miejsca na dedukowanie cech wyższych poziomów złożoności z praw obowiązujących na niższych szczeblach hierarchicznej budowy świata. Jedną z najpopularniejszych definicji emergencji zaproponował Charlie D. Broad. Dokonał on podziału teorii naukowych na dwie podstawowe kategorie: teorie mechanistyczne i emergencyjne. Obie te klasy łączy przekonanie, że zachowania całości wyższego rzędu są zdeterminowane przez własności struktur rzędu niższego. Różnica pomiędzy nimi polega na tym, że o ile w teoriach pierwszego typu zachowanie całości może być wydedukowane z własności poziomu elementarnego, o tyle w teoriach emergencyjnych podobna alternatywa musi być odrzucona, nawet w przypadku posiadania dokładnej znajomości mikrostruktury oraz zupełnej wiedzy o własnościach elementów składowych¹⁴⁰. Takie podejście jest więc całkowicie sprzeczne z poglądami redukcjonistów, którzy żywią przekonanie, że „[...] kolejne szcze-

¹³⁶ M. Tempczyk, *Ontologia świata...*, s. 157.

¹³⁷ Nie wszyscy metodolodowie (np. Wimsatt) przeciwstawiają sobie jednoznacznie pojęcia emergencji i redukowalności. Zob. W. Strawński, *Kiedy dochodzi w układach fizycznych do emergencji własności oraz struktur*, w: M. Heller, J. Mączka, *Struktura i emergencja*, Kraków 2006, s. 40.

¹³⁸ W. Strawński, *Tradycyjne i współczesne pojęcia emergencji*, w: ibidem, s. 53.

¹³⁹ Idem, *Emergentyzm wobec problemu jedności nauki*, w: A. Wójtowicz (red.), *Uniwersalność w nauce...*, s. 25.

¹⁴⁰ Idem, *Tradycyjne i współczesne...*, s. 54.

ble budowy materii nie wnoszą do jej własności żadnych nowych jakości, nie dających się zredukować do własności części¹⁴¹.

Wiemy obecnie, że struktura rzeczywistości ma charakter hierarchiczny, a zatem całości, choć zbudowane ze składników elementarnych, mogą charakteryzować się własnościami autonomicznymi¹⁴².

Próby zastosowania procedur redukcjonistycznych do badania procesów nieliniowych napotykają na poważne trudności. Choć redukcjonizm jest skuteczną metodą badawczą, świadomi jesteśmy jego licznych ograniczeń (np. w odniesieniu do procesów dynamicznych – chemicznych czy biologicznych, w których istotną rolę odgrywają czynniki temporalne)¹⁴³. Jak podkreślają Cohen i Stewart, badania nad zagadnieniem złożoności stały się jednym z ważniejszych kierunków rozwoju współczesnej nauki¹⁴⁴. Liczne problemy metody analitycznej przyczyniły się więc do narodzin teorii chaosu. Nie jest ona teorią naukową w ścisłym tego słowa znaczeniu, dlatego nie można jej analizować na jednym poziomie z takimi paradygmatami współczesnego przyrodoznawstwa, jak ogólna teoria względności czy teoria doboru naturalnego. Francuski matematyk Ivar Ekeland, rozróżniając teorie nauk empirycznych i matematycznych, pisze:

Teoria chaosu jest jak geometria euklidesowa: to nie teoria naukowa, a zespół wyników matematycznych. [...] Dlaczego więc odmawiać im [teoriom matematycznym – M. Sz.] statusu teorii naukowej? Dlatego, że teoria naukowa mówi nam coś o świecie, podczas gdy matematyka mówi nam wyłącznie o matematyce¹⁴⁵.

Michał Tempczyk zastanawiając się, czy teoria chaosu może być uznana za teorię naukową, zwraca uwagę na trudności z określeniem zakresu analizowanej koncepcji oraz brak jednolitego systemu pojęć, metod i przyjmowanych na jej gruncie twierdzeń¹⁴⁶. Należy też zauważyć, że odpowiedź na pytanie o status metodologiczny teorii chaosu znacznie utrudnia wielość interpretacji samego pojęcia teorii naukowej.

Teoria chaosu deterministycznego jest również znana pod nazwą dynamiki nieliniowej oraz teorii złożoności. Dzieli ona badane układy i zjawiska na dwie kategorie:

a) układy liniowe – których poszczególne składowe są powiązane ze sobą, nie wpływając jednak na ich całościowe własności,

¹⁴¹ M. Tempczyk, *Ontologia świata...*, s. 156.

¹⁴² Idem, *Teoria chaosu a filozofia*, Warszawa 1998, s. 201.

¹⁴³ Szerzej: J. Konarski, *Kryzys redukcjonizmu?*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Chemia: laboratorium myśli i działań*, Poznań 1999, ss. 143-148.

¹⁴⁴ J. Cohen, I. Stewart, *Załamanie chaosu. Odkrywanie prostoty w złożonym świecie*, tłum. M. Tempczyk, Warszawa 2006, s. 203.

¹⁴⁵ I. Ekeland, *Chaos*, tłum. M. Jarosiewicz, Katowice 1999, s. 86.

¹⁴⁶ M. Tempczyk, *Teoria chaosu – jedność czy mozaika?*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” I(147)/2001, s. 3.

b) układy nieliniowe – których elementy wykazują zdolność dostosowywania się do siebie, stąd też wiedza na temat własności części badanych w izolacji nie pozwala na formułowanie przewidywań dotyczących ich funkcjonowania w układach złożonych (klasycznym przykładem takiego zjawiska jest turbulentny przepływ cieczy)¹⁴⁷. Podział ten znajduje swoje odzwierciedlenie na poziomie obliczeniowym – układy pierwszego typu opisywane są za pomocą liniowych równań różniczkowych, natomiast badanie układów drugiego rodzaju wymaga zastosowania równań nieliniowych. Teorię chaosu najogólniej zdefiniować można jako: „[...] nowoczesny dział mechaniki, którego burzliwy rozwój rozpoczął się około trzydziestu lat temu [cytat pochodzi sprzed około dziesięciu lat – M. Sz.]. Teoria ta bada układy dynamiczne opisane za pomocą nieliniowych równań różniczkowych, z tego powodu często nazywana jest dynamiką nieliniową”¹⁴⁸.

Teoria chaosu stanowi jeden z najważniejszych i najciekawszych obszarów badawczych współczesnej nauki. Podejście klasyczne, które święciło tryumfy przez ponad dwa stulecia, dobrze radziło sobie z opisem procesów liniowych lub układów bardzo do nich zbliżonych. Rozwój nowych gałęzi matematyki oraz zaawansowanych technik symulacji komputerowej dał jednak uczonym możliwość badania i opisywania zjawisk o charakterze nieliniowym. Główny nurt rozwoju teorii chaosu wiąże się obecnie z poszukiwaniem oraz analizowaniem specyficznych własności obiektów, takich jak atraktory – rozumiane jako określone zbiory potencjalnych stanów danego układu (stany, do których zmierza jego ewolucja). Prowadzone badania dotyczą zarówno zjawisk występujących w przyrodzie, jak i określonych fenomenów społecznych¹⁴⁹.

Jak podkreśla Jacek Turnau, przez ponad trzy wieki fizycy starali się unikać badania układów niestabilnych, uznając je za stosunkowo rzadkie¹⁵⁰. Współczesna nauka ukazała jednak powszechność zjawisk, których zachowania wymykają się tradycyjnym narzędziom badawczym. Nowe podejście zmieniło także – jak twierdzą Ilya Prigogine i Isabelle Stengers – rozumienie charakteru nauki¹⁵¹.

Ograniczoność tradycyjnego spojrzenia na природę wykazał już ponad sto lat temu francuski matematyk Henri Poincaré, udowadniając, że w ogólnym obrazie rzeczywistości fizycznej dominują układy niestabilne i nieregularne. Zachowania tego typu dotyczą niezwykle szerokiej klasy zjawisk (np. hydrodynamicznych, astronomicznych, gospodarczych). Podobne podejście wykorzysta-

¹⁴⁷ Zob. M. Szydłowski, *Nieregularne zachowanie prostych układów deterministycznych*, „Roczniki Filozoficzne” t. XLVI, 3/1998, ss. 159-160.

¹⁴⁸ M. Tempczyk, *Teoria chaosu – jedność...*, s. 9.

¹⁴⁹ Szerzej na temat pojęcia atraktora w: J. Cohen, I. Stewart, *Załamanie chaosu...*, ss. 191-193.

¹⁵⁰ J. Turnau, *Chaos*, „Wiedza i Życie” I/1992, s. 25.

¹⁵¹ I. Prigogine, I. Stengers, *Z chaosu ku porządkowi. Nowy dialog człowieka z przyrodą*, tłum. K. Lipszyc, Warszawa, 1990, s. 321.

wane jest także w rozważaniach z zakresu kosmologii¹⁵² oraz filozofii nauki¹⁵³. Nowe narzędzia teoretyczne są obecnie stosowane w analizie procesów kognitywnych, badaniach z zakresu nauk medycznych, a nawet przy opisie zjawisk dotyczących ruchu drogowego. Co więcej, okazało się, że niestabilność układu nie musi zależeć od stopnia jego skomplikowania i złożoności. Podobne zachowania mogą być obserwowane już na poziomie niezwykle prostych układów mechanicznych, np. wahadeł.

Przed narodzinami teorii chaosu fizycy wykorzystywali dwie podstawowe procedury badawcze, prowadząc swoje obliczenia na uproszczonych modelach zjawisk, a w przypadku procesów skomplikowanych, uniemożliwiających proste modelowanie, odwołując się do metod statystycznych. Teoria chaosu, jak podkreśla Tempczyk, otworzyła przed naukowcami drogę pośrednią pozwalającą tworzyć, na podstawie wyników o charakterze statystycznym, dosyć dokładne, choć niejednoznaczne prognozy¹⁵⁴.

Analizowane podejście zmieniło sposób postrzegania rzeczywistości fizycznej, stanowiący spuściznę wykładni klasycznej¹⁵⁵, której symbolem był demon Laplace'a¹⁵⁶. Teoria chaosu podważyła wiele funkcjonujących wcześniej w nauce przekonań. M.in. pozwoliła odrzucić tezę, zgodnie z którą proste układy z konieczności zachowują się w sposób nieskomplikowany, a także zakwestionować tradycyjny związek determinizmu z przewidywalnością zjawisk. Okazało się bowiem, że z braku możliwości pełnego prognozowania zachowań określonych układów nie wynika jednoznacznie przekonanie o ich fundamentalnym indeterminizmie. Teoria chaosu ukazała ponadto brak jasnego rozgraniczenia pomiędzy tym, co zwykliśmy uważać za porządek, a tym, co rozumiemy pod pojęciem chaosu¹⁵⁷. Miała ona również wpływ na filozofię, głównie epistemologię i ontologię. Akceptując założenia redukcjonizmu ontologicznego, dostarczyła swoim zwolennikom istotnych argumentów przeciwko redukcjonizmowi metodologicznemu¹⁵⁸.

Ta pobieżna charakterystyka pozwala jednak zastanowić się nad ewentualną finalnością omawianej koncepcji, uznawanej przez niektórych uczonych za

¹⁵² M. Szydłowski, *Czy Wszechświat jest prostym układem dynamicznym o złożonym zachowaniu?*, „Roczniki Filozoficzne” t. XLV, 3/1997, ss. 49-73.

¹⁵³ M. Szydłowski, A. Krawiec, *Układy dynamiczne w modelowaniu rozwoju nauki*, w: A. Jonkisz (red.), *Postacie prawdy*, t. III, Katowice 1999, ss. 97-114. W artykule tym autorzy rozpatrują Kuhnowski model rozwoju nauki (etap rewolucji naukowej) w kategoriach pojęciowych teorii chaosu.

¹⁵⁴ M. Tempczyk, *Teoria chaosu...*, s. 174.

¹⁵⁵ *Idem*, *Random dynamics and the research programme of classical mechanics*, „International Studies in the Philosophy of Science” Vol. 5, 3/1991, s. 234.

¹⁵⁶ Szerzej: W. Ehrenberg, *Maxwell's demon*, „Scientific American” Vol. 217, 5/1967, ss. 103-110.

¹⁵⁷ M. Tempczyk, *Świat harmonii i chaosu*, Warszawa 1995, ss. 36-37.

¹⁵⁸ Szerzej: M. Waszczyk, *Wpływ teorii chaosu na niektóre tradycyjne stanowiska ontologiczne oraz na spór o redukcjonizm*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej” 589/2002, ss. 39-52.

rewolucyjną¹⁵⁹, a nawet za trzecią najważniejszą, obok mechaniki kwantowej i ogólnej teorii względności, teorię naukową XX wieku¹⁶⁰. Bez wątplenia teoria chaosu może zadziwiać nie tylko swoimi konsekwencjami filozoficznymi, ale i niezwykle szerokim zakresem stosowalności. Koncepcja ta ukazuje podobieństwa występujące pomiędzy zjawiskami i obiektami opisywanymi dotąd przez odrębne dyscypliny badawcze. Jest bowiem, jak twierdzą jej zwolennicy: „[...] programem jednoczącym naukę, jednakowo traktującym zjawiska przyrodnicze, społeczne, techniczne, psychologiczne. Chociaż zachodzą one w odmiennych układach i z udziałem różnych elementów, mają uniwersalne prawa i własności”¹⁶¹.

Założenia teorii chaosu są często wykorzystywane w pracach nad komputerowymi modelami zjawisk. W projekty takie zaangażowani są m.in. badacze związani z Instytutem w Santa Fe (Epstein, Holland, Packard, Langton, Cowan). Pierwszy z wymienionych naukowców uważa nawet, iż podobne analizy mogą przyczynić się do zrewolucjonizowania nauk społecznych, „pomagając rozwiązać ich najtrudniejsze problemy”¹⁶². Wiarę w rewolucyjne znaczenie teorii chaosu odnajdujemy również w deklaracjach Turnau¹⁶³ i Ekelanda¹⁶⁴.

Czy teoria chaosu może być zatem postrzegana w kategoriach teorii ostatecznej? Wydaje się, że już sam jej status metodologiczny pociąga za sobą odpowiedź negatywną, choć, jak podkreśla Tempczyk, to „[...] teoria, która nie tylko prowadzi do zrozumienia poszczególnych zjawisk, ale daje również ogólne prawa wiążące całą materię w harmonijną całość”¹⁶⁵. Jednak „[...] te wspaniałe rezultaty nie wystarczą, by całą naukę sprowadzić do języka i zastosowań teorii chaosu. Jej domeną są procesy i układy złożone, natomiast nie mówi ona nic o układach prostych, zwłaszcza o najmniejszych składnikach materii”¹⁶⁶.

Wniosek ten wzmacnia argument, że wiedza na temat składników elementarnych nie jest zależna od wiedzy o układach z nich zbudowanych. Jak zauważa Tempczyk, znajomość poziomu elementarnego wydaje się być w tym miejscu bardziej istotna, ponieważ „[...] części mogą istnieć bez całości, a całości bez części nie ma”¹⁶⁷.

Należy pamiętać, że zwolennicy tezy o możliwości skonstruowania teorii ostatecznej za jeden z jej podstawowych aspektów uznają konieczność opisa-

¹⁵⁹ M. Tempczyk, *Random dynamics...*, s. 227; idem, *Teoria chaosu – rewolucja przez ewolucję*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 3(103)/1990, s. 461.

¹⁶⁰ J. Turnau, *Chaos*, s. 22.

¹⁶¹ M. Tempczyk, *Świat harmonii...*, s. 191.

¹⁶² J. Horgan, *Koniec nauki...*, ss. 242-243.

¹⁶³ J. Turnau, *Chaos*, s. 30.

¹⁶⁴ I. Ekeland, *Chaos*, s. 94.

¹⁶⁵ M. Tempczyk, *Czy teoria chaosu może być teorią wszystkiego*, w: A. Wójtowicz (red.), *Uniwersalność w nauce i poza nauką*, Warszawa 1998, s. 68.

¹⁶⁶ Ibidem.

¹⁶⁷ Ibidem.

nia w sposób wyczerpujący tego najbardziej elementarnego poziomu budowy świata. Sensowne rozpatrywanie zagadnienia ewentualnej finalności teorii chaosu komplikuje dodatkowo jej nieokreślony status metodologiczny. Koncepcja ta przypomina raczej „[...] mozaikę, w której kilka kawałków stanowi stosunkowo spójne, dobrze uporządkowane, wyraźne obszary. Jednak całości daleko do integracji. [...] ponadto nie wiadomo, czy po dobrym uporządkowaniu poszczególnych obszarów badań da się połączyć wszystkie części w jednolitą całość”¹⁶⁸.

Przy obecnym poziomie wiedzy nie można więc stwierdzić, czy teoria chaosu stanie się dobrze zdefiniowaną konstrukcją teoretyczną, czy pozostanie jedynie – mówiąc słowami Ekelanda – „zespołem matematycznych wyników”¹⁶⁹ (choć jest to zespół wyników o bardzo wysokim stopniu uniwersalności i ogromnej doniosłości).

Nawet zdaniem zwolenników omawianej koncepcji (m.in. Pera Baka czy Ilyi Prigogine’a) mało prawdopodobne jest to, aby uzyskała ona w przyszłości status teorii finalnej w rozumieniu Stevena W. Hawkinga czy Johna Barrowa¹⁷⁰.

¹⁶⁸ M. Tempczyk, *Teoria chaosu – jedność...*, s. 10.

¹⁶⁹ I. Ekeland, *Chaos*, s. 86.

¹⁷⁰ J. Horgan, *Koniec nauki...*, s. 271.

ROZDZIAŁ IV

CZY MOŻLIWA JEST TEORIA OSTATECZNA?

Odpowiedzi prowadzą do nowych pytań.

Immanuel Kant

1. Płaszczyzna epistemologiczno-ontologiczna. Scenariusze rozwoju nauki a poszukiwania teorii ostatecznej

Problematyka teorii finalnych jest ściśle związana z zagadnieniami natury epistemologicznej (częściowo zależnymi od ontologicznych cech rzeczywistości). łączy się z rozważaniami dotyczącymi ograniczeń poznawczych człowieka. Schemat dalszego postępu naukowego, a co za tym idzie – kwestia ewentualnego sformułowania teorii ostatecznej, zależą ponadto od wzajemnych korelacji między poziomem naszych zdolności poznawczych i ilością informacji o elementarnych cechach uniwersum (np. w świetle sporu o podzielność materii). Złożona kwestia granic nauki była dyskutowana przez wielu wybitnych filozofów, naukowców i publicystów. Niektórzy z nich, m.in. Karl R. Popper i Fryderyk Engels, uznawali proces ewolucji wiedzy naukowej za nieskończony (nieograniczony). Inni, np. Steven Weinberg czy Richard Feynman, uważali, że rozwój ten ma charakter potencjalnie finalny. Oczywiście poszukiwania praw fundamentalnych nie mogą być ograniczane jedynie do zakresu badań przyrodoznawczych. Bo choć pojęcie teorii ostatecznej jest kojarzone przede wszystkim z koncepcjami formułowanymi na gruncie nauk przyrodniczych, to także w filozofii i dyscyplinach społecznych pojawiały się próby odkrywania ostatecznego, nomologicznego schematu analizowanych zjawisk.

Epistemologiczno-ontologiczny problem korelacji pomiędzy kompetencjami poznawczymi człowieka a złożonością badanej przez niego natury był rozpatrywany m.in. przez wybitnego brytyjskiego kosmologa Johna Barrowa¹. Podjęta

¹ J. D. Barrow, *Kres możliwości? Granice poznania i poznanie granic*, tłum. H. Turczyn-Zalewska, Prószyński i S-ka, Warszawa 2005, ss. 91-105.

przez niego próba skonstruowania modelu rozwoju nauki uwzględniała dwa podstawowe aspekty:

- a) zakres informacji na temat natury – zestaw praw lub zasad opisujących występujące w rzeczywistości (także społecznej) zjawiska;
- b) granice epistemologiczne – określające poziom możliwości poznawczych człowieka.

W ramach tego podejścia wyróżniono cztery kombinacje obu czynników:

- natura nieograniczona/zdolności poznawcze nieograniczone,
- natura nieograniczona/zdolności poznawcze ograniczone,
- natura ograniczona/zdolności poznawcze nieograniczone,
- natura ograniczona/zdolności poznawcze ograniczone.

Każdej z wymienionych ewentualności odpowiadają konkretne scenariusze rozwoju nauki.

Scenariusz I

Natura nieograniczona/zdolności poznawcze nieograniczone

W prezentowanym modelu rozwój nauki trwa nieskończenie długo, choć nie musi on być procesem jednostajnym. Schemat obejmuje swoim zasięgiem zarówno okresy „naukowego zastoju”, jak i wyznaczające nie tylko tempo, ale i kierunek postępu wiedzy wydarzenia nadzwyczajne (np. rozumiane po kuhnowsku rewolucje naukowe). Pozwala on nakreślić trzy dalsze modele pochodne:

a) jednostajny rozwój wiedzy – schemat mało prawdopodobny, w którym nauka ewoluuje nieskończenie długo w stałym tempie,

b) model zmienny – zgodnie z którym szybka początkowa ekspansja nauki ulega stopniowemu wyhamowaniu; w ramach tego podejścia, podobnie jak w przypadku pierwszym, rozwój nauki jest postrzegany jako temporalnie nieograniczony,

c) postęp nieregularny (fluktuacyjny) – tempo rozwoju wiedzy jest zaburzone wydarzeniami nadzwyczajnymi, co nie zmienia jednak ogólnego charakteru samego modelu; schemat ten nie ma umiejscowionego w czasie momentu końcowego.

Wizja nieustannego postępu wiedzy naukowej, kwestionująca możliwość sformułowania teorii finalnej, akceptowana była przez wielu wybitnych filozofów oraz licznych uczonych. W takich kategoriach rozwój nauki postrzegali m.in. Karl R. Popper², David Bohm³ oraz Eugene Wigner⁴.

² K. R. Popper, *Wiedza obiektywna. Ewolucyjna teoria epistemologiczna*, tłum. A. Chmielewski, ss. 234-235.

³ D. Bohm, B. J. Hilley, *The Undivided Universe*, London – New York 2003, s. 321.

⁴ E. Wigner, *The Limits of Science*, „Proceedings of the American Philosophical Society” 94/1950, s. 424.

Scenariusz II

Natura nieograniczona/zdolności poznawcze ograniczone

Scenariusz ten wydaje się najbardziej prawdopodobny. Nieograniczona złożoność natury łączy się w nim ze skończonością i ograniczonością zdolności poznawczych człowieka. W jego obrębie wyróżnić należy dwie bardziej szczegółowe wizje rozwoju wiedzy naukowej. Po pierwsze, nawet jeżeli nasze zdolności poznawcze są w pewnym stopniu ograniczone, to założenie takie nie implikuje w sposób konieczny istnienia granicy naukowych poszukiwań. Proces postępu naukowego nie będzie miał więc charakteru finalnego i to niezależnie od tego, jak długo będą trwać prace badawcze⁵. Najbardziej znanym orędownikiem tego poglądu był Immanuel Kant⁶. Po drugie, dopuszczalne jest osiągnięcie granic epistemicznych w skończonym czasie, co uzasadnia sensowność tezy o końcu nauki⁷. Możliwe jest bowiem, że po dojściu do pewnego wyróżnionego poziomu ewolucji nauki (określonej liczby zgromadzonych informacji) dalszy proces zdobywania wiedzy zostanie zatrzymany przez takie czynniki, jak: wzrastające koszty badań naukowych, ograniczenia poznawcze człowieka, brak możliwości gromadzenia i przetwarzania danych lub ogólny klimat intelektualny epoki⁸. Rozwiązanie to dopuszcza ewentualność skonstruowania teorii finalnej (zrelatywizowanej np. do poziomu ludzkich kompetencji poznawczych), niebędącej jednak odzwierciedleniem podstawowych praw uniwersum. Do zwolenników takiego ujęcia należał m.in. francuski encyklopedysta Denis Diderot, a obecnie pogląd ten akceptują John Horgan, Leo Kadanoff i Günther Stent.

Scenariusz III

Natura ograniczona/zdolności poznawcze nieograniczone

Jest to z całą pewnością najbardziej optymistyczny spośród zaproponowanych modeli ewolucji nauki. Należy w nim jednak bardzo wyraźnie oddzielić sferę praw podstawowych od obszaru zastosowań wiedzy naukowej, jej ewentualnych praktycznych konsekwencji oraz wzrastającej dokładności pomiarów.

W omawianym scenariuszu do pełnego zrozumienia złożoności natury wystarczy skończona liczba informacji, będąca w zasięgu ludzkich możliwości

⁵ W takim ujęciu granice nauki byłyby nieosiągalne bez względu na cezurę czasową – długość trwania badań.

⁶ I. Kant, *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, tłum. B. Borstein, Warszawa 1960, s. 155.

⁷ Co ciekawe, w wizji tej istnieje możliwość skonstruowania teorii finalnej (w odniesieniu do naszych zdolności poznawczych). Taka konstrukcja nie byłaby jednak odzwierciedleniem podstawowych praw uniwersum.

⁸ Taką tezę przedstawił biolog molekularny Günther Stent. Zob. G. Stent, *The coming of the Golden Age. A view of the end of progress*, New York 1969.

poznawczych⁹. Do grona zwolenników prezentowanej opcji należą tacy wybitni XX-wieczni uczeni, jak Richard Feynman i Steven Weinberg, którzy doszukiwali się rozstrzygnięć finalnych w wynikach współczesnej fizyki cząstek elementarnych. W przeszłości podobne poglądy głosił m.in. Albert Michelson.

Scenariusz IV

Natura ograniczona/zdolności poznawcze ograniczone

Ten scenariusz wydaje się być najbardziej skomplikowany. Zarówno możliwości poznawcze, jak i nomologiczna złożoność samej natury są w nim traktowane jako potencjalnie skończone. Prezentowany model rozbija się na trzy dalsze ewentualności:

a) obie granice – granica złożoności natury i zdolności poznawczych człowieka – są zbieżne. Istnieje więc szansa na pozyskanie całości wiedzy o budowie i funkcjonowaniu rzeczywistości. W takim ujęciu skonstruowanie teorii ostatecznej, a nawet teorii wszystkiego, należałoby uznać za cel osiągalny;

b) mimo ograniczenia obu analizowanych skal przyjmujemy, że nasze możliwości poznawcze przewyższają poziom złożoności samej natury¹⁰. Prowadzi to do optymistycznego wniosku, że rzeczywistość może zostać poznana w skończonym przedziale czasowym – nauka jest więc zdolna do ustalenia pełnego zestawu praw podstawowych, opisujących strukturę i funkcjonowanie natury;

c) ograniczona skala zdolności poznawczych człowieka jest mniejsza od złożoności (również skończonej) samej natury. Proces rozwoju nauki nie może zatem doprowadzić do ostatecznej bariery wiedzy – rozumianej jako poziom nomologicznej złożoności natury – mimo jej postulowanej ograniczoności.

Analiza alternatywnych scenariuszy rozwoju nauki nawiązuje bezpośrednio do kwestii wyjaśnień finalnych. Niektóre z zaprezentowanych modeli dopuszczają istnienie podobnych rozstrzygnięć, inne wydają się podważać wiarę w celowość prac nad sformułowaniem teorii ostatecznej¹¹. Fundamentalne znaczenie dla prowadzonych rozważań ma ponadto problem adekwatnego rozróżnienia praw elementarnych, których zbiór – choćby potencjalnie – można uznać za skończony, oraz ich ewentualnych skutków i zastosowań (głównie tych o charakterze technicznym). Z uwagi na poruszaną problematykę niniejsze analizy będą się koncentrować głównie na pierwszym z wymienionych aspektów.

⁹ J. D. Barrow, *Kres możliwości?...*, s. 100.

¹⁰ Powstaje jednak pytanie, którego Barrow nie rozpatrywał w swojej pracy: jeżeli – co jest logicznie prawdopodobne – uznamy nasze zdolności poznawcze za przekraczające poziom nomologicznej złożoności natury, to w jaki sposób (według jakiej skali porównawczej) można stwierdzić zaistnienie podobnej sytuacji.

¹¹ Trzeba pamiętać, że nauka może być w przyszłości rozwijana nie tylko przez przedstawicieli naszego gatunku, ale także za pośrednictwem skonstruowanych przez ludzi urządzeń (problem tzw. nauki komputerowej).

Już na wstępie należy jednak określić charakter rozpatrywanych modeli teorii finalnych – czy są to koncepcje modelujące określone prawidłowości, podstawowe mechanizmy opisujące naturę danego zjawiska czy raczej propozycje, których finalność miałaby przede wszystkim wymiar praktyczny – konwencjonalny. Referowane scenariusze powinny odnosić się głównie do pojęcia teorii ostatecznej w pierwszym z zaprezentowanych znaczeń. Tak typowy dla wielu uczonych optymizm poznawczy mógłby znaleźć swoje uzasadnienie jedynie w takim modelu, w którym nomologiczna struktura natury ma charakter ograniczony (tzn. zakładamy, że istnieje określony zestaw fundamentalnych zasad leżących u podstaw badanego zjawiska). Łatwo więc zauważyć, że jeśli wiedza naukowa będzie ewoluować według pierwszego scenariusza, uczeni nigdy nie zdołają sformułować rozstrzygnięcia finalnego.

W kolejnym scenariuszu, który przewiduje dwie dalsze ewentualności, jedynie w świetle drugiej z nich byłoby możliwe skonstruowanie teorii ostatecznej. Taka praktyczna, konwencjonalna finalność nie miałaby jednak wiele wspólnego z ambicjami poznawczymi większości badaczy, ponieważ byłaby zrelatywizowana do poziomu zewnętrznych determinant rozwoju wiedzy naukowej oraz ograniczeń ludzkiego aparatu poznawczego. Optymizm w kwestii istnienia wyjaśnień ostatecznych wydaje się natomiast w pełni uzasadniony w scenariuszu trzecim, w którym nieograniczone zdolności poznawcze człowieka pozwalają odkrywać mechanizmy i prawa opisujące funkcjonowanie rzeczywistości. W scenariuszu czwartym, który ma trzy wersje alternatywne, możliwość skonstruowania teorii finalnej wydaje się realna jedynie w dwóch szczególnych przypadkach: gdy obie granice – granica złożoności natury oraz naszych zdolności poznawczych – są takie same oraz gdy kompetencje epistemiczne człowieka przewyższają poziom złożoności samej natury.

Rozważania dotyczące scenariuszy rozwoju nauki mają charakter czysto spekulatywny, dlatego trudno byłoby wskazać schemat, który w pełni określi dalszy rozwój wiedzy naukowej. Zatem optowanie za którymkolwiek spośród wymienionych scenariuszy oraz wiara w możliwość skonstruowania teorii finalnej i uzasadnienia takiego jej charakteru pozostają wyłącznie elementami ogólnych przekonań metafizycznych uczonych. Subiektywny wybór konkretnego modelu rozwoju nauki determinuje postawę wobec kwestii rozstrzygnięć ostatecznych.

2. Płaszczyzna metodologiczna

Zagadnienie teorii ostatecznych jest analizowane na wielu płaszczyznach filozoficznych. Obok wymiarów: ontologicznego, epistemologicznego i logicznego można je również rozpatrywać na poziomie metodologicznym. W niniejszym podrozdziale omówione zostaną poglądy dotyczące charakteru nauki oraz

schematu jej rozwoju, które prezentowali w swoich pracach trzej wybitni dwudziestowieczni filozofowie nauki: Karl Popper, Thomas Kuhn i Paul Feyerabend. Opis koncepcji metodologicznych zaproponowanych przez wymienionych badaczy posłuży następnie za fundament dla rozważań związanych bezpośrednio z tytułowym zagadnieniem teorii ostatecznych. Już na wstępie zauważyć należy jednak, iż próba interpretacji prezentowanych poglądów nie jest zadaniem prostym. Problem ten wynika przede wszystkim z wielości interpretacji jakich doczekały się omawiane propozycje. Sytuację tę dodatkowo komplikują modyfikacje, jakim sami twórcy poddawali na przestrzeni lat lansowane systemy metodologiczne. Mimo to zagadnienie finalności teorii (również tych formułowanych na gruncie dyscyplin społecznych, np. Popperowska charakterystyka historycyzmu)¹² może być rozpatrywane poprzez odwołanie do deklaracji twórców hipotetyzmu, orientacji socjologiczno-historycznej i anarchizmu metodologicznego oraz w nawiązaniu do kompleksowych wizji nauki, które odnajdujemy w ich najważniejszych dziełach.

2.1. Teoria ostateczna a filozofia nauki Karla R. Poppera

*Rozwój wiedzy – czyli proces uczenia się –
nie odbywa się poprzez powtarzanie
czy kumulację, ale przez eliminację błędów.
Jest to raczej darwinowski dobór naturalny
niż lamarckowski proces formowania.*

Karl R. Popper

Karl Raimund Popper był jednym z najbardziej wpływowych myślicieli ubiegłego stulecia. Choć znany jest przede wszystkim jako filozof nauki, to jego badania dotyczyły także filozofii społecznej, filozofii politycznej, ontologii i epistemologii¹³.

Wokół poglądów autora *Logiki odkrycia naukowego* narodziło mnóstwo sporów i nieporozumień, a jego idee doczekały się zarówno mniej lub bardziej korygujących wyjściowe postulatory kontynuacji (np. John Watkins, Imre Lakatos), jak i licznych głosów krytycznych (m.in. Hillary Putnam, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend)¹⁴. Szczególnie żywo dyskutowane były Popperowskie poglądy na temat procedury indukcji, roli i zakresu stosowalności metody falsyfikacji, wizji episte-

¹² Popper poświęcił wiele uwagi wieloaspektowej krytyce historycyzmu. Odrzucał wszystkie te doktryny, które podstawowym zadaniem nauk społecznych czyniły poszukiwanie praw i wzorców nadających procesom historycznym przewidywalny, nomologiczny kierunek. Zob. K. R. Popper, *Nędza historycyzmu*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1999; idem, *Spółczesność otwarte i jego wrogowie*, t. I, tłum. H. Krahelska, t. II, tłum. H. Krahelska, W. Jedlicki, Warszawa 2006.

¹³ Wieloaspektową analizę poglądów filozoficznych Karla R. Poppera przedstawia A. Chmielewski, *Filozofia Poppera. Analiza krytyczna*, Wrocław 2003.

¹⁴ Zob. E. Chmielecka, *Czy w filozofii nauki istniała szkoła Popperowska?*, w: W. Krajewski (red.), *Nauka, świat, człowiek*, Gdańsk 2005, ss. 100-108.

mologii ewolucyjnej oraz tzw. koncepcji trzech światów, nadającej nauce charakter autonomiczny, realny i oddziałujący na pozostałe sfery ontologicznej konstrukcji rzeczywistości. Wiele kontrowersji wzbudziła ponadto kwestia relacji filozofii Popperowskiej do idei głoszonych przez zwolenników empiryzmu logicznego.

Poglądy Poppera są określane mianem racjonalizmu krytycznego lub – z uwagi na ich charakter logiczno-metodologiczny – falsyfikacjonizmu. Są one odmienne od koncepcji innych przedstawicieli filozofii racjonalistycznej (np. Platona czy Hegla), których sam Popper oskarżał o dogmatyzm i nieuzasadnione tendencje do poszukiwania trwałych, nieodwoływalnych praw rządzących funkcjonowaniem rzeczywistości, zarówno społecznej, jak i przyrodniczej. Zakładając, że człowiek jest istotą nie tylko rozumną, ale przede wszystkim omylną, austriacki filozof sformułował oryginalną wizję racjonalizmu, która stała się znakiem rozpoznawczym całej jego późniejszej wykładni filozoficznej.

W swoich pracach Popper przeciwstawiał się wyraźnie filozofii analitycznej oraz próbom sprowadzania refleksji filozoficznej do roli narzędzia służącego jedynie analizie języka nauki. Uznawał on problemy filozoficzne za realne i przynajmniej w niektórych przypadkach rozwiązywalne. Jego poglądy spotkały się z żywą, często krytyczną reakcją, nie tylko w środowisku filozofów, ale także wśród przedstawicieli nauk przyrodniczych¹⁵. Jeden z głównych rysów metodologii Popperowskiej stanowiła bez wątpienia ostra i zdecydowana krytyka podstawowych założeń indukcjonizmu. Popper nie akceptował głoszonego przez neopozytywistów poglądu, że rozwój nauki opiera się przede wszystkim na konstruowaniu indukcyjnych uogólnień. W proponowanym systemie proces ten miał odmienny charakter – dokonywał się drogą formułowania i krytyki hipotez. Autor *Logiki odkrycia naukowego* nie podzielał wiary empirystów logicznych w prawomocność procedur weryfikacyjnych. Głównym narzędziem metodologicznym swojego systemu uczynił procedurę falsyfikacji. Metoda Popperowska, zwana hipotetyczno-dedukcyjną, miała polegać na stawianiu śmiałych hipotez, wyprowadzaniu z nich drogą dedukcji konsekwencji obserwacyjnych oraz testowaniu – empirycznych próbach wykazania ich fałszywości. Każda tego typu konfrontacja była pomyślana jako próba obalenia (sfalsyfikowania) badanej koncepcji, przy czym ewentualne fiasko przeprowadzanego testu, a nawet serii testów, nie mogło przesądzać o prawdziwości sprawdzanej tą drogą hipotezy. Największe znaczenie w metodologii Poppera przypisywano pojęciu *koroboracji* (potwierdzenia)¹⁶. Miano teorii skoroborowanej przysłu-

¹⁵ Na przykład dwaj laureaci nagrody Nobla P. Medewar i J. Eccles otwarcie przyznawali się do tego, że osiągnięty przez nich sukces badawczy wynikał w znacznym stopniu ze stosowania dyrektyw metodologicznych Poppera. Zob. K. Jodkowski, *W obronie nieostrości*, w: Z. Muszyński (red.), *O nieostrości*, „Realizm. Racjonalność. Relatywizm” 10, Lublin 1988, s. 201.

¹⁶ Pojęcia *koroboracji* nie należy jednak utożsamiać z weryfikacją. Nawet wysoki stopień koroboracji danej hipotezy lub teorii naukowej nie stanowi podstawy do uznania jej za prawdziwą.

guje jedynie takiej koncepcji, która wyszła zwycięsko z dotychczasowych prób falsyfikacji, a więc wykazała się tym, co sam autor określił mianem „hartu”. Procedura sprawdzania hipotezy badawczej nie powinna być jednak, zdaniem Poppera, nigdy zatrzymywana, a proces nieustannego kwestionowania aktualnego stanu wiedzy miał stanowić jeden z głównych wyznaczników racjonalnego charakteru wszelkiej działalności naukowej¹⁷.

Procedurę stawiania i krytyki hipotez można zilustrować za pomocą następującego uproszczonego schematu:

$$P_1 \rightarrow PH \rightarrow EB \rightarrow P_2$$

gdzie:

- P_1 – problem wyjściowy,
- PH – próbna hipoteza,
- EB – eliminacja błędów.
- P_2 – nowy problem¹⁸.

Model ten doskonale odzwierciedla istotę Popperowskiej filozofii nauki, w której zakwestionowano kumulatywny model rozwoju wiedzy, podkreślając jej dynamiczny, oparty na schemacie falsyfikacji charakter. Prawidłowy – w świetle założeń hipotetyzmu – proces ewolucji nauki miał składać się z czterech zasadniczych faz:

- a) wyboru konkretnego problemu,
- b) sformułowania próbnego rozwiązania,
- c) krytycznej dyskusji – umożliwiającej racjonalny rozwój wiedzy naukowej drogą eliminacji błędów,
- d) krytycznej dyskusji najlepszych nawet (odznaczających się wysokim stopniem koroboracji) hipotez, która miała prowadzić do odkrywania nowych problemów¹⁹.

Postrzegany w kategoriach filozofii Popperowskiej proces ewolucji wiedzy naukowej przebiegał zatem według schematu, zgodnie z którym miała odbywać się także procedura badawcza. Proces ten analizowano w dwóch podstawowych wymiarach:

- a) rewolucyjnym (w odróżnieniu od wizji kumulatywistycznej),
- b) konserwatywnym – w ramach którego nowa teoria miała być w stanie wyjaśnić sukcesy swej poprzedniczki²⁰.

W prezentowanej wizji rozwoju nauki trudno byłoby więc znaleźć miejsce dla teorii nieobalalnych, czyli takich, których status nie wymagałby dalszej

¹⁷ K. R. Popper, *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*, London 1963, s. 215.

¹⁸ Idem, *Wiedza obiektywna...*, ss. 154-155.

¹⁹ Idem, *Mit schematu pojęciowego – w obronie nauki i racjonalności*, tłum. B. Chwedeńczuk, Warszawa 1997, s. 178.

²⁰ Ibidem, s. 27.

racjonalnej dyskusji, bowiem to właśnie potencjalna falsyfikowalność pełniła w systemie Poppera rolę kryterium demarkacji, umożliwiającego oddzielenie hipotez naukowych od twierdzeń pozbawionych takiego statusu. Przekonanie o możliwości formułowania wyjaśnień ostatecznych Popper identyfikował przede wszystkim z duchem nieakceptowanej w ramach racjonalizmu krytycznego filozofii esencjalistycznej²¹. W proponowanej koncepcji nauki, akcentującej jej dynamiczny i tymczasowy charakter, jednoznacznie odrzucona została możliwość sformułowania teorii finalnej²².

W świetle przyjętego przez Poppera kryterium demarkacji uznanie jakiegokolwiek teorii za niepodważalną i niewymagającą dalszego sprawdzania pozbawiało ją cech naukowości. Co ciekawe, twórca hipotetyzmu łączył tezę o nieistnieniu rozstrzygnięć finalnych z akceptacją klasycznej definicji prawdy. Jednak jego stanowisko było w tej kwestii o wiele bardziej skomplikowane. Uważał on bowiem, że dana teoria naukowa może być prawdziwa, nawet jeżeli nikt jej za taką nie uważa²³. Niemożność ostatecznego uzasadnienia wynika z samego charakteru stosowanych procedur metodologicznych, które nie są zdolne do wykazania jej prawdziwości – finalności. Akceptując jednak korespondencyjną teorię prawdy (zgodnie z wykładnią Alfreda Tarskiego), Popper zaproponował koncepcję nauki jako procesu nieskończonego przybliżania się do prawdy obiektywnej, rozważanej w kategoriach idei regulatywnej. Tezę tę wzmacniał dodatkowo założeniem o konwencjonalnym charakterze zdań obserwacyjnych, stanowiących podstawę twierdzeń naukowych²⁴.

Twórca hipotetyzmu uznawał teorie naukowe za propozycje o charakterze tymczasowym, odmawiając im również – tak ważnego w perspektywie neopozytywistycznej – waloru prawdopodobieństwa, które zastępował odmiennie definiowanym prawdopodobieniem²⁵. W systemie metodologicznym Poppera nie ma więc miejsca na teorie finalne, a prawda – choć istniejąca obiektywnie – nie może być ostatecznie dowiedziona w ramach jakiegokolwiek teorii, którą dałoby się sformułować na gruncie nauk empirycznych:

Krytyczna dyskusja uzasadnia w najlepszym razie twierdzenie, że dana teoria jest najlepszą spośród osiągalnych teorii, inaczej mówiąc, że najbardziej zbliża się do prawdy²⁶.

Kwestionując możliwość sformułowania teorii finalnej, Popper uznawał jednak poszukiwanie prawdy, a co za tym idzie – badanie coraz głębszych

²¹ K. R. Popper, *Wiedza obiektywna...*, ss. 234-237.

²² Idem, *Logika odkrycia naukowego*, tłum. U. Niklas, Warszawa 2002, s. 223.

²³ Idem, *Conjectures and Refutations...*, s. 225.

²⁴ Popper ma na myśli nie tyle praktyczną, ile raczej potencjalną sprawdzalność zdań bazowych. K. R. Popper, *Logika...*, ss. 44-45, 88-90, 93-94.

²⁵ Idem, *Wiedza obiektywna...*, s. 70.

²⁶ Idem, *Mit schematu pojęciowego...*, s. 181.

własności uniwersum za naczelną zadanie nauki. Proces ten prowadzić miał ponadto do unifikacji poszczególnych dziedzin wiedzy, czyli „narastającej integracji w kierunku coraz bardziej jednolitych teorii”²⁷.

2.2. Problem teorii finalnych w filozofii Thomasa S. Kuhna

[...] świat uczonego przekształca się jakościowo i wzbogaca ilościowo zarówno w wyniku odkryć zasadniczo nowych faktów, jak i formułowania nowatorskich teorii.

Thomas S. Kuhn

*Struktura rewolucji naukowych*²⁸ – sztandarowe dzieło w dorobku filozoficznym Thomasa S. Kuhna – to jedna z ważniejszych pozycji w bogatej spuściznie całej XX-wiecznej myśli metodologicznej. Wyrażone w tej pracy poglądy na stałe zadomowiły się we współczesnej refleksji nad wiedzą naukową, wywierając ogromny wpływ na sposób rozumienia nauki oraz postrzeganie mechanizmów jej rozwoju²⁹. Prezentowaną wizję nauki cechuje daleko idąca niejednoznaczność, która istotnie utrudniała interpretację jej podstawowych założeń, a nawet znaczenia terminów tworzących siatkę pojęciową całej koncepcji. Wieloznaczność propozycji Kuhnowskiej zaowocowała bogatą i wieloaspektową krytyką poglądów amerykańskiego filozofa i historyka nauki.

Kuhn nie bez powodu uznawany jest za główną postać nurtu określanego w filozofii nauki mianem orientacji historyczno-socjologicznej bądź relatywistycznej. Nurt ten stanowi zbiór wielu różnych stanowisk, które jako wspólne przyjmują przekonanie o historycznej zmienności kanonów racjonalności oraz stosowanych przez filozofów i naukowców kryteriów metodologicznych. Zwolennicy podejścia historyczno-socjologicznego kwestionują autonomiczny model rozwoju wiedzy, upatrując w determinantach zewnętrznych głównych źródeł jej dynamicznego charakteru, a także uważają, że to właśnie czynniki pozapoznawcze (psychologiczne czy społeczno-historyczne) w sposób decydujący wpływają na rozwój nauki, zarówno w ramach kontekstu odkrycia, jak i kontekstu uzasadnienia³⁰.

Propozycję Kuhna wielokrotnie odczytywano jako radykalną odpowiedź na empirystyczno-logistyczną wizję filozofii nauki początków XX wieku. Ostrze krytyki Kuhnowskiej zostało także skierowane ku metodologii falsyfikacjonizmu.

²⁷ K. R. Popper, *Wiedza obiektywna...*, s. 309.

²⁸ T. S. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, tłum. J. Nowotniak, Warszawa 2001.

²⁹ Wiele spośród głoszonych przez Kuhna poglądów zostało antycypowanych przez polskiego lekarza, mikrobiologa i filozofa nauki L. Flecka w: *Powstanie i rozwój faktu naukowego. Wprowadzenie do nauki o stylu myślowym i kolektywie myślowym*, tłum. M. Tuskiewicz, Lublin 1986.

³⁰ J. Such, *Wstępnie o rozwoju nauki*, w: J. Such, E. Pakszys, *Szkice o rozwoju nauki*, Poznań 1986, s. 14.

Kuhn zarzucał Popperowi m.in. to, iż opisywana w jego dziełach wizja nauki stanowiła jedynie racjonalistyczny ideał daleki od rzeczywistego charakteru działalności naukowo-badawczej³¹. Amerykański filozof zakwestionował popularną wśród neopozytywistów tezę o istnieniu czystych danych empirycznych (nagich faktów) oraz języka czystej percepcji, podważając tym samym zasadność podziału terminów na teoretyczne i obserwacyjne. Odrzucił ponadto przekonanie o istnieniu ponadczasowych, uniwersalnych kryteriów racjonalności oraz kanonów postępowania badawczego. Atakując pogląd o zawieraniu się starych teorii w nowych, podważył sensowność zasady korespondencji, formułując kontrowersyjną ideę niewspółmierności. Deprecjonował ponadto wiarę w istnienie empirycznych i logicznych kryteriów wyboru pomiędzy teoriami naukowymi, umieszczając analizowaną problematykę w zupełnie nowym kontekście filozoficznym. Kuhn postulował instrumentalne podejście do zagadnienia teorii naukowych, a co za tym idzie – odmawiał sensowności Popperowskiej wizji nauki jako procesu nieustannego przybliżania się do prawdy. Jedną z cech charakterystycznych jego propozycji była otwarta krytyka wcześniejszych poglądów neopozytywistów i hipotetystów oraz przerzucenie ciężaru rozważań metodologicznych z obszaru badań nad kontekstem uzasadnienia na analizy dotyczące – marginalizowanego m.in. przez Poppera – kontekstu odkrycia³².

Najważniejszym, a jednocześnie najbardziej wieloznacznym elementem stosowanej przez Kuhna siatki pojęciowej jest pojęcie *paradygmatu*. Koncepcja paradygmatu stanowi oś prezentowanej opcji metodologicznej i odgrywa rolę czynnika decydującego o przemianach, jakim podlega na przestrzeni czasu nauka. Niestety, pojęcie to nie zostało zdefiniowane w sposób jasny i precyzyjny, co przyczyniło się do ostrej krytyki oryginalnych poglądów Kuhna. Najbardziej znanym jej przykładem była analiza Margaret Masterman³³, która w artykule pt. *The Nature of Paradigm* wyszczególniła 21 sposobów na jakie rozumieć można ów konstytutywny dla prezentowanego modelu termin. Co więcej, jak zauważyła autorka przywoływanej pracy, nieprecyzyjny język filozofii Kuhna pozwala rozumieć definiowane pojęcie aż w trzech różnych zakresach: metafizycznym, socjologicznym i konstruktywnym³⁴.

Pod wpływem głosów krytycznych, Kuhn przeformułował więc poglądy zaprezentowane w pierwotnej wersji swojego najważniejszego dzieła, propo-

³¹ T. S. Kuhn, *Dwa bieguny. Tradycja i nowatorstwo w badaniach naukowych*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1985, s. 394.

³² A. Motycka, *Relatywistyczna wizja nauki. Analiza krytyczna koncepcji T. S. Kuhna i S. E. Toulmina*, Wrocław 1980, ss. 178-180.

³³ Kuhn skomentował uwagi Masterman w pracy pt. *Droga po strukturze*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 2003, s. 273.

³⁴ M. Masterman, *The Nature of Paradigm*, w: I. Lakatos, A. Musgrave, *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970, ss. 65-67.

nując m.in. pojęcie macierzy dyscyplinarnej (*disciplinary matrix*)³⁵. Pomijając jednak złożoną kwestię ewolucji poglądów metodologicznych Thomasa Kuhna, powiedzieć możemy, iż paradygmat pojmować należy w kategoriach zespołu przekonań, zestawu wzorców metodologicznych, wartości czy skal ocen kształtujących praktykę danej dziedziny lub określonej społeczności uczonych. Pojęcie to odnosi się również do sfery wzorcowych osiągnięć naukowych (np. poszczególnych teorii) oraz praktycznego zakresu działalności naukowo-badawczej. Ma ono ponadto istotny wymiar społeczny: „[...] paradygmat jest tym, co łączy członków społeczności uczonych, oraz odwrotnie, społeczność uczonych składa się z ludzi, którzy podzielają pewien paradygmat”³⁶.

Główną nowością w Kuhnowskiej analizie mechanizmu rozwoju nauki było zwrócenie uwagi na rewolucyjny, a nie kumulatywny charakter opisywanego procesu, który został osadzony na gruncie czynników społeczno-historycznych. Proponowany model ewolucji wiedzy naukowej można zilustrować za pomocą następującego schematu:

Prenauka → Nauka normalna → Kryzys → Rewolucja →
Nauka normalna → Kryzys → Rewolucja → Nauka normalna...

Nauka w prezentowanym ujęciu rozwija się zatem w sposób cykliczny i niekumulatywny. Działalność naukowa rozpoczyna się w momencie, gdy pozbawieni jednolitej bazy metodologicznej, teoretycznej i instrumentalnej uczeni wypracowują wspólny paradygmat. Świadczy to o dojrzałości danej dyscypliny badawczej i staje się czynnikiem inicjującym narodziny tzw. nauki normalnej (instytucjonalnej). W jej ramach naukowcy zajmują się rozwiązywaniem łamigłówek, czyli problemów pozwalających uszczegóławiać istniejący paradygmat. Praca uczonych ma w takich okresach charakter kumulatywny i zachowawczy, tzn. nie zmierzają oni do odkrywania nowych faktów i nie podejmują prób przebudowy wykorzystywanego aparatu teoretycznego czy istniejącego paradygmatu³⁷. Ów stan ulega zmianie z chwilą, gdy zaczynają rozpatrywać problemy, których rozwiązanie staje się niemożliwe na gruncie obowiązującego podejścia. Sytuacje kryzysowe mogą kończyć się na trzy sposoby. Jeden z nich, szczególnie istotny z perspektywy metodologii Kuhnowskiej, polegać ma na wypracowaniu alternatywnego paradygmatu³⁸. Powstanie

³⁵ Szerzej: K. Jodkowski, *Pojęcie paradygmatu a wspólnotowy charakter nauki w ujęciu Thomasa S. Kuhna*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska” vol. VIII, Lublin 1983, ss. 45-47.

³⁶ T. S. Kuhn, *Struktura...*, ss. 304-305.

³⁷ Ibidem, ss. 73-85.

³⁸ Po pierwsze, może się okazać, że anomalia znajduje swoje rozstrzygnięcie w ramach obowiązującego paradygmatu. Po drugie, uczeni uznają problem za nierozstrzygalny na obecnym etapie rozwoju nauki. Po trzecie, możliwe jest stworzenie nowego paradygmatu. Ibidem, s. 155.

i zwycięstwo nowego paradygmatu (a raczej, mając na uwadze społeczny charakter modelu Kuhnowskiego, sukces jego zwolenników) są utożsamiane z rewolucją naukową, po której działalność naukowo-badawcza powraca do stanu normalnego – fazy instytucjonalnej³⁹. Etap ten kończy się z chwilą wystąpienia kolejnych anomalii. Próby ich rozwiązania stają się zaś punktem wyjścia następnej rewolucji, doprowadzając w rezultacie do zmiany obowiązującego w danych realiach paradygmatu.

Jedną z najważniejszych przesłanek Kuhnowskiego podejścia do rozwoju wiedzy naukowej jest teza o niewspółmierności. To właśnie ten element proponowanego systemu przyczynił się do postawienia Kuhnowi zarzutu uczynienia z aktywności naukowej zjawiska irracjonalnego, subiektywnego i relatywistycznego. Taką krytykę podsycano dodatkowo uzależnienie nauki (głównie kontekstu jej uzasadnienia) od czynników psychologiczno-społecznych i zmiennych historycznie kryteriów oceny oraz akceptacji teorii. Niewspółmierność dwóch konkurencyjnych teorii lub paradygmatów była opisywana i analizowana na wielu płaszczyznach filozoficznych, umieszczano ją także w rozmaitych kontekstach (np. językowym czy ontologicznym). Najogólniej można przyjąć, że dwie teorie uznajemy za niewspółmierne, jeżeli nie istnieje naturalny, obiektywny punkt widzenia, umożliwiający uczonym wykazanie przewagi jednej z nich (np. jeśli chodzi o stopień ich dokładności czy prawdopodobnienia). Zdaniem Kuhna, każda rewolucja naukowa musi z zasady generować tak rozumianą niewspółmierność, co przeczy większości konstruowanych modeli rozwoju nauki. „[...] w historii nauki występują przypadki: kiedy teorie rywalizujące bądź też teorie po sobie następujące są niewspółmierne – są w pewnym sensie różne, odmienne, nieporównywalne”⁴⁰.

Kuhn odrzucał także popularne wśród neopozytywistów oraz większości przedstawicieli dyscyplin przyrodniczych przekonanie, że nowe teorie naukowe należy uznawać za bardziej racjonalne, wiarygodne oraz odznaczające się wyższym stopniem ogólności od propozycji wcześniejszych. Przyjęcie tezy o niewspółmierności uniemożliwiło więc porównywanie prawdziwości (np. w ramach założeń teorii odbicia), prawdopodobieństwa (postulaty neopozytywistów) czy nawet prawdopodobnienia (metodologia falsyfikacjonizmu) jakichkolwiek teorii naukowych. Perspektywa Kuhnowska podkreślała ponadto instrumentalny charakter formułowanych koncepcji. W proponowanym ujęciu nie można mówić w sposób sensowny o warunku finalności teorii, który byłby analizowany w kontekście ich ewentualnej prawdziwości. Przyczyny tego mogą

³⁹ Uczeni na tym etapie rozwoju nauki zajmują się aktywnością, którą Leszek Nowak określa mianem działalności aplikacyjnej. L. Nowak, *O ukrytej jedności nauk społecznych i nauk przyrodniczych*, www.Staff.amu.edu.pl/~epistemo/Nowak/przyrhum.pdf (22.05.2009).

⁴⁰ K. Jodkowski, *Interpretacje kuhnowskiej tezy o niewspółmierności*, „Roczniki Filozoficzne” t. XXXII, 3/1984, s. 174.

być różne, np. niewspółmierność ontologiczna, obecność tzw. wiedzy milczącej⁴¹, niezwykle istotna metodologicznie niewspółmierność językowa⁴².

Bez względu na mniej czy bardziej radykalną interpretację Kuhnowskiej tezy o niewspółmierności, która może być pojmowana jako nieprzekładalność, uznać musimy, iż wiedza sprzed i po rewolucji naukowej jest zasadniczo nieporównywalna. Rację bytu tracą także wszelkie próby orzekania o takim rozwoju nauki, w wyniku którego teorie stawałyby się coraz bliższe klasycznie pojmowanej prawdzie. Trudności z utrzymaniem racjonalnego obrazu rozwoju nauki mogą ponadto wynikać ze zmian, jakim w trakcie rewolucji ulegają kryteria waloryzacji.

To specyficzne podejście do zagadnienia prawdziwości okazuje się kluczowe dla analizy problemu istnienia teorii ostatecznych. Kuhn, odmawiając zdaniom wartości prawdziwościowych, odrzucił przekonanie, że to prawda powinna stanowić ostateczny cel działalności naukowej oraz że możliwe jest jej osiągnięcie przez naukę. Poglądy te łączyły wizję Kuhna z ideami głoszonymi przez Stephena Toulmina (ewolucyjna teoria nauki)⁴³.

Wobec zaprezentowanych argumentów pytanie, czy dane rozstrzygnięcie może być uznane za ostateczne, z uwagi na jego odniesienie do rzeczywistości, traci całkowicie sens. Przyjęcie instrumentalnego podejścia do teorii naukowych zwalnia Kuhna z rozstrzygania podobnych problemów metodologicznych⁴⁴.

Analiza Kuhnowskiego stanowiska pozwala odrzucić tezę o możliwości formułowania rozstrzygnięć finalnych, przynajmniej w takim znaczeniu, jakie nadają im niektóre orientacje realistyczne i esencjalistyczne. Należy jednak zauważyć, iż kwestia istnienia wyjaśnień finalnych powinna być rozpatrywana również na gruncie podejścia instrumentalistycznego, w ramach którego teoria może być uznana za ostateczną ze względów praktycznych, np. na mocy umowy uczonych, w oparciu o czynniki ekonomiczne lub poziom rozwoju aparatury badawczej. W tym kontekście omawiane zagadnienie odnosi się do Horganowskiego problemu końca nauki. W Kuhnowskiej wizji rozwoju wiedzy naukowej praktycznie rozumiana finalność teorii byłaby oczywiście osiągalna, ale nie można byłoby uzasadnić takiego jej charakteru, choćby ze względu na nieprzewidywalność wyników i konsekwencji rewolucji naukowych oraz ewentualnych przyszłych odkryć. Mimo że stanowiska Poppera i Kuhna różnią się diametralnie (np. Popper uznaje naukę za potencjalnie nieskończoną, natomiast Kuhn zwraca uwagę na znaczenie hamujących jej rozwój determinant zewnętrznych), to nie ma w nich miejsca na możliwość uzasadniania finalności

⁴¹ Ibidem, s. 195.

⁴² T. S. Kuhn, *Druga...*, s. 89.

⁴³ A. Motycka, *Relatywistyczna wizja nauki...*, s. 130.

⁴⁴ T. Kuhn w rozmowie z Johnem Horganem. Za: J. Horgan, *Koniec nauki, czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*, tłum. M. Tempczyk, ss. 65-66.

koncepcji naukowych. W systemie Poppera trudność ta jest związana z czynnikami natury logicznej, u Kuhna zależy ona raczej od charakteru przyjętego modelu rozwoju nauki. Obraz ten harmonizuje zarówno z Popperowskim internalizmem, jak i proponowanym przez Kuhna podejściem eksternalistycznym. Kuhn, jak podkreśla John Horgan:

Rozumiał, że ze względu na obecną potęgę nauki i skłonności naukowców do wiary w teorie, które przetrzymały wiele prób, nauka może wkroczyć w permanentną normalność, w której nie są już możliwe dalsze rewolucje lub rewelacje⁴⁵.

W prezentowanym ujęciu specyficznie (praktycznie) pojęta ostateczność teorii jest oczywiście możliwa, ale nieosiągalne staje się uzasadnienie podobnego przekonania. Co więcej, tak rozumiana finalność wydaje się daleka od celu stanowiącego ambicję tych uczonych, którzy – podobnie jak Steven Weinberg – wydają się wierzyć w możliwość skonstruowania teorii ostatecznej.

2.3. Odpowiedź Paula Feyerabenda

Anything goes.

Paul K. Feyerabend

Stworzona przez Paula Feyerabenda koncepcja nauki jest jedną z najżywiej dyskutowanych opcji metodologicznych naszych czasów. Feyerabend zakwestionował znaczenie, jakie w społeczeństwach zachodnich tradycyjnie nadawano nauce, a także odrzucał większość przypisywanych jej wartości. Kazimierz Jodkowski dzieli ewolucję poglądów Feyerabenda na dwie zasadnicze fazy:

- a) umiarkowaną – pluralizm metodologiczny⁴⁶,
- b) anarchistyczną – anarchizm metodologiczny.

W swoich wcześniejszych pracach, m.in. w opublikowanej w 1962 r. książce pt. *Jak być dobrym empirystą*⁴⁷, Feyerabend sformułował program metodologiczny, który miał być przeciwwagą nie tylko dla neopozytywizmu, ale również dla wizji nauki Karla Poppera i Imre Lakatosa⁴⁸. Brak możliwości praktycznej realizacji proponowanych dyrektyw, na co ogromny wpływ wywarła akceptacja Kuhnowskiej tezy o niewspółmierności, skierował jednak Feyerabenda na pozycje anarchizmu metodologicznego. Podstawowa przesłanka wizji ewolucji nauki Feyerabenda wiąże się z przekonaniem o z gruntu anarchistycznym charakterze wszelkiej działalności naukowo-badawczej. Feyerabend twierdzi, iż: „Nauka

⁴⁵ Ibidem, s. 65.

⁴⁶ Szerzej: K. Jodkowski, *Filozofia nauki Paula K. Feyerabenda. Stadium umiarkowane*, „Studia Filozoficzne” 11(168)/1979, s. 59.

⁴⁷ P. K. Feyerabend, *Jak być dobrym empirystą*, tłum. K. Zamiara, Warszawa 1979.

⁴⁸ Krytykował m.in. tzw. zasadę stabilności, niezmienniczość znaczeniową, przekonanie o istnieniu trwałej bazy nauki, podejście instrumentalistyczne.

jest zasadniczo przedsięwzięciem anarchistycznym: anarchizm teoretyczny jest bardziej ludzki i w większym stopniu sprzyja postępowi niż koncepcje doń alternatywne akceptujące prawa i porządek”⁴⁹.

Tak rozumiana postawa anarchistyczna była utożsamiana z odrzuceniem tezy o możliwości ustalenia jasnych, obiektywnych (np. umożliwiających porównywanie teorii naukowych) kanonów metodologicznych, co najlepiej wyrażało Feyerabendowskie „anything goes”.

W *Przeciw metodzie* autor zaatakował również wiarę w istnienie ponadczasowych i nienaruszalnych zasad uprawiania nauki⁵⁰. Uważał, że brak jednolitych kanonów metodologicznych jest jedną z głównych przesłanek postępu naukowego. Postrzegał on rzeczywistość jako złożoną całość, której nie da się uporządkować za pomocą uniwersalnych, nieodwoływalnych schematów. Akcentował ponadto ograniczony, a nierzadko nieracjonalny, charakter poszczególnych metodologii, zachęcając uczonych do formułowania hipotez niezgodnych z obowiązującymi paradygmatami. Podważał sensowność wiary w prymat logicznych wzorców ewolucji nauki, które jego zdaniem nie służyły obrazowaniu rzeczywistego charakteru działalności naukowej, przyczyniając się jedynie do rekonstrukcji jej idealnego – pozbawionego cech realnych – obrazu. Co ciekawe, Feyerabend uważał, że w badaniach procesów mających wpływ na rozwój wiedzy naukowej bardziej pomocne okazać się mogły metody typowe dla takich dyscyplin wiedzy, jak np. antropologia. Nauka jest bowiem postrzegana w jego koncepcji jako mniej jednolita i racjonalna, niż wskazywałyby jej dotychczasowe metodologiczne rekonstrukcje. Feyerabend podważał też zasadność tradycyjnego podziału terminów naukowych na obserwacyjne i teoretyczne⁵¹.

Jednym z najbardziej kontrowersyjnych elementów propozycji Feyerabenda stało się zakwestionowanie wyróżnionego statusu poznania naukowego, a zatem jego racjonalnego charakteru. Amerykański filozof pojmował bowiem opis naukowy jako jedną z wielu możliwych metod „porządkowania świata”. Za słuszne uznawał dopuszczanie alternatywnych, w stosunku do nauki, sposobów opisywania rzeczywistości. Autor *Przeciw metodzie* odrzucał również wiarę w uniwersalny zdrowy rozsądek, umożliwiający formułowanie rozstrzygnięć finalnych, nieodwoływalnych i mogących rościć sobie prawo do miana wyjaśnienia ostatecznego.

Za główny cel działalności uczonych Feyerabend uznawał rozszerzanie obszaru ludzkiej wolności, akcentując przy tym jej wymiar praktyczny i poznawczy. Postulował konieczność rozdziału nauki od państwa (na wzór wcześniejszego oddzielenia państwa i Kościoła). Najbardziej brzemienną w skutki o charakterze

⁴⁹ P. K. Feyerabend, *Przeciw metodzie*, tłum. S. Wiertelwski, Wrocław 2001, s. 18.

⁵⁰ Ibidem, s. 23.

⁵¹ Ibidem, s. 151.

metodologicznym jest jednak, dzielona z Kuhnem, wiara w sensowność tezy o niewspółmierności. Przekonanie to opierało się na koncepcji teoretycznego obciążenia obserwacji⁵². Niewspółmierność była ujmowana przez Feyerabenda na pięć sposobów (niewspółmierne mogły być: teorie⁵³, języki naturalne, pojęcia, pojedyncze stwierdzenia i co szczególnie istotne – całe ontologie⁵⁴). Istotne było również jego przywiązanie do orientacji realistycznej.

Liczni przeciwnicy krytykowali Feyerabenda za wspieranie postaw antynaukowych oraz niejasny charakter formułowanych postulatów. Jego poglądy metodologiczne cechowały się brakiem klarowności, wieloznacznością oraz niespójnością. Dodatkową trudnością był brak konsekwencji, skutkujący częstymi zmianami głoszonych poglądów.

Pozostaje więc postawić pytanie o poglądy Feyerabenda na temat możliwości skonstruowania teorii ostatecznej. Jego zdaniem, rzeczywisty obraz nauki nie jest tożsamy z procesem nieustannego zbliżania się do prawdy, wiedza naukowa jest bowiem „[...] wciąż powiększającym się zasobem niezgodnych (a prawdopodobnie nawet niewspółmiernych) koncepcji alternatywnych”⁵⁵.

Podobnie jak Kuhn, Feyerabend nie uznawał nauki za sposób dochodzenia bądź zbliżania się do prawdy⁵⁶. Kwestionując tradycyjne modele rozwoju wiedzy naukowej, odrzucał tym samym związane z nimi kanony prawdziwości i obiektywne kryteria uzasadniania teorii. „Pozostają wszakże sądy estetyczne, sądy dotyczące smaku, uprzedzenia metafizyczne, pragnienia religijne, krótko mówiąc pozostają nasze subiektywne pragnienia [...]”⁵⁷.

Wypowiedź ta wyjaśnia, dlaczego Feyerabend nie zaakceptował tezy o możliwości skonstruowania teorii finalnej. Oczywiście jest, że uzależniając proces uzasadniania od tak wolicjonalnych czynników, jak kryteria estetyczne czy założenia światopoglądowe, nie można przypisywać waloru finalności jakiegokolwiek konstrukcji teoretycznej formułowanej w obrębie nauki. Mimo iż wielu uczonych podkreśla znaczenie estetycznych walorów teorii naukowych, to trudno byłoby znaleźć zwolennika teorii finalnych, który zgodziłby się na akceptację ich ostatecznego charakteru jedynie na mocy tak subiektywnych

⁵² Studium porównawcze tezy o niewspółmierności zob. K. Jodkowski, *Teza o niewspółmierności u ujęciu Kuhna i Feyerabenda*, Lublin 1984.

⁵³ Takie ujęcie niewspółmierności dominuje w analizach metodologicznych. Dwie teorie mogą być uznane za niewspółmierne, kiedy znaczenia ich głównych terminów opisowych zależą od niespójnych zasad. K. Jodkowski, *Problem wyboru spośród niewspółmiernych teorii (analiza stanowiska P. K. Feyerabenda z tzw. okresu umiarkowanego)*, „*Studia Filozoficzne*” 1(218)/1984, ss. 109-110.

⁵⁴ K. Jodkowski, *Filozofia nauki...*, s. 73.

⁵⁵ P. K. Feyerabend, *Przeciw metodzie*, s. 29.

⁵⁶ K. Jodkowski, *Kontemplatywny vs. perforacyjny model wiedzy a Feyerabendowska krytyka nauki (miejsce nauki w hierarchii wartości różnych tradycji i form życia)*, „*Studia Filozoficzne*” 10(287)/1998, s. 100.

⁵⁷ P. K. Feyerabend, *Przeciw metodzie*, s. 201.

kryteriów jak te, które wymienia w swojej pracy Feyerabend. Stawiał on również pod znakiem zapytania zasadność procedur redukcyjnych, będących jedną z podstaw przekonania o sensowności poszukiwań teorii finalnej (np. w wersji Weinbergowskiej) i podważał przekonanie o względnej chociażby jedności i uniwersalności współczesnej wiedzy naukowej⁵⁸.

Odrzucenie tezy o możliwości skonstruowania teorii finalnej staje się zrozumiałe także wtedy, gdy weźmiemy pod uwagę akcentowaną przez amerykańskiego filozofa niewspółmierność teorii naukowych. Jak podkreśla Jodkowski, posługiwanie się propozycjami wzajemnie niewspółmiernymi gwarantuje, iż „żadne twierdzenie nie stanie się nietykalne”⁵⁹. W świetle filozofii Feyerabenda każdy, nawet najlepiej potwierdzony opis naukowy, teoria czy paradygmat musi być uznawany za tymczasowy. W kontekście takiej globalnej wizji nauki wiara w istnienie wyjaśnień finalnych traci swój sens.

Wszyscy trzech omawiani filozofowie na pytanie o możliwość skonstruowania i uzasadnienia teorii ostatecznej skłoni są udzielić odpowiedzi negatywnej. Co istotne, dzieje się tak, mimo iż każdy z nich rozpoczyna swoje analizy, wychodząc z radykalnie odmiennych pozycji filozoficznych, opierając głoszone w tej kwestii opinie na nieprzystających do siebie koncepcjach nauki oraz zróżnicowanych schematach procesu jej ewolucji. O ile bowiem w przypadku Poppera negatywny stosunek do kwestii rozstrzygnięć finalnych jest efektem wiary w moc, wyjątkowość i obiektywność nauki, o tyle w kontekście programów zaproponowanych przez dwóch pozostałych filozofów wyływa on z zupełnie innego sposobu rozumienia jej kształtu i charakteru, którego motywem przewodnim staje się kontrowersyjna teza o niewspółmierności.

3. Płaszczyzna logiczna

Dum Deo calculat, mundus fit.

Gottfried W. Leibniz

Intuicyjne przekonanie o możliwości skonstruowania teorii ostatecznej napotyka na zasadnicze trudności natury epistemologicznej, ontologicznej oraz metodologicznej. Zagadnienie rozstrzygnięć finalnych należy również rozpatrywać na płaszczyźnie logicznej, m.in. w kontekście problemu matematyczności przyrody.

W opinii byłego ministra edukacji narodowej, Mirosława Handtke, każdy Polak powinien posiadać zdolność posługiwania się co najmniej trzema językami: mówą ojczystą, jednym z języków obcych oraz matematyką, czyli – jak

⁵⁸ Ibidem, s. 246.

⁵⁹ K. Jodkowski, *Filozofia nauki...*, s. 73; idem, *Problem wyboru...*, s. 120.

to metaforycznie ujął Gallileusz – „językiem, w którym napisana jest księga przyrody”⁶⁰. Stosunek matematyki do świata przyrody był wielokrotnie analizowany, a mimo to jego charakter pozostaje nadal kwestią otwartą. Nie sposób nie zauważyć jednak niezwyklej skuteczności narzędzi matematycznych, które od początku rozwoju nauk empirycznych stanowią stały element aparatury, którą posługuje się przyrodoznawstwo⁶¹. Zdaniem Jeana Ladrière’a, założenie o matematyzowalności (rozumianej jako możliwość modelowania określonych oddziaływań przy wykorzystaniu aparatury formalnej) stanowi jeden z metodologicznych fundamentów całej nowożytnej fizyki⁶². Proces matematyzacji nauk (w ujęciu Gieorgija Ruzawina) przybiera trzy zasadnicze formy: analizy jakościowej, modelowania zjawisk oraz wykorzystania metod formalnych w procesie budowy i badania teorii naukowych⁶³. We współczesnych naukach matematyka – z racji swego uniwersalnego charakteru – zajmuje pozycję szczególną. Jest ona także traktowana jako swoisty bastion racjonalności⁶⁴. W ujęciu Einsteinowskim proces matematyzacji wiedzy wpływa bezpośrednio na wzrost pewności twierdzeń formułowanych w dyscyplinach przyrodniczych⁶⁵. W podobnym duchu wypowiada się także Michał Heller, w opinii którego cała współczesna fizyka może być określana jako matematyka, wzbogacona jedynie o pewne elementy (naddatki) interpretacyjne⁶⁶. Heller zgadza się z Einsteinem, że matematyczność Wszechświata stanowi tę cechę otaczającej nas rzeczywistości, za sprawą której możemy opisywać ją w sposób adekwatny, identyfikując w strukturze uniwersum pewne elementarne wzorce i prawidłowości. To właśnie dzięki mocy matematyki chaotyczny z pozoru świat zjawisk ujawnia swój nomologiczny czy wręcz logiczny porządek. To język matematyki, operujący abstraktami nieposiadającymi swoich empirycznych odpowiedników, umożliwia skuteczny opis rzeczywistości,

⁶⁰ M. Heller, *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?*, Tarnów 1998, s. 31.

⁶¹ Oczywiście nie należy ograniczać stosowalności aparatury matematycznej wyłącznie do obszaru dyscyplin przyrodniczych. Narzędzia formalne są wykorzystywane na szeroką skalę m.in. w społecznych naukach empirycznych (ekonomia, socjologia, demografia) i innych nieklasycznych działach nauk (naukach stykowych, kompleksowych i stosowanych).

⁶² Podobne poglądy głoszą M. Heller i J. Życiński. Zdaniem obu uczonych, matematyczność przyrody należy uznać (obok jej elementarności, idealizowalności oraz przekonania o jedności natury) za jeden z warunków uprawiania nauki. M. Heller, J. Życiński, *Epistemologiczne aspekty związków filozofii z nauką*, w: M. Heller, A. Michalik, J. Życiński (red.), *Filozofować w kontekście nauki*, Kraków 1987, ss. 12-16.

⁶³ E. Piotrowska, *Dylematy matematyzacji nauk przyrodniczo-technicznych*, w: J. Such, J. Szymański, A. Szczuciński (red.), *Swoistość metod badawczych a przedmiot nauk szczegółowych*, Poznań 1994, s. 60.

⁶⁴ A. Einstein, *Geometria a doświadczenie*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001, s. 81.

⁶⁵ Ibidem.

⁶⁶ *Dowód na istnienie Boga*, rozmowa J. Baczyńskiego i A. Szostkiewicza z ks. Prof. Michałem Hellerem, „Polityka” 52-53 z 25.12.2004-1.01.2005, s. 10.

w której na próżno szukalibyśmy takich idealnych obiektów matematycznych, jak punkt czy prosta⁶⁷. Nie należy jednak ograniczać matematyki jedynie do roli języka umożliwiającego kodowanie obserwowanych w przyrodzie prawidłowości. Dzieje nauki dostarczają bowiem wielu przykładów wskazujących na jej funkcje przewidystyczne. Niejednokrotnie rozstrzygnięcie konkretnego problemu matematycznego prowadziło do ważnych wyników o charakterze empirycznym, np. fałszywe rozwiązania równań Maxwellowskich zaowocowały odkryciem fałszywej natury promieniowania elektromagnetycznego⁶⁸, a sformułowanie w 1928 r. równania Diraca przyczyniło się do odkrycia pozytonu (Carl D. Anderson 1932)⁶⁹.

Badania matematyczne są również istotnym elementem refleksji filozoficznej. Analizy związane z różnymi aspektami poznania matematycznego oraz statusem nauk formalnych koncentrują się wokół kilku podstawowych kwestii:

- a) przedmiotu i natury matematyki,
- b) problemu istnienia bytów matematycznych,
- c) zagadnienia prawdziwości w matematyce,
- d) kwestii metod stosowanych w tej dziedzinie wiedzy,
- e) problemu stosunku logiki do matematyki⁷⁰.

W tak definiowanym sporze ujawniło się kilka zasadniczych opcji filozoficznych, z których największą popularność zyskały:

- a) skrajny empiryzm, zwany również paninduktywizmem (August Comte, Ernst Mach, John S. Mill),
- b) logicyzm (Gottlob Frege, Bertrand Russell, Alfred N. Whitehead, Leon Chwistek),
- c) intuicjonizm – antycypowany na gruncie konstruktywizmu głoszonego przez Leopolda Kroneckera, Henriego Poincaré i Emila Borela (Luitzen E. J. Brouwer),
- d) neoplatonizm (Alexius Meinong, Roger Penrose, Kurt Gödel),
- e) formalizm – zapoczątkowany przez Davida Hilberta i Giuseppe Peano⁷¹.

Wraz z rozwojem filozofii matematyki dominującą pozycję zyskały: logicyzm, intuicjonizm oraz formalizm. W ramach formalizmu został sformułowany program, którego realizacja doprowadziła do nieoczekiwanych dla jego inicjatora skutków, a w rezultacie największej rewolucji w dziejach logiki.

⁶⁷ Szerzej na temat związków matematyki i przyrody: M. Grabowski, *Podziw i zdumienie w matematyce i fizyce*, Warszawa 2009, ss. 13-136.

⁶⁸ A. Motycka, *Rozwój nauk przyrodniczych a matematyka*, w: E. Piotrowska, J. Wiśniewski (red.), *Z filozofii przyrodznawstwa i matematyki*, Poznań 2002, s. 19.

⁶⁹ Sam Anderson starał się jednak umniejszać znaczenie pracy Diraca dla dokonanej przez siebie odkrycia.

⁷⁰ J. Such, *Wstęp do metodologii ogólnej nauk*, Poznań 1973, ss. 104-110.

⁷¹ Ibidem, ss. 110-136.

3.1. Program Hilberta

W sierpniu 1900 r., w trakcie II Międzynarodowego Kongresu Matematycznego w Paryżu, David Hilbert wysunął postulat przebudowy i systematyzacji gmachu wiedzy matematycznej. W swoim referacie przedstawił listę 23 nierozwiązalnych problemów matematycznych⁷² oraz podstawowe założenia programowe formalizmu, którego inspiracją była metoda aksjomatyczna Euklidesa. Zgodził się ponadto z logicystyczną tezą o zasadniczej jedności nauk formalnych.

Formalizm postrzegał teorie matematyczne w kategoriach niezinterpretowanych systemów aksjomatyczno-formalnych, koncentrując się na analizie syntaktycznego wymiaru matematyki i pomijając jej aspekty semantyczne – przedstawiciele tego nurtu interesowały przede wszystkim formalne zależności pomiędzy ciągami symboli matematycznych⁷³. Przywiązywali oni dużą wagę do kwestii ścisłości procedur dowodowych. Jednym z głównych katalizatorów powstania orientacji formalistycznej stało się Hilbertowskie dążenie do unitaryzacji wiedzy matematycznej na podstawie jej pełnej aksjomatyzacji. Zainteresowania Hilberta dotyczyły także problemów metamatematycznych (teoria dowodów) oraz podstaw samej matematyki. Kładł on szczególny nacisk na trzy podstawowe własności systemów formalnych: rozstrzygalność, zupełność i niesprzeczność.

System logiczny określamy mianem rozstrzygalnego, jeżeli istnieje możliwość określenia wartości logicznej wszystkich formuł wchodzących w jego skład. Dana aksjomatyka jest uznawana za zupełną wtedy i tylko wtedy, gdy każde zdanie prawdziwe, które można skonstruować na jej gruncie, daje się wyprowadzić (wydedukować w sposób formalny) z przyjętych aksjomatów⁷⁴. Mianem niezupełnego określa się natomiast taki zbiór aksjomatów danej niesprzecznej teorii logicznej, na podstawie którego nie będzie możliwe udowodnienie zdania prawdziwego sformułowanego na bazie tej teorii i należącego do jej obszaru. O niesprzeczności zbioru aksjomatów można mówić wtedy, gdy wśród jego konsekwencji nie istnieje para zdań sprzecznych, takich że $P(x)$ i $\neg P(x)$.

Hilbert poszukiwał metody pozwalającej dowieść prawdziwości każdego zdania matematycznego. Powodzenie takiej procedury gwarantowałoby rozstrzygalność całego systemu. Jego celem stało się również udowodnienie zupełności analizowanych systemów. Program formalizmu miał doprowadzić do

⁷² Oryginalny tekst przemówienia konferencyjnego Hilberta: D. Hilbert, *Mathematical Problems. Lecture delivered before the International Congress of Mathematicians at Paris 1900*, <http://aleph0.clarku.edu/~djoyce/hilbert/problems.html> (5.11.2009).

⁷³ K. Wójtowicz, *Zagadnienie unifikacji teorii matematycznych*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003, ss. 47-48.

⁷⁴ E. Nagel, J. R. Newman, *Twierdzenie Gödla*, tłum. B. Stanosz, Warszawa 1966, s. 65.

wykazania niesprzeczności całej matematyki. Hilbert rozpoczął swoje badania od analizy geometrii Euklidesowej. Po ustaleniu aksjomatyki i zestawu reguł tej prostej teorii dowiódł jej zupełności, rozstrzygalności i niesprzeczności. Wkrótce potem uczeni rozszerzyli sformułowane wnioski na inne, bardziej skomplikowane i rozbudowane systemy formalne – procedura „hilbertyzacji” okazała się skuteczna m.in. w odniesieniu do geometrii Riemanowskiej oraz wielu systemów logicznych. Wydawało się więc, że program pełnej aksjomatyzacji i formalizacji, a w pewnym zakresie unitaryzacji matematyki, jest całkowicie wykonalny. Po latach zrozumiano jednak, że jego realizacja nie jest możliwa i to co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, ani w matematyce, ani w logice nie istnieją absolutne dowody niesprzeczności (Hilbert zakładał taką ewentualność, postulując możliwość dowiedzenia niesprzeczności teorii sformalizowanej bez wykraczania poza jej obszar, tzn. bez odwoływania się do innych systemów czy dodatkowych interpretacji)⁷⁵. Po drugie, pełna realizacja programu Hilberta rozbiła się o konsekwencje wynikające z prac jednego z najważniejszych logików i matematyków XX wieku – Kurta Gödla.

Zdaniem Lakatosa, kierunek formalistyczny należy uznać za ostatnie ogniwo w łańcuchu dogmatystycznych filozofii nauki. Jego upadek obalił naiwną wiarę w możliwość osiągnięcia siłami umysłu prawdy obiektywnej oraz stworzenia pewnej i nieziennej bazy całej matematyki⁷⁶. Wyniki analiz Gödla, a zwłaszcza teza o niezupełności arytmetyki liczb naturalnych, podważyły wiele wcześniejszych wyobrażeń na temat charakteru matematyki, a ich konsekwencje znacząco wpłynęły na rozumienie sensu zmatematyzowanych teorii nauk przyrodniczych. Twierdzenie to stało się przedmiotem wielu analiz, nie tylko z zakresu logiki czy metamatematyki, ale także filozofii. Powszechnie uważa się, że stanowi ono podstawową logiczną barierę na drodze do konstruowania teorii finalnych.

3.2. Twierdzenie Gödla a ograniczenia nauki

W 1930 r., zaledwie kilka miesięcy po uzyskaniu doktoratu, austriacki matematyk Kurt Gödel udowodnił dwa twierdzenia, które podważyły powszechne wówczas przekonanie o sensowności programu Hilbertowskiego. W pierwszym twierdzeniu Gödel wykazał, że rekurencyjnie aksjomatyzowalne systemy formalne, wyrażone w języku bogatym na tyle, aby zawierać arytmetykę liczb naturalnych, są z konieczności niezpełne. Innymi słowy, w każdym systemie muszą istnieć formuły, których prawdziwości nie można wyprowadzić drogą logiczną z aksjomatów i twierdzeń, na podstawie których został on skonstru-

⁷⁵ J. Such, *Wstęp do metodologii...*, s. 124.

⁷⁶ I. Lakatos, *Dowody i refutacje. Logika odkrycia matematycznego*, tłum. M. Kozłowski, K. Lipszyc, Warszawa 2005, s. 22.

owane. Drugie twierdzenie Gödla podważało natomiast wiarę w możliwość udowodnienia spójności systemu zawierającego arytmetykę liczb naturalnych. Przeprowadzenie takiego dowodu wymagałoby bowiem odwołania się do systemu wyższego rzędu, podważając Hilbertowski wymóg finitystyczności procedur dowodowych. Wnioski płynące z obu twierdzeń można przenieść na każdy system formalny, charakteryzujący się rekurencyjnie przeliczalną klasą aksjomatów (o ile jest on na tyle bogaty, aby zawierać arytmetykę liczb naturalnych). Wyniki prac austriackiego logika zadały ostateczny cios programowi Hilberta. Próby opisanie matematyki jako wewnętrznie niesprzecznej i zupełnej doprowadziły bowiem do przeciwnych wniosków⁷⁷.

Gödel wykazał, że dana formuła może być prawdziwa, ale formalnie nierozstrzygalna – w takim ujęciu aksjomatyka systemu zostaje pozbawiona waloru zupełności⁷⁸. Co więcej, udowodnił on, że niesprzeczności arytmetyki liczb naturalnych (lub systemów ją zawierających) nie da się wykazać za pomocą metod formalnych mających swoją reprezentację w arytmetyce⁷⁹. Gödłowski zamach na przekonanie o niepodważalności i doskonałości matematyki spotkał się początkowo z ostrym sprzeciwem części środowiska logików i filozofów. Poprawność jego analiz kwestionowali tak wybitni uczeni, jak Ernst Zermelo i Ludwig Wittgenstein⁸⁰.

Konsekwencje twierdzeń Gödla szybko rozszerzono na inne dziedziny wiedzy, uznając je za podstawę do odrzucenia wiary w możliwość osiągnięcia wiedzy zupełnej i ostatecznej. Takie opinie głosili m.in. Murray Gell-Mann, Frank Tipler, Roger Penrose, Hans Morawec i Stanley Jaki. Uznano, że skoro nauki przyrodnicze wykorzystują aparaturę matematyczną, a struktura matematyki ma tak poważne i fundamentalne ograniczenia, to siłą rzeczy powinna być ograniczona także nasza wiedza na temat przyrody. Co ciekawe, filozoficzne implikacje twierdzeń Gödla, uznane za dowód na istnienie zasadniczych barier naszych zdolności poznawczych, budziły w uczonych akceptujących wyniki tych analiz skrajnie odmienne reakcje. Jedna z grup traktowała wyniki prac Gödla jako podstawę epistemologicznego pesymizmu (Jaki, Gell-Mann⁸¹), dla innych (Morawec, Dyson) były one natomiast argumentem na rzecz postaw optymistycznych, inspirowanych wiarą w nieskończoność nauki. Druga z wymienionych opcji odpowiadała Popperowskiemu ideałowi nauki. Warto zastanowić się,

⁷⁷ T. Batóg, *Podstawy logiki*, Poznań 1994, s. 219.

⁷⁸ E. Nagel, J. R. Newman, *Twierdzenie...*, s. 66.

⁷⁹ *Ibidem*, s. 67.

⁸⁰ J. Życiński, *Granice racjonalności*, Warszawa 1993, ss. 65-66.

⁸¹ Stanowisko Gell-Manna nie jest do końca klarowne. Na początku lat 70. XX wieku wypowiadał się on jako zwolennik tezy o możliwości skonstruowania teorii ostatecznej, by kilka lat później, opierając się na wynikach Gödla, przyjąć postawę pesymistyczną. W najnowszych deklaracjach znów zdaje się wracać do swego pierwotnego stanowiska. Por. J. Horgan, *Koniec nauki...*

czy przekonanie uczonych o ograniczoności metod nauk przyrodniczych może być rozstrzygane na podstawie konsekwencji wynikających z prezentowanych analiz metamatematycznych. Skoro bowiem matematyka zawiera twierdzenia, których prawdziwości nie potrafimy wykazać (przynajmniej zgodnie z programem Hilberta) z przyczyn formalnych, a współczesne przyrodznawstwo (głównie fizyka) bazuje na języku matematyki, to na ile uzasadniona jest teza, że ograniczenia matematyki implikują w sposób konieczny niezupełność teorii konstruowanych w przyrodznawstwie? Innymi słowy: czy rozumiany po gödłowsku brak możliwości wykazania finalności systemów formalnych przekłada się na brak możliwości jej osiągnięcia w innych operujących aparaturą matematyczną dyscyplinach wiedzy? W opinii większości uczonych odpowiedź na tak postawione pytanie musi być z konieczności pozytywna. Zdaniem innych, np. Barrowa i Wójtowicza, podobne wnioski należy uznać za zbyt daleko idące. System formalny, na gruncie którego pojawiają się konsekwencje twierdzenia Gödla, musi być:

a) skończenie określony – posiadać ściśle wyznaczoną i zdefiniowaną klasę aksjomatów (istnieje algorytm pozwalający na ich określenie),

b) wystarczająco bogaty – na tyle, by zawierać arytmetykę liczb naturalnych (tzn. obejmować wszystkie symbole i aksjomaty stosowane w arytmetyce, m.in.: symbole 0 – zero, S – kolejny, +, ×, =)⁸²,

c) niesprzeczny – w znaczeniu podanym wyżej.

Twierdzenie Gödla odnosi się zatem jedynie do takich systemów arytmetycznych, w których w ramach jednej konstrukcji są zestawione operacje dodawania i mnożenia. Gdybyśmy byli w stanie skonstruować arytmetykę eliminującą ze swojej struktury jedną z wymienionych operacji, taki system byłby wolny od konsekwencji wynikających z opisywanych twierdzeń. Pozostaje więc postawić pytanie, czy systemy podobne istnieją. Przykładem takiego systemu jest pozbawiona operacji mnożenia arytmetyka Presburgera, której dowód zupełności stanowił część rozprawy doktorskiej Gödla. Nie jest ona przy tym przypadkiem odosobnionym. Jak podkreśla John D. Barrow:

[...] jeśli stworzymy inną okrojoną wersję arytmetyki, bez dodawania, tylko z mnożeniem, to ona także będzie zupełna. Tylko wówczas, kiedy dodawanie i mnożenie występują razem, pojawia się niezupełność⁸³.

Wydaje się także, że nie istnieją zasadnicze powody formalne, dla których nauki fizyczne muszą wykorzystywać systemy tak bogate, jak arytmetyka liczb naturalnych, być może więc do opisu przyrody wystarczą nam narzędzia formalne o niższym stopniu złożoności, czyli takie, których zupełności

⁸² Pełna aksjomatyka arytmetyki liczb naturalnych w wersji Peano: T. Batóg, *Podstawy logiki*, ss. 102-104.

⁸³ J. D. Barrow, *Kres możliwości?...*, s. 254.

dowodzić można w sposób hilbertowski. Krzysztof Wójtowicz w artykule pt. *O nadużywaniu twierdzenia Gödla w sporach filozoficznych* przestrzega przed zbyt pochopnym akceptowaniem radykalnych (fundamentalnych) ograniczeń systemów formalnych, wynikających z interpretacji wyników prac austriackiego logika. Wójtowicz, po pierwsze, analizuje kwestię praktycznych (w odniesieniu do przyrodoznawstwa) konsekwencji prezentowanych twierdzeń; po drugie, stawia pytanie, czy wyniki te rzeczywiście pociągają za sobą istnienie radykalnych i nieprzekraczalnych granic poznawczych. Po trzecie, podobnie jak Barrow, wskazuje na arbitralny charakter wyboru stosowanych przez przyrodników formalizmów matematycznych (a do wielu z nich nie mają zastosowania konsekwencje wynikające z twierdzenia Gödla). Wójtowicz twierdzi: „Nie ma powodu sądzić, że nie jest możliwe formułowanie ciekawych teorii w językach, do których twierdzenia Gödla nie mają bezpośredniego zastosowania”⁸⁴.

Rozpatrując powyższy problem w szerszym kontekście filozoficznym, warto zastanowić się, czy struktura formalna teorii, nawet tych formułowanych w obrębie zmatematyzowanego przyrodoznawstwa, może być zestawiana ze strukturami systemów formalnych (zaksjomatyzowanych). Innymi słowy, czy to, co popularnie określa się mianem aksjomatów teorii empirycznych (podstawowe prawa, zasady), może być sensownie porównywane do aksjomatów stanowiących podstawę systemów funkcjonujących w logice i matematyce. Po pierwsze, „aksjomaty” nauk fizycznych trudno byłoby uznać za intuicyjnie pewne, chociażby dlatego, że wiele z nich opisuje poziomy rzeczywistości, do których nie mamy bezpośredniego dostępu poznawczego (np. prawa formułowane w mechanice kwantowej); ponadto stanowią one zazwyczaj kodyfikacje i interpretacje danych o charakterze obserwacyjnym i nie są przyjmowane na mocy intuicyjnej oczywistości (dedukcji). Poza tym pierwszy warunek, jaki jest nakładany na system logiczny, wiąże się z koniecznością pełnego wyszczególnienia zestawu podstawowych dlań aksjomatów. Wątpliwe jest natomiast, czy tak rozumiana (całkowita) aksjomatyzacja jest osiągalna na gruncie teorii przyrodoznawczych. Po drugie, przyjmowanych intuicyjnie założeń wyjściowych logiki i matematyki nie można porównać do praw elementarnych i ich roli w teoriach fizykalnych. Zdaniem Barrowa, niemożliwe jest bowiem określenie całej natury skończonym zbiorem aksjomatów. Dlatego znaczenie twierdzeń Gödla, wbrew opiniom głoszonym przez licznych badaczy, nie musi wcale stanowić koniecznego i niezbywalnego ograniczenia dla metod stosowanych w naukach przyrodniczych⁸⁵. W tym miejscu pojęcie teorii finalnej zderza się

⁸⁴ K. Wójtowicz, *O nadużywaniu twierdzenia Gödla w sporach filozoficznych*, www.opoka.org.pl/biblioteka/F/FL/ograniczenia_godla.html (5.10.2009).

⁸⁵ Co ciekawe, Gödel jako zwolennik tezy o realności bytów matematycznych (w znaczeniu platońskim) wydawał się wierzyć w wyjaśnienia finalne. Uważał, że takie odpowiedzi mogą znajdować się już w pracach Leibniza.

z problemami odmiennej natury. Skoro „przyrodoznawcze aksjomaty” nie tworzą zamkniętej, rekurencyjnie przeliczalnej klasy, jeżeli ich kształt uzależniony jest od danych empirycznych, których dokładność jest rozpatrywana np. pod kątem zmieniającej się w czasie dokładności pomiarów czy poziomu doskonałości aparatury badawczej, to okazuje się, że marzenie o teorii ostatecznej staje się nierealizowalne z przyczyn pozalogicznych.

Wyniki prac Gödla znalazły swoje potwierdzenie w badaniach wielu wybitnych logików i matematyków. Podobnie rozpatruje się dziś m.in. wyniki analiz Alana Turinga czy Gregorego Chaitina. Szczególnie interesujące mogą okazać się konsekwencje prac drugiego z wymienionych badaczy, którego analizy koncentrują się przede wszystkim na naukach informatycznych i matematyce. Jedną z ważniejszych konsekwencji prowadzonych przez niego prac stanowi wskazanie na losowość i przypadkowość obecną w świecie struktur matematycznych⁸⁶. Duże znaczenie dla argumentacji Chaitina miało też jego oryginalne spojrzenie na naturę matematyki⁸⁷. Kierując analizy na obszar informatyki, Chaitin zdołał wykazać m.in., iż nigdy nie uzyskamy pewności, czy dany program komputerowy nie mógłby być zapisany w formie krótszej (problem kompresowalności). Dotyczy to również zagadnień z zakresu matematyki⁸⁸. Autor koncepcji, podobnie jak uczeni analizujący wyniki jego pionierskich badań, przenosił konsekwencje swojego twierdzenia na teorie konstruowane w naukach przyrodniczych (głównie w fizyce teoretycznej)⁸⁹. Zdaniem Marcusa Chowna, zwolennika podejścia Chaitinowskiego, wnioski płynące z prezentowanych badań podważają sensowność wiary w możliwość sformułowania fizycznej teorii ostatecznej⁹⁰. Podobne konkluzje można odnaleźć w wypowiedziach Johna Barrowa. Jeżeli więc problem teorii ostatecznych rozpatrywać przez pryzmat ich struktury formalnej oraz charakteru proponowanych modeli matematycznych (problem kompresowalności), to okazuje się, że nigdy nie będziemy mogli być pewni, czy dany zapis (np. teoria lub prawo) uzyskał już swoją ostateczną, przynajmniej pod względem strukturalnym, formę.

Zatem przekonanie, że konsekwencje twierdzeń Gödla uniemożliwiają konstruowanie rozstrzygnięć finalnych na gruncie przyrodoznawstwa, można uznać za zbyt daleko idące. Ewentualna finalność teorii (w ich aspekcie

⁸⁶ Szerzej: G. Chaitin, *Losowość w arytmetyce oraz schyłek i upadek redukcjonizmu w czystej matematyce*, w: idem, *Granice matematyki. Kurs na temat teorii informacji i granic formalnego dowodzenia*, <http://www.cs.auckland.ac.nz/~chaitin/piotr.pdf>, ss. 18-35 (5.11.2009).

⁸⁷ Chaitin często podkreśla quasi-empiryczny charakter matematyki. G. Chaitin, *Zaproszenie do algorytmicznej teorii informacji*, w: idem, *Granice matematyki...*, ss. 72-74.

⁸⁸ G. Chaitin, *Eleganckie programy LISP-a*, w: ibidem, s. 54.

⁸⁹ J. D. Barrow, *Matematyka nowej ery*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” XVI/1994, ss. 92-99; J. Horgan, *Koniec nauki...*, ss. 284-285.

⁹⁰ M. Chown, *The Omega Man*, „New Scientist Magazine” 10 March 2001, <http://www-2.dc.uba.ar/profesores/becher/ns.html> (6.11.2009).

strukturalnym) może być natomiast kwestionowana ze względu na niektóre interpretacje twierdzenia Chaitina. Co więcej, okazuje się, że to, co w przypadku teorii przyrodoznawczych stanowi zabezpieczenie przed konsekwencjami opisanych wyżej twierdzeń limitacyjnych (np. natura „aksjomatów” nauk przyrodniczych), podważa wiarę w możliwość skonstruowania teorii ostatecznej. Trudno byłoby bowiem przypisywać walor finalności konstrukcjom bazującym na teoretycznych uogólnieniach danych empirycznych czy śmiałych (w sensie Popperowskim) hipotezach.

ZAKOŃCZENIE

Główny cel, jaki postawiłem sobie, pisząc niniejszą książkę, można określić jako wieloaspektową analizę zagadnienia teorii ostatecznych. Na wstępie starałem się nakreślić znaczenie analizowanego pojęcia. Zaprezentowana definicja została skonstruowana na podstawie wypowiedzi uczonych oraz filozofów nawiązujących w swoich pracach do zagadnienia finalności w nauce.

W książce została również postawiona teza, że ogół teorii finalnych można podzielić na oparte na fundamencie wiary koncepcje o charakterze mitologicznym, religijnym oraz rozwijane na gruncie racjonalno-empirycznym systemy filozoficzne i teorie nauk przyrodniczych. Nauki przyrodnicze wyodrębniły się z obszaru filozofii przyrody w epoce nowożytnej, choć ich rzeczywista emancypacja rozpoczęła się już w starożytności. Z podziału tego wyszły one jednak „skażone” pewnymi ogólnymi ideami filozoficznymi, do których należy m.in. tendencja do poszukiwania rozstrzygnięć finalnych. Trend ten przybiera postać teorii ostatecznych, stanowiących główne zagadnienie niniejszej publikacji.

Drugi podział został dokonany w ramach wszystkich koncepcji kandydujących do miana teorii ostatecznej. Zostały one zatem podzielone na najbardziej ambitne i ogólne teorie wszystkiego oraz teorie ostateczne cząstkowe. Starałem się wykazać, że powszechne przekonanie łączące orientację realistyczną z wiarą w możliwość skonstruowania teorii ostatecznej nie jest do końca uzasadnione. Wniosek taki łączy się w sposób konieczny jedynie z tymi wersjami realizmu, które akceptują tzw. naiwną teorię odbicia. Co więcej, wydaje się, że przekonanie o specyficznym pojmowanej ostateczności określonej propozycji teoretycznej może być zaakceptowane na gruncie niektórych stanowisk antyrealistycznych, np. wtedy, gdy grupa uczonych uzna (na mocy konwencji) dane rozwiązanie teoretyczne za zadowalające i niewymagające dalszych modyfikacji.

Przeprowadzone analizy pozwoliły na konfrontację charakteru wybranych propozycji z wyszczególnionymi uprzednio walorami, jakimi powinna się cechować kandydatka do miana teorii ostatecznej. Po określeniu wymogów, które według uczonych musi spełniać koncepcja o charakterze finalnym, wykazano, że żadna z prezentowanych, a uznawanych wcześniej za finalne, propozycji

teoretycznych ich nie spełnia. Wynika z tego, że pojęcie teorii ostatecznej funkcjonuje w nauce jedynie jako idea regulatywna.

Ponadto zostały przeanalizowane ograniczenia, którym podlega praktyka naukowa i które mogą uniemożliwić osiągnięcie – ujętej w postaci teorii finalnej – wiedzy ostatecznej i niepodważalnej. Ograniczenia te zostały podzielone na trzy zasadnicze kategorie:

- ograniczenia ontologiczno-epistemologiczne – zależność pomiędzy poziomem złożoności natury a zdolnościami poznawczymi człowieka,
- ograniczenia metodologiczne – spojrzenie na problem teorii ostatecznych przez pryzmat propozycji Karla R. Poppera, Paula Feyrebanda i Thomasa S. Kuhna; przy czym odmienne wizje nauki tych metodologów podważały sensowność wiary w rozstrzygnięcia finalne,
- ograniczenia logiczne – związane z formalnymi własnościami teorii naukowych i analizowane w kontekście twierdzeń imitacyjnych.

Przekonanie o możliwości skonstruowania teorii ostatecznej nie znajduje zatem oparcia ani na gruncie epistemologicznym (scenariusze Barrowa), ani metodologicznym, przynajmniej w kontekście trzech zaprezentowanych wizji charakteru i rozwoju nauki. Również na płaszczyźnie logicznej trudno byłoby poszukiwać gwarancji dla prawomocności rozstrzygnięcia finalnego, choć powody tego mogą być różne od tych, na które zwykle zwracają uwagę naukowcy.

Do napisania tej książki posłużyły głównie źródła monograficzne oraz opracowania podręcznikowe z zakresu filozofii i nauk przyrodniczych. Wiele informacji pochodzi ze źródeł elektronicznych i pozycji popularnonaukowych, stanowiących główną bazę cytowanych w tekście wypowiedzi. Dobór materiałów okazał się jednym z najtrudniejszych zadań podczas przygotowywania niniejszej książki, ponieważ popularny skądinąd problem teorii ostatecznych nie był właściwie we współczesnej metodologii szerzej analizowany.

Teoria ostateczna jest więc rodzajem idei regulatywnej – rozstrzygnięcie finalne to raczej cel i marzenie niż realna perspektywa. Wiara w sensowność prac nad skonstruowaniem koncepcji, której mógłby przysługiwać walor ostateczności, choć moim zdaniem nieuzasadniona, inspiruje filozofów i uczonych od zarania dziejów. Najprawdopodobniej tendencja ta utrzyma się również w przyszłości, a sama teoria finalna będzie stanowiła cel równie odległy, a zarazem równie pociągający, co przekonanie o możliwości osiągnięcia prawdy obiektywnej.

BIBLIOGRAFIA

Pozycje zwarte i artykuły

- d'Abro A., *The Evolution of Scientific Thought*, New York 1950.
- Angutek D., *Magiczne źródło filozofii greckiej*, Bydgoszcz 2003.
- Arystoteles, *Fizyka*, tłum. K. Leśniak, Warszawa 1968.
- Arystoteles, *Metafizyka*, tłum. K. Leśniak, Warszawa 1984.
- Atkins P. W., *Podstawy chemii fizycznej*, tłum. K. Pigoń, Warszawa 1999.
- Bacon F., *Novum organum*, tłum. J. Wikarjak, Warszawa 1955.
- Barrow J. D., *Kres możliwości? Granice poznania i poznanie granic*, tłum. H. Turczyn-Zalewska, Warszawa 2005.
- Barrow J. D., *Matematyka nowej ery, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” XVI/1994.*
- Barrow J. D., *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, tłum. J. Czerniawski, T. Placek, Kraków 1995.
- Batóg T., *Podstawy logiki*, Poznań 1994.
- Bergandy W., *Od alchemii do chemii kwantowej. Zarys historii rozwoju chemii*, Poznań 1997.
- Blackbourn S., *Oksfordzki słownik filozoficzny*, tłum. C. Cieśliński, Warszawa 1997.
- Blackmore S., *Maszyna memowa*, tłum. N. Radomski, Poznań 2002.
- Blackwell R. J., *Discovery in the Physical Sciences*, London 1969.
- Blech J., Von Bradow R., Grolle J., *A jeśli Darwin się mylił?*, „Forum” z 2.02.2006 r.
- Bohm D., Hilley B. J., *The Undivided Universe*, London – New York 2003.
- Bowler P. J., *Evolutionary Ideas: Pre-Darwinian*, w: *Encyclopedia of Life Sciences*, London 2002.
- Bowler P. J., *Evolutionary Ideas: The Modern Synthesis*, w: *Encyclopedia of Life Sciences*, London 2002.
- Briggs R., *The Scientific revolution of the Seventh Century*, New York 1969.
- Brodie R., *Wirus umysłu*, tłum. P. Turski, Łódź 1997.
- Brookes R., *Tworzenie żywych systemów*, w: J. Brockman (red.), *Nowy renesans. Granice nauki*, tłum. P. J. Sz wajcer, A. Eichler, Warszawa 2005.
- Brown T. A., *Genomy*, tłum. A. Dmochowska i in., Warszawa 2001.
- Buss D., *Psychologia ewolucyjna*, tłum. M. Orski, Gdańsk 2001.
- Butler D., *When science and theology meet*, „Nature” 10-11/2009.
- Butryn S., *Przedmowa*, w: A. Einstein, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.

- Chandrasekhar S., *Uczony*, w: idem, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 1999.
- Chmielecka E., *Czy w filozofii nauki istniała szkoła Popperowska?*, w: W. Krajewski (red.), *Nauka, świat, człowiek*, Gdańsk 2005.
- Chmielewski A., *Filozofia Poppera. Analiza krytyczna*, Wrocław 2003.
- Chojnicki Z., *Filozofia nauki. Orientacje, koncepcje, krytyki*, Poznań 2000.
- Cohen J., Stewart I., *Załamanie chaosu. Odkrywanie prostoty w złożonym świecie*, tłum. M. Tempczyk, Warszawa 2006.
- Cottingham J., *Descartes. Kartezjańska teoria umysłu*, tłum. J. Hołówka, Warszawa 1998.
- Coyne G. V., Heller M., *Pojmawalny Wszechświat*, tłum. R. M. Sadowski, Warszawa 2007.
- Crease R. P., *This is your philosophy*, „Physics World” IV 2002.
- Darwin K., *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt*, tłum. S. Dickstein, J. Nusbaum, Warszawa 2009.
- Dawkins R., *Bóg urojony*, tłum. P. J. Szwejcer, Warszawa 2007.
- Dawkins R., *Ślepy zegarmistrz, czyli jak ewolucja dowodzi, że świat nie został zaplanowany*, tłum. A. Hoffman, Warszawa 1994.
- Descartes R., *Prawidła kierowania umysłem*, tłum. L. Chmaj, Warszawa 1937.
- Descartes R., *Rozprawa o metodzie właściwego kierowania rozumem i poszukiwania prawdy w naukach*, tłum. T. Boy-Żeleński, Kraków 2006.
- Dirac P. A. M., *The Evolution of the Physicist's Picture of Nature*, „Scientific American” vol. 208, 5/1963.
- Duff M. J., *Powrót teorii strun*, „Świat Nauki” 4/1998.
- Ehrenberg W., *Maxwell's demon*, „Scientific American” vol. 217, 5/1967.
- Einstein A., *Czy opis kwantowomechaniczny rzeczywistości można uważać za zupełny*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.
- Einstein A., *Fizyka a rzeczywistość*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.
- Einstein A., *Geometria a doświadczenie*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.
- Einstein A., *Mechanika kwantowa a rzeczywistość*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.
- Einstein A., *O podstawowych pojęciach fizyki i ich najnowszych zmianach*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.
- Einstein M., *Mechanika Newtonowska i jej wpływ na kształtowanie fizyki teoretycznej*, w: idem, *Pisma filozoficzne*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2001.
- Einstein A., Infeld L., *Ewolucja fizyki. Rozwój poglądów od najdawniejszych pojęć do teorii względności i kwantów*, tłum. R. Gajewski, Warszawa 1998.
- Ekeland I., *Chaos*, tłum. M. Jarosiewicz, Katowice 1999.
- Eliade M., *Święty obszar i sakralizacja świata*, w: A. Mencwel (red.), *Antropologia kultury*, cz. I, Warszawa 2001.
- Eliade M., *Inicjacja, obrzędy, stowarzyszenia tajemne – narodziny mistyczne*, tłum. K. Kocjan, Kraków 1977.

- Eljaszewicz M. A., *Istoki, wzniknowienie i rozwicie kwantowej teorii*, w: E. P. Wielichow (red.), *Fizyka XX wieku. Rozwicie u perspekiwy*, Moskwa 1984.
- Engels F., *Dialektyka przyrody*, tłum. T. Zabłudowski, Warszawa 1956.
- Ferguson K., *Stephen Hawking. Poszukiwania teorii wszystkiego*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 2002.
- Feyerabend P. K., *Przeciw metodzie*, tłum. S. Wiertelwski, Wrocław 2001.
- Feyerabend P. K., *Jak być dobrym empirystą*, tłum. K. Zamiara, Warszawa 1979.
- Feynman R. P., Leighton R. B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki, t. 1.1.*, tłum. R. Gajewski i in., Warszawa 2003.
- Feynman R., *Feynmana wykłady z fizyki, sześć trudniejszych kawałków*, tłum. M. Grynberg, Warszawa 1999.
- Fleck L., *Powstanie i rozwój faktu naukowego. Wprowadzenie do nauki o stylu myślowym i kolektywie myślowym*, tłum. M. Tuszkiewicz, Lublin 1986.
- Frassen B. C. van, *Laws and Symmetry*, New York 1991.
- Fukuyama F., *Koniec człowieka. Konsekwencje rewolucji biotechnologicznej*, tłum. B. Pietrzyk, Kraków 2008.
- Fukuyama F., *Ostatni człowiek*, tłum. T. Bieroń, Poznań 1997.
- Fukuyama F., *Koniec historii*, tłum. T. Bieroń, M. Wichrowski, Poznań 1996.
- Fukuyama F., *Koniec historii?*, w: I. Lasota (red.), *Czy koniec historii?*, „Konfrontacje” 13, Warszawa 1991.
- Gale G., *Theory of Science. An Introduction to the History of Logic, and Philosophy of Science*, Kansas City 1979.
- Grabowski M., *Podziw i zdumienie w matematyce i fizyce*, Warszawa 2009.
- Grabowski M., *Przyczynek do analizy uczucia podziwu w poznaniu matematycznym*, w: E. Piotrowska, J. Wiśniewski, *Z filozofii przyrodoznawstwa i matematyki*, Poznań 2002.
- Graves R., *Mity greckie*, tłum. H. Krzeczowski, Warszawa 1974.
- Greene B., *Struktura kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, Warszawa 2005.
- Greene B., *Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwania teorii ostatecznej*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, Warszawa 2001.
- Gribbin J., *Encyklopedia fizyki kwantowej*, tłum. P. Lewiński, Warszawa 1998.
- Grigorian A. T., *Miechanika ot anticznosti do naszych dniej*, Moskwa 1971.
- Grobler A., *Metodologia nauk*, Kraków 2006.
- Hacking I., *Eksperymentowanie a realizm naukowy*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm, teoretycyzm, reprezentacja*, Poznań 1994.
- Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki, t. II*, tłum. M. Łukaszewski, Warszawa 2008.
- Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki, t. 1*, tłum. M. Łukaszewski, Warszawa 2007.
- Hamilton E., *Mythology*, New York 1957.
- Harré R., *The Philosophies of Science*, Oxford 1972.
- Hawking S., *Krótką historia czasu od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1996.
- Hawking S. W., Penrose R., *Natura czasu i przestrzeni*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1996.

- Hegel G. W. F., *Encyklopedia nauk filozoficznych*, tłum. Ś. F. Nowicki, Warszawa 1990.
- Hegel G. W. F., *Nauka logiki*, t. I, tłum. A. Landman, Warszawa 1967.
- Hegel G. F. W., *Wykłady z filozofii dziejów*, t. I, tłum. J. Grabowski, A. Landman, Warszawa 1958.
- Heisenberg W., *Część i całość. Rozmowy o fizyce atomu*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 1987.
- Heisenberg W., *Ponad granicami*, tłum. K. Wolicki, Warszawa 1979.
- Held B. S., *Constructivism in Psychotherapy: Truth And Consequences*, w: P. R. Gross, N. Levitt, M. W. Lewis, *The Flight from Science and Reason*, New York 1996.
- Heller M., *Filozofia przyrody*, Kraków 2005.
- Heller M., *Granice kosmosu i kosmologii*, Warszawa 2005.
- Heller M., *Kosmologia kwantowa*, Warszawa 2001.
- Heller M., *Dowód na istnienie Boga*, „Polityka” nr 52/53, z 25.12.2004-1.01.2005 r.
- Heller M., *Piękno jako kryterium prawdy*, w: idem, *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?*, Tarnów 1998.
- Heller M., *Stworzenie świata według współczesnej kosmologii*, w: idem, *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?*, Tarnów 1998.
- Heller M., *Czy fizyka jest nauką humanistyczną?*, Tarnów 1998.
- Heller M., Maczka J., *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003.
- Heller M., Życiński J., *Epistemologiczne aspekty związków filozofii z nauką*, w: M. Heller, A. Michalik, J. Życiński (red.), *Filozofować w kontekście nauki*, Kraków 1987.
- Hempel C. G., *Filozofia nauk przyrodniczych*, tłum. B. Stanosz, Warszawa 2001.
- Hoffmann R., *Naturalne/nienaturalne*, w: D. Sobczyńska, E. Zielonacka-Lis, J. Szymański (red), *Teoria – Technika – Eksperyment*, Poznań 1995.
- Horgan J., *Koniec nauki, czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*, tłum. M. Tempczyk, Warszawa 1999.
- Jacyna-Onyszkievicz Z., *Ontologiczne podstawy teorii kwantów*, w: A. Szczuciński (red.), *Wokół kwantów i grawitacji*, Poznań 2006.
- Jodkowski K., *Kontemplatywny vs. perforacyjny model wiedzy a Feyerabendowska krytyka nauki (miejsce nauki w hierarchii wartości różnych tradycji i form życia*, „Studia Filozoficzne” 10(287)/1998.
- Jodkowski K., *W obronie nieostrości*, w: Z. Muszyński (red.), *O nieostrości*, „Realizm. Racjonalność. Relatywizm” 10, Lublin 1988.
- Jodkowski K., *Interpretacje kuhnowskiej tezy o niewspółmierności*, „Roczniki Filozoficzne” t. XXXII, 3/1984.
- Jodkowski K., *Problem wyboru spośród niewspółmiernych teorii (analiza stanowiska P. K. Feyerabenda, z tzw. okresu umiarkowanego)*, „Studia Filozoficzne” 1(218)/1984.
- Jodkowski K., *Teza o niewspółmierności w ujęciu Kuhna i Feyerabenda*, Lublin 1984.
- Jodkowski K., *Pojęcie paradygmatu a wspólnotowy charakter nauki w ujęciu Thomasa S. Kuhna*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska” vol. VIII, 4/1983.
- Jodkowski K., *Historyczne tło Sneeda-Stegmüllera niezdaniowej koncepcji teorii*, „Studia Filozoficzne” 11(192)/1981
- Jodkowski K., *Podstawowe idee J. D. Sneeda niezdaniowej koncepcji teorii*, „Studia Filozoficzne” 4(185)/1981
- Jodkowski K., *Filozofia nauki Paula K. Feyerabenda. Stadium umiarkowane*, „Studia Filozoficzne” 11(168)/1979.

- Joravsky D., *The Lysenko Affair*, Cambridge 1970.
- Kaku M., *Wszechświaty równoległe. Stworzenie Wszechświata, wyższe wymiary i przyszłość kosmosu*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, Warszawa 2006.
- Kaku M., *Einstein's cosmos*, New York – London 2005.
- Kaku M., *Hiperprzestrzeń – wszechświaty równoległe, pętle czasowe i dziesiąty wymiar*, tłum. E. L. Łokas, B. Bieniok, Warszawa 1995.
- Kant I., *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, tłum. B. Borstein, Warszawa 1960.
- Kearney K., *Science and Change 1500-1700*, Hampshire 1974.
- Kociuba M., *Mathesis universalis – naukowy mit jedności*, Lubelskie Odczyty Filozoficzne, zbiór nr 6, 1998.
- Kołąkowski L., *Filozofia pozytywistyczna*, Warszawa 2003.
- Kołąkowski L., *Główne nurty marksizmu. Część I – powstanie*, Poznań 2001.
- Konarski J., *Kryzys redukcjonizmu?*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Chemia: laboratorium myśli i działań*, Poznań 1999.
- Kopernik M., *O obrotach ciał niebieskich i inne pisma*, Wrocław 2001.
- Kornowski S., *Jednolita teoria wszystkiego. Wirowanie w zamkniętej spirali*, Szczecin 1996.
- Korpikiewicz H., *Kosmogeneza. Człowiek w Układzie Planetarnym Słońca*, Poznań 1996.
- Kowalski-Glikman J., *Mit teorii wszystkiego*, „Polityka” Niezbędnik Inteligenta, nr 16(2601) z 21 kwietnia 2007.
- Kragh H., *Max Planck: The reluctant revolutionary*, „Physic World” 12/2000.
- Krajewski W. (red.), *Słownik pojęć filozoficznych*, Warszawa 1996.
- Kroński T., *Hegel i jego filozofia dziejów*, w: G. W. F. Hegel, *Wykłady z filozofii dziejów*, t. 1, Kraków 1958.
- Krzanowska H., Łomnicki A. (red.), *Zarys mechanizmów ewolucji*, Warszawa 2002.
- Księga rodzaju 1.1, 1.2, Biblia Tysiąclecia*, wyd. III, Poznań – Warszawa 1980.
- Kuhn T. S., *Droga po strukturze. Eseje filozoficzne z lat 1970-1993 i wywiad-rzeka z autorem słynnej „Struktury rewolucji naukowych”*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 2003.
- Kuhn T. S., *Struktura rewolucji naukowych*, tłum. H. Ostromecka, Warszawa 2001.
- Kuhn T. S., *Dwa bieguny. Tradycja i nowatorstwo w badaniach naukowych*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1985.
- Künstler M. J., *Mitologia chińska*, Warszawa 1985.
- Kurzweil R., *Osobliwość*, w: J. Brockman (red.), *Nowy renesans. Granice nauki*, tłum. P. J. Szwajcer, A. Eichler, Warszawa 2005.
- Kwiecień M., *Mit jako odwieczne poszukiwanie sensu życia. Charakterystyka i typologia mitów kreacyjnych*, w: Z. Drozdowicz (red.), *Mity. Historia i struktura mistyfikacji*, Poznań 1997.
- Lakatos I., *Dowody i refutacje. Logika odkrycia matematycznego*, tłum. M. Kozłowski, K. Lipszyc, Warszawa 2005.
- Lanier J., *Połowa manifestu*, w: J. Brockman (red.), *Nowy renesans. Granice nauki*, tłum. P. J. Szwajcer, A. Eichler, Warszawa 2005.
- Łastowski K., *O dwóch sformułowaniach prawa doboru naturalnego. Przyczynek metodologiczny do badania zmian pojęciowych w teorii ewolucji*, w: J. Such, E. Pakszys,

- I. Czerwonogóra (red.), *Rozprawy i szkice z filozofii i metodologii nauk*, Warszawa – Poznań 1992.
- Leibniz G. W., *Dialog o powiązaniu słów i rzeczy oraz o naturze prawdy*, w: idem, *Wyznanie wiary filozofa*, tłum. S. Cichowicz, Warszawa 1969.
- Leibniz G. W., *Rozprawa metafizyczna*, w: idem, *Wyznanie wiary filozofa*, tłum. S. Cichowicz, Warszawa 1969.
- Leibniz G. W., *Nowe rozważania dotyczące rozumu ludzkiego*, t. II, tłum. I. Dąbska, Warszawa 1955.
- Leshem A., *Newton On Mathematics and Spiritual Purity*, Dordrecht 2003.
- Manuel F. E., *Portret Izaaka Newtona*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1998.
- Marciszewski W., *Wrażliwość estetyczno-logiczna w badaniu naukowym*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003.
- Marks K., *Tezy o Feuerbachu*, w: idem, *Pisma wybrane. Człowiek i socjalizm*, tłum. J. Łydka, Warszawa 1979.
- Marks K., Engels F., *Ideologia niemiecka*, w: idem, *Dzieła*, t. III, tłum. K. Bleszyński, S. Filmus, Warszawa 1975.
- Masterman M., *The Nature of Paradigm*, w: I. Lakatos, A. Musgrave, *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970.
- Mayr E., *To jest biologia. Nauka o świecie ożywionym*, tłum. J. Szacki, Warszawa 2002.
- McCutcheon M., *The Final Theory. Rethinking Our Scientific Legacy*, Boca Raton 2004.
- Miller D., *Beauty, a Road to The Truth?*, w: R. Festa, A. Aliseda, J. Peijnenburg (red.), *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation*, Amsterdam – New York 2005.
- Mokrzycki E., *Filozofia nauki a socjologia*, Warszawa 1980.
- Motycka A., *Relatywistyczna wizja nauki. Analiza krytyczna koncepcji T. S. Kuhna i S. E. Toulmina*, Wrocław 1980.
- Motycka A., *Rozwój nauk przyrodniczych a matematyka*, w: E. Piotrowska, J. Wiśniewski (red.), *Z filozofii przyrodoznawstwa i matematyki*, Poznań 2002.
- Møller A. P., *Female Preference for Symmetrical Male Sexual Ornaments*, „Nature” 357/1991.
- Mutschler H.-D., *Wprowadzenie do filozofii przyrody. Wybrane zagadnienia*, tłum. J. Bremer, Kraków 2005.
- Nagel E., *Struktura nauki. Zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*, tłum. J. Giedymin, B. Rassalski, H. Eilstein, Warszawa 1970.
- Nagel E., Newman J. R., *Twierdzenie Gödla*, tłum. B. Stanosz, Warszawa 1966.
- Nawrocki W., *Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość teorii wszystkiego*, w: A. Wójtowicz (red.), *Uniwersalność w nauce i poza nauką*, Warszawa 1998.
- Nowak L., *U podstaw dialektyki marksowskiej*, Warszawa 1977.
- Orear J., *Fizyka*, t. II, tłum. B. Wojtowicz-Natanson, Warszawa 1998.
- Orr H. A., *Dobór naturalny dziś*, „Świat Nauki” – dodatek specjalny 2/2009.
- Ostwald W., *Wybór pism z energetyki, monizmu, etyki, krytyki, religii i reformy nauki*, tłum. E. Czerwińska, Poznań 2002.
- Pakszys E., *Typy teorii w naukach biologicznych*, w: J. Such, E. Pakszys, I. Czerwonogóra (red.), *Rozprawy i szkice z filozofii i metodologii nauk*, Warszawa – Poznań 1992.

- Patrick G., *Chemia organiczna*, tłum. Z. Zawadzki, Warszawa 2002.
- Pelczar A., *Piękno w matematyce*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003.
- Penrose R., *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przystawa, Warszawa 2006.
- Penrose R., *Cienie umysłu. Poszukiwanie naukowej teorii świadomości*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 2000.
- Penrose R., *Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa 2000.
- Perkins D. H., *Introduction to High Energy Physics*, Cambridge 2000.
- Pietrzykowski M., *Mitologia starożytnej Grecji*, Warszawa 1985.
- Piotrowska E., *Dylematy matematyzacji nauk przyrodniczo-technicznych*, w: J. Such, J. Szymański, A. Szczuciński (red.), *Swoistość metod badawczych a przedmiot nauk szczegółowych*, Poznań 1994.
- Planck M., *Jedność fizycznego obrazu świata*, w: idem, *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2003.
- Planck M., *Od tego, co względne, ku temu, co absolutne*, w: idem, *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2003.
- Planck M., *Powstanie i dotychczasowy rozwój teorii kwantów*, w: M. Planck, *Nowe drogi poznania fizycznego a filozofia*, tłum. K. Napiórkowski, Warszawa 2003.
- Platon, *Timajos*, tłum. P. Siwek, Warszawa 1986.
- Platon, *Fedon*, tłum. W. Witwicki, Warszawa 1958.
- Plombon R., *O paradoksie EPR*, w: J. Such, J. Szymański, A. Szczuciński (red.), *Swoistość metod badawczych a przedmiot nauk szczegółowych*, Poznań 1994.
- Popper K. R., *Spółczesność otwarte i jego wrogowie*, t. I, tłum. H. Krahelska, t. II, tłum. H. Krahelska, W. Jedlicki, Warszawa 2006.
- Popper K. R., *Logika odkrycia naukowego*, tłum. U. Niklas, Warszawa 2002.
- Popper K. R., *Wiedza obiektywna. Ewolucyjna teoria epistemologiczna*, tłum. A. Chmielewski, Warszawa 2002.
- Popper K. R., *Nędzia historycyzmu*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1999.
- Popper K. R., *Mit schematu pojęciowego – w obronie nauki i racjonalności*, tłum. B. Chwedeńczuk, Warszawa 1997.
- Popper K. R., *Conjectures and Refutations. The Growth of scientific Knowledge*, London 1963.
- Prigogine I., Stengers I., *Z chaosu ku porządkowi. Nowy dialog człowieka z naturą*, tłum. K. Lipszyc, Warszawa 1990.
- Ramachandran V. S., Hirstein W., *The Science of Art. A Neurological Theory of Aesthetic Experience*, „Journal of Consciousness Studies” vol. 6, 6-7/1999.
- Reale G., *Historia filozofii starożytnej*, t. I, tłum. E. I. Zieliński, Lublin 1993.
- Reale G., *Historia filozofii starożytnej*, t. II, tłum. E. I. Zieliński, Lublin 1996.
- Rewolucja u bram*. Wywiad przeprowadzony przez J. Żakowskiego z S. Żiżkiem, „Polityka” nr 11(2495) z 19 marca 2005.
- Ridley M., *Czerwona królowa. Płeć a ewolucja natury ludzkiej*, tłum. J. J. Bujarski, A. Milos, Poznań 2001.
- Rodis-Lewis G., *Kartezjusz i racjonalizm*, tłum. S. Cichowicz, Warszawa 2000.

- Rozental M. i in., *Historia dialektyki marksistowskiej. Od etapu marksizmu do etapu lenińskiego*, tłum. S. Jędrzejewski, Warszawa 1977.
- Sarton G., *A History of Science. Ancien Science Through the Golden Age of Greece*, Oxford 1953.
- Sawieliew I. W., *Wykłady z fizyki*, t. I, tłum. H. Ratomska, Warszawa 2002.
- Schäfer L., *Przyroda*, w: E. Martens, H. Schnädelbach (red.), *Filozofia – podstawowe pytania*, tłum. K. Krzemieniowa, Warszawa 1995.
- Scot E. C., *Creationism, Ideology and Science*, w: P. R. Gross, N. Levitt, M. W. Lewis, *The Flight from Science and Reason*, New York 1996.
- Shermer M., *Rynkowy umysł. Empatyczne małpy, konkurujący ludzie i inne opowieści ekonomii ewolucyjnej*, tłum. A. E. Eichler, P. J. Szwejcer, Warszawa 2009.
- Shermer M., *Why Christians and conservatives should accept evolution*, „Scientific American” 10/2006, Vol. 259, Nr 4.
- Smolin L., *Kłopoty z fizyką. Powstanie i rozkwit teorii strun, upadek nauki i co dalej*, tłum. J. Kowalski-Glikman, Warszawa 2008.
- Smolin L., *Wszechogarniający darwinizm*, w: J. Brockman (red.), *Nauka a kreacjonizm. O naukowych uroszczeniach Inteligentnego Projektu*, tłum. S. Piechaczek, D. Sagan, Warszawa 2007.
- Sobczyńska D., Czerwińska E., *Uniwersalizm językowy nauki. O zapomnianej idei Wilhelma Ostwalda*, w: E. Piotrowska, H. Korpikiewicz, *Matematyka – język – przyroda*, Poznań 2000.
- Sobczyńska D., *Nowy eksperymentalizm i jego miejsce w refleksji nad eksperymentem naukowym*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm, teoretycyzm, reprezentacja*, Poznań 1994.
- Solla Price D. J. de, *Science Since Babylon*, New Haven – London 1967.
- Solomon E. P., Berg L. R., Martin D. W., Vilee C. A., *Biologia*, tłum. B. Bilińska i in., Warszawa 2000.
- Spielberg N., Anderson B. D., *Mechanika newtonowska i przyczynowość*, w: iidem, *Fizyka. Siedem teorii, które wstrząsnęły światem*, tłum. J. Błaszczuk, Warszawa 1997.
- Stent G., *The coming of the Golden Age; a view of the end of progress*, New York 1969.
- Strawiński W., *Kiedy dochodzi w układach fizycznych do emergencji własności oraz struktur*, w: M. Heller, J. Mączka (red.), *Struktura i emergencja*, Kraków 2006.
- Strawiński W., *Tradycyjne i współczesne pojęcia emergencji*, w: M. Heller, J. Mączka (red.), *Struktura i emergencja*, Kraków 2006.
- Strawiński W., *Emergentyzm wobec problemu jedności nauki*, w: *Uniwersalność w nauce i poza nauką*, Warszawa 1998.
- Stróżewski W., *Kilka myśli o prawdzie*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003.
- Such J., *Czy istnieje experimentum crucis?* Warszawa 1975.
- Such J., *Wstęp do metodologii ogólnej nauk*, Poznań 1973.
- Such J., *O uniwersalności praw nauki*, Warszawa 1972.
- Such J., *Wstępnie o rozwoju nauki*, w: J. Such, E. Pakszys, *Szkice o rozwoju nauki*, Poznań 1986.
- Święczkowska H., *Algorytmiczność poznania według Leibniza*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003.

- Symotiuł S., *Mit jako myśl syntetyczna apriori (treść a forma mitu)*, w: Z. Drozdowicz (red.), *Mity. Historia i struktura mistyfikacji*, Poznań 1997.
- Szczuciński A., *Realizm kwantowy?*, Poznań 1999.
- Szczuciński A., *Mity w fizyce*, w: Z. Drozdowicz (red.), *Mity. Historia i struktura mistyfikacji*, Poznań 1997.
- Szumilewicz-Lachman I., *Prostota – postulat wyboru czy metoda badania naukowego*, w: J. Such, E. Pakszys, I. Czerwonogóra (red.), *Rozprawy i szkice z filozofii i metodologii nauk*, Warszawa – Poznań 1992.
- Szydłowski M., Krawiec A., *Układy dynamiczne w modelowaniu rozwoju nauki*, w: A. Jonkisz (red.), *Postacie prawdy*, t. III, Katowice 1999.
- Szydłowski M., *Nieregularne zachowanie prostych układów deterministycznych*, „Roczniki Filozoficzne” t. XLVI, 3/1998.
- Szydłowski M., *Czy Wszechświat jest prostym układem dynamicznym o złożonym zachowaniu?*, „Roczniki Filozoficzne” t. XLV, 3/1997.
- Taylor J. G., *Kiedy zaczął się czas*, tłum. M. Przygocki, Warszawa 1997.
- Tempczyk M., *Ontologia świata przyrody*, Kraków 2005.
- Tempczyk M., *Fizyka najnowsza*, Kraków 1998.
- Tempczyk M., *Teoria chaosu a filozofia*, Warszawa 1998.
- Tempczyk M., *Świat harmonii i chaosu*, Warszawa 1995.
- Tempczyk M., *Fizyka a świat realny. Elementy filozofii fizyki*, Warszawa 1991.
- Tempczyk M., *Teoria chaosu – jedność czy mozaika?*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 1(147)/2001.
- Tempczyk M., *Czy teoria chaosu może być teorią wszystkiego*, w: A. Wójtowicz (red.), *Uniwersalność w nauce i poza nauką*, Warszawa 1998.
- Tempczyk M., *Random dynamics and the research programme of classical mechanics*, „International Studies in the Philosophy of Science” vol. 5, 3/1991.
- Tempczyk M., *Teoria chaosu – rewolucja przez ewolucję*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 3(103)/1990.
- Thagard P., *Why is Beauty a Road to The Truth?*, w: R. Festa, A. Aliseda, J. Peijnenburg (red.), *Cognitive Structures in Scientific Inquiry*, t. II, Amsterdam – New York 2005.
- Thomson G., *Matter and radiation*, w: R. Harre (red.), *Scientific Thought 1900-1960*, Oxford 1969.
- Turnau J., *Chaos*, „Wiedza i Życie” 1/1992.
- Waszczyk M., *Wpływ teorii chaosu na niektóre tradycyjne stanowiska ontologiczne oraz na spór o redukcjonizm*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej” 589/2002.
- Weinberg S., *Czy uda się do roku 2050 zunifikować fizykę?*, „Świat Nauki” 1/2000.
- Weinberg S., *Sen o teorii ostatecznej*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań 1997.
- Weizsäcker C. G. von, *Jedność przyrody*, tłum. K. Napiórkowski i in., Warszawa 1978.
- Whittaker A. G., Mount A. R., Heal M. R., *Chemia fizyczna*, tłum. M. Galus, Warszawa 2003.
- Wigner E., *The Limits of Science*, „Proceedings of the American Philosophical Society” 94/1950.
- Wilson E. O., *Socjobiologia*, tłum. M. Siemiński, Poznań 2000.
- Wilson E. O. i in., *Life on Earth*, Sunderland Mass. 1978.

- Wolski J., *Historia powszechna – starożytność*, Warszawa 1996.
- Wróblewski A. K., *Historia fizyki. Od czasów najdawniejszych do współczesności*, Warszawa 2006.
- Wójtowicz A. (red.), *Uniwersalność w nauce i poza nauką*, Warszawa 1998.
- Wójtowicz K., *Zagadnienie unifikacji teorii matematycznych*, w: M. Heller, J. Mączka, *Jedność nauki – jedność świata*, Kraków 2003.
- Załoski W., *Ewolucyjna filozofia prawa*, Warszawa 2009.
- Zeidler P., *Spór o status poznawczy teorii*, Poznań 1993.
- Zeidler P., *Homo experimentator a spór o realizm laboratoryjny*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Homo experimentator*, Poznań 2003.
- Zeidler P., *Między optymizmem a nihilizmem poznawczym*, w: J. Such, M. Szcześniak (red.), *Z epistemologii wiedzy naukowej*, Poznań 1998.
- Zeidler P., *Nowy eksperymentalizm a teoretycyzm. Spór o przedmiot i sposób uprawiania filozofii nauki*, w: D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm, teoretycyzm, reprezentacja*, Poznań 1994.
- 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.
- Życiński J., *Granice racjonalności*, Warszawa 1993.

Źródła elektroniczne

- Chaitin G., *Eleganckie programy LISP-a*, w: idem, *Granice matematyki. Kurs na temat teorii informacji i granic formalnego dowodzenia*, <http://www.cs.auckland.ac.nz/~chaitin/piotr.pdf> (5.11.2009).
- Chaitin G., *Losowość w arytmetyce oraz schyłek i upadek redukcjonizmu w czystej matematyce*, w: idem, *Granice matematyki. Kurs na temat teorii informacji i granic formalnego dowodzenia*, <http://www.cs.auckland.ac.nz/~chaitin/piotr.pdf> (5.11.2009).
- Chaitin G., *Zaproszenie do algorytmicznej teorii informacji*, w: idem, *Granice matematyki. Kurs na temat teorii informacji i granic formalnego dowodzenia*, <http://www.cs.auckland.ac.nz/~chaitin/piotr.pdf> (5.11.2009).
- Chown M., *The Omega Man*, „New Scientist Magazine” 10 March 2001, <http://www-2.dc.uba.ar/profesores/becher/ns.html> (6.11.2009).
- Derkse W., *Beauty*, w: *Interdisciplinary Encyclopedia of Religion and Science*, <http://www.disf.org/en/Voci/34.asp> (13.08.2006).
- Easterbroock G., *The End of War?*, „The New Republic” 5 March 2005, <https://ssl.tnr.com/p/docsub.mhtml?!=20050530&s=easterbroock053005> (12.03.2009).
- Goenner H. F. M., *On the History of Unified Field Theories*, <http://www.emis.de/journals/LRG/Articles/lrr-2004-2/download/lrr-2004-2Color.pdf> (13.11.2009).
- Gould H., Tobochnik J., *Thermal and Statistical Physics*, e-book, <http://stp.clarku.edu/notes/chap2.pdf> (25.04.2009).
- Hilbert D., *Mathematical Problems. Lecture delivered before the International Congress of Mathematicians at Paris 1900*, <http://aleph0.clarku.edu/~djoyce/hilbert/problems.html> (5.11.2009).

- Królikowski J., *Akceleratory i kosmos w fizyce cząstek elementarnych*, <http://www.fuw.edu.pl/~ajduk/zjazd/krol.htm> (3.02.2009).
- Minkel J. R., *A Prediction from String Theory, with Strings Attached*, <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=a-prediction-from-string-t> (23.09.2009).
- Nowak L., *O ukrytej jedności nauk społecznych i nauk przyrodniczych*, www.Staff.amu.edu.pl/~epistemo/Nowak/przyrhum.pdf (22.05.2009).
- Pierre J. M., *Wwiedzenie w superstruny*, <http://www.astronet.ru:8100/db/msg/1186059> (9.09.2009).
- Schwarz J. H., *Superstring Compactification and Target Space Duality*, arXiv:hep-th/9108022 v1, 26 August 1991 (23.10.2009).
- Schwarz P., *Looking for extra dimensions*, <http://www.superstringtheory.com/experm/exper5.html> (9.09.2009).
- „Scientific American”, *Brief timeline of string and Inflationary Cosmology*, <http://www.sciam.com> (1.05.2009).
- Wójtowicz K., *O nadużywaniu twierdzenia Gödla w sporach filozoficznych*, www.opoka.org.pl/biblioteka/F/FL/ograniczenia_godla.html (5.10.2009).
- <http://universe-review.ca/F15-particle.htm>

