

Mieczysław Bombik

Nowy eksperymentalizm a wartość eksperymentalnego uzasadnienia w naukach empirycznych

Studia Philosophiae Christianae 41/1, 5-40

2005

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

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MIECZYŚLAW BOMBIK
Institut Filozofii UKSW

NOWY EKSPERYMENTALIZM A WARTOŚĆ EKSPERYMENTALNEGO UZASADNIENIA W NAUKACH EMPIRYCZNYCH

1. Wstęp. 2. Dotychczasowy („stary”) eksperymentalizm. 2.1. Eksperyment. 2.2. Przedmiot – zjawisko – obserwacja. 2.3. Eksperymentalizm „naiwny”. 2.4. Fakty istotne. 2.5. Reguły eksperymentalnego postępowania. 2.6. Historyczne przykłady. 2.7. Eksperymentalne rezultaty a teoria. 2.8. Status naukowego poznania. 3. Obiektywność eksperymentalnych rezultatów według nowego eksperymentalizmu. 3.1. Podstawowy metodologiczny postulat (punkt wyjścia). 3.2. Rozszerzenie postulat. 3.3. Pozytywna funkcja nieudanego eksperymentu. 3.4. Osiągnięcia i perspektywy rozwoju nowego eksperymentalizmu.

1. WSTĘP

Za twórcę nowego kierunku we współczesnej teorii i metodologii nauk empirycznych, który powstał na początku lat 90-tych XX wieku, uważa się R. Ackermanna¹. Kierunek ten, jak akcentuje I. Hacking², próbuje pokazać, że opartych na doświadczeniu teorii przyrodniczych nie można bez reszty sprowadzić, jak chcą krytycy wartości eksperymentu w poznaniu naukowym, do subiektywnego punktu widzenia, do psychologicznych, historycznych, czy społeczno-ekonomicznych uwarunkowań. Nowy eksperymentalizm wskazuje na takie właściwości, elementy, czy momenty badań doświadczalnych, które pozwalają eksperymentalne wyniki uważać za real-

¹ Por. R. Ackermann, *The New Experimentalism*, British Journal of the Philosophy of Science 40(1989), 185-190.

² I. Hacking, *Einfluering in die Philosophie der Naturwissenschaften*, Philipp Reclam, Stuttgart 1996, 10. W tym *Wprowadzeniu do filozofii nauk przyrodniczych* Hacking przedstawia ponadto pionierskie osiągnięcia przedstawicieli nowego eksperymentalizmu.

nie istniejące fakty, a nie jedynie za wytwory uwarunkowane wcześniejszą akceptacją teorii, w ramach której eksperyment jest przeprowadzany i interpretowany.

Co do tzw. rewolucji naukowych, które, jak stwierdza T. S. Kuhn i rzecznicy zapoczątkowanego przez niego kierunku w metodologii i teorii nauk przyrodniczych, zmieniają całkowicie dotychczasowy paradygmat nauki – co w konsekwencji oznacza opowiedzenie się za brakiem ciągłości w jej rozwoju – nowy eksperymentalizm argumentuje za tym, że postęp w nauce jest możliwy przede wszystkim dzięki stałemu, stopniowemu rozszerzaniu i wzbogacaniu się naukowego poznania. Nawiązuje więc on do – przez jednych mocno krytykowanej, a przez innych odrzucanej – idei kumulatywnego postępu w nauce.

2. DOTYCHCZASOWY („STARY”) EKSPERYMENTALIZM

Sama już nazwa „nowy eksperymentalizm” sugeruje, że przed pojawieniem się tego kierunku musiał istnieć już inny, jakiś „stary” eksperymentalizm, który zostaje zastąpiony, czy istotnie zmodyfikowany przez ten nowy. Ta widoczna opozycyjność nazw „zmusza” do – chociażby krótkiej – charakterystyki podstawowych założeń, pojęć i głównych elementów historycznego eksperymentalizmu i związanej z nim metody.

2.1. EKSPERYMENT

Eksperyment był, od samego początku wyodrębnienia się nauk empirycznych, metodologicznie nadzwyczaj ważną instancją. W połączeniu z obserwacją i pomiarem, uznawano eksperyment za najbardziej właściwy sposób uzasadniania zdań tych nauk, argumentowania na rzecz dokonywanych uogólnień, weryfikowania, względnie falsyfikowania hipotez, nadawania hipotezom nowego statusu metodologicznego, tzn. podnoszenia ich do rangi naukowych praw. Systematyczne stosowanie eksperymentu jako podstawowego – obok obserwacji i pomiaru – sposobu badania, jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech nowożytnego przyrodoznawstwa.

Etymologicznie słowo *eksperyment* wywodzi się z języka łacińskiego, gdzie *experimentum*, jak informują słowniki, znaczy: próba, doświadczenie, sposób rozpoznawania prawdy, długa wprawność do wojny, umiejętność, biegłość doświadczeniem nabyta, skutek, badanie, przedmiot badań, dowód, środek dowodowy. Potocznie,

eksperyment rozumie się jako próbę realizacji – zwłaszcza nowatorskiego – pomysłu, w celu wypróbowania go w praktyce, inaczej: poszukiwanie nowego rozwiązania w drodze prób.

Z wielu różnych definicji czy określeń *eksperymentu*, spotykanych w literaturze metodologicznej, najbardziej podstawowe i zarazem ogólne wydaje się być sformułowanie: *Eksperyment jest to sztuczne wytworzenie przedmiotów lub zjawisk w celu ich obserwacji i przeprowadzenie tej obserwacji*. Inne ogólne określenie brzmi: *Eksperymentem nazywamy wszelkie sprawdzenie hipotezy przyczynowej przez badanie kontrastowych sytuacji, w których podejrzewane o wpływ czynniki są kontrolowane*. Określenie bardziej już szczegółowe, funkcjonujące przede wszystkim w fizyce i chemii, przybiera postać: *Eksperyment jest to zabieg polegający na zmienianiu w badanej sytuacji pewnego czynnika (wzgl. pewnych czynników) w celu sprawdzenia hipotezy dotyczącej następstw tych zmian w warunkach, w których inne czynniki podejrzewane o wpływ są poddane kontroli*. Im większy oczywiście stopień tej kontroli, tym bardziej postępowanie eksperymentalne zasługuje na miano poprawnego³.

Ze względu na rezultat eksperymentalnego postępowania wyróżnia się eksperyment: pozytywny, negatywny i tzw. *experimentum crucis*. Eksperyment pozytywny potwierdza postawioną hipotezę, zwiększając jej prawdopodobieństwo, ale nie uzasadnia jej nigdy w sposób ostateczny. Eksperyment negatywny obala całkowicie hipotezę sprawdzaną. *Experimentum crucis*, czyli eksperyment krzyża lub eksperyment krzyżowy, ma być, według zamysłu F. Bacona, twórcy jego idei, takim eksperymentem, dzięki któremu jedna z dwóch rywalizujących z sobą hipotez, a dotąd jednakowo nadających się do przyjęcia, zostaje potwierdzona, a druga obalona. W literaturze, oprócz innych jeszcze rodzajów eksperymentów, spotyka się niekiedy wyróżnienie tzw. eksperymentu myślowego, w którym wprowadza się zmiany do sytuacji tylko w myśli i prognozuje się przypuszczenia odnośnie do następstw tych zmian. Zasadnicza różnica między eksperymentem myślowym a trzema innymi, wyżej uwzględnionym, jest ta, że wnioski oparte na eksperymentcie myślowym są jedynie domysłem naprowadzającym co najwyżej na pomysł hipotezy, podczas gdy w tych pierw-

³ Por. J. Such, *Eksperyment*, w: *Filozofia a nauka*, red. M. Iżewska, Ossolineum-PAN, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź 1987, 120-122.

szych, wynik realnego postępowania poznawczego potwierdza lub obala wskazaną hipotezę⁴.

Metody eksperymentalne pojawiły się i wykształciły najpierw w fizyce i chemii, stając się podstawą rozwoju tych nauk, następnie zaś przeniknęły do wszystkich dziedzin przyrodoznawstwa, a od XX wieku odgrywają również coraz większą rolę w różnych dyscyplinach humanistycznych, zwłaszcza w zakresie nauk o ludzkim zachowaniu. Rozwijającej się praktyce badań eksperymentalnych w poszczególnych naukach, towarzyszy równocześnie teoretyczna i metodologiczna refleksja nad eksperymentem jako metodą nauk. Pierwszy program szerokiego stosowania eksperymentu jako narzędzia indukcyjnego uogólniania rozwinął w XVI wieku F. Bacon. W XVIII wieku J. d'Alembert ogłasza eksperyment za podstawę poznania w naukach fizyko-chemicznych. Rolą i miejscem eksperymentu w badaniach nauk empirycznych zajmowali się m.in. J. Herschel, W. Whewell, A. Comte i pozytywiści. Opracowując swe słynne metody (kanony) indukcji, mające stanowić wzór rozumowania opartego na indukcji eliminacyjnej i posługiwania się eksperymentem w postępowaniu badawczym, J. S. Mill uogólnił całą dotychczasową praktykę badań eksperymentalnych i problematykę metodologiczną z nią związaną. Od tego czasu problematyka ta stała się przedmiotem stałych dociekań metodologów poszczególnych nauk empirycznych⁵.

Analiza treści przytoczonej wyżej podstawowej i ogólnej definicji eksperymentu: *Eksperyment jest to sztuczne wytworzenie przedmiotów lub zjawisk w celu ich obserwacji i przeprowadzenie tej obserwacji*, wskazuje na to, że definiens tej definicji realnej orzeka, iż cechą charakterystyczną eksperymentu jest: „sztuczne wytwarzanie przedmiotów lub zjawisk”, przy czym nie określa się bliżej, jak rozumieć *przedmiot*, *zjawisko* i *obserwację*, traktując te wyrażenia jako intuicyjnie zrozumiałe. Nazwa złożona: „sztuczne wytwarzanie” denotuje te wszystkie przedmioty i zjawiska, które nie występują w przyrodzie samoistnie. Dla ich zaistnienia czy pojawienia się potrzebna jest odpowiednia ingerencja człowieka – eksperymentatora. Tak sformułowana definicja eksperymentu jest definicją równościową i spełnia warunek przekładalności, tzn. z każdego kontekstu

⁴ Tamże, 124-129.

⁵ Por. tamże, 129-131.

językowego, zawierającego słowo eksperyment, można je wyeliminować przez zastąpienie go wskazanym definiensem. Ponadto, jeżeli w grę będzie wchodziła nie tylko obserwacja jakościowa, lecz również obserwacja ilościowa, połączona z pomiarem, wtedy przytoczona definicja ujmuje, chociaż bardzo ogólnie, związek eksperymentu z obserwacją i pomiarem.

2.2. PRZEDMIOT – ZJAWISKO – OBSERWACJA

Semantyczne problemy definicji eksperymentu zaczynają się dopiero wtedy, gdy chcemy bliżej i precyzyjniej ustalić znaczenia słów wchodzących w skład jej definiensa: *przedmiot*, *zjawisko*, *obserwacja*.

W literaturze filozoficzno-naukowej istnieje wiele prób odpowiedzi na pytanie, co to jest przedmiot. Odpowiedzi te chcą więc ustalić znaczenie nazwy *przedmiot*. Najbardziej ogólne pojęcie przedmiotu określa W. Nowicki następująco: „przez przedmiot będziemy rozumieć kogoś lub coś, o czym można cokolwiek pomyśleć, a więc też powiedzieć lub napisać, niezależnie od tego, czy ten ktoś lub to coś istnieje lub istniało w rzeczywistości, czy też tylko zostało przez nas pomyślane”⁶. W definicji eksperymentu chodzi nie tyle o przedmiot w ogóle, lecz o pewien rodzaj przedmiotów, mianowicie o przedmiot konkretny (realny). Jedynie bowiem przedmiot konkretny, w przeciwieństwie do przedmiotu abstrakcyjnego, można sztucznie wytwarzać, obserwować i mierzyć, jak to postuluje definicja eksperymentu.

Chociaż zagadnienie, które przedmioty należy zaliczyć do konkretnych, a które do abstrakcyjnych, było na terenie filozofii wielokrotnie rozważane i dyskutowane, nie osiągnięto jednak w tej materii jednoznacznych ustaleń. W podręcznikach nauk przyrodniczych oraz w odpowiedniej literaturze z zakresu filozofii nauki można aktualnie wskazać na trzy obiegowe, ale nie identyczne, określenia przedmiotu konkretnego. Przedmioty konkretne to: 1) ciała fizyczne i osoby, 2) przedmioty zajmujące określone miejsce w przestrzeni i czasie, 3) przedmioty zajmujące określone miejsce w przestrzeni i czasie, oraz odznaczające się cechą bezwładności. Porównując przytoczone sformułowania, nie trudno zauważyć, że pierwsze i trzecie z nich, w przeciwieństwie do drugiego, nie uznają za przed-

⁶ W. Nowicki, *Podstawy terminologii*, Ossolineum-PAN, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Lódź 1986, 20.

mioty konkretne pól fizycznych, np. pola elektromagnetycznego czy pola grawitacyjnego. Drugie zaś uznaje za konkret wszelkie zdarzenia, np. *wybuch, zaćmienie Słońca, wypadek, proces, pożar*, itp., chociaż wydaje się słuszne uważać, jak twierdzi Nowicki, że np. w przypadku pożaru domu, to palący się dom jest przedmiotem konkretnym, podczas gdy *pożar* to tylko stan, w jakim się dom znajduje. Nowicki wysuwa następujący postulat przeprowadzenia linii demarkacyjnej między konkretnymi a abstraktami: „będziemy uważali za *konkret* każdy przedmiot, który jest albo materią (ożywioną lub nieożywioną) lub jakąkolwiek jej częścią czy postacią, albo polem fizycznym lub jakąkolwiek jego częścią czy postacią. Natomiast za *abstrakt* będziemy uważali każdy przedmiot pomyślany przez człowieka, a nie będący ani materią, ani polem, ani jakąkolwiek ich częścią lub postacią”⁷. Ten konwencjonalny postulat nie rozstrzyga w sposób autorytatywny i ostateczny sporu o konkrety i abstrakty, a jest jedynie propozycją mającą ułatwić porządkowanie zagadnień w zakresie rozważań naukowej terminologii.

Zjawisko to termin używany w teorii nauki i filozofii w wielu różnych, chociaż pokrewnych znaczeniach. We współczesnej teorii nauki jego podstawowe znaczenie (znaczenie w sensie węższym) można określić następująco: *zjawiskiem nazywamy wszystko to, co jest przedmiotem zmysłowego lub psychicznego postrzegania*. To ogólne sformułowanie najczęściej się wzbogaca dodając, że jest to wszelki fakt empiryczny podlegający obserwacji za pomocą dostępnych metod i środków lub ogół cech i relacji rozpatrywanych obiektów, stanowiący punkt wyjścia badania i poznawania naukowego, tworząc w ten sposób znaczenie szersze tego terminu. Takie znaczenia *zjawiska* występują między innymi u F. Bacona, Galileusza, R. Descartes’a, G. Leibniza, I. Newtona. W filozoficznym znaczeniu nadanym przez I. Kanta i rozpowszechnionym przez kantystów i neokantystów *zjawisko to przedmiot możliwego doświadczenia*. Jedynie zjawisko (fenomen) jest dostępne naszemu poznaniu w odróżnieniu od niepoznawalnych „rzeczy samych w sobie” (noumenów). Kantowskie określenie zjawiska jest podstawą klasycznej wersji fenomenalizmu, kierunku filozoficznego, według którego zakres ludzkiego poznania jest ograniczony do zjawisk, przeciwstawianych

⁷ Tamże, 22.

rzeczywistości transcendentalnej w stosunku do podmiotu poznającego. Do rzeczywistości transcendentalnej należą byty istniejące niezależnie od człowieka i pozostające poza granicami jego doświadczenia. Daje się wyróżnić trzy zasadnicze propozycje (oraz wiele ich modyfikacji) rozwiązania problemu bytu odmiennego od zjawisk, wysuwane przez przedstawicieli różnych wersji fenomenalizmu: 1) odrzucenie istnienia tego rodzaju bytu, 2) uznanie jego istnienia przy równoczesnym stwierdzeniu, że jest ono niepoznawalne, 3) uznanie pytania o istnienie bytu odmiennego od zjawisk za nierozstrzygalne⁸.

Obserwacja w znaczeniu potoczno-psychologicznym to: *spostrzeganie przedmiotów lub zjawisk w celu dojścia do odpowiedzi na postawione pytanie*. Obserwacja różni się więc od zwykłego *spostrzegania* tym, że przy tej drugiej czynności poznawczej nie stawiamy sobie pytania, na które chcemy znaleźć odpowiedź. Podstawowe znaczenie metodologiczne terminu *obserwacja* otrzymuje się przez ograniczenie zakresu nazwy *spostrzeganie*, akcentując, że nie chodzi o jakiegokolwiek spostrzeganie, lecz jedynie o takie, które jest *systematyczne* i *planowe*. Stąd: *obserwacja to planowe i systematyczne spostrzeganie przedmiotów lub zjawisk w celu dojścia do odpowiedzi na postawione pytanie*. Tak rozumiana obserwacja jest jednym z podstawowych sposobów badań w naukach przyrodniczych. Często przeciwstawia się obserwację, eksperymentowi. W obserwacji badacz ogranicza się do spostrzegania tego, co dzieje się bez jego ingerencji, zaś w eksperymencie zmienia lub wytwarza nowe warunki badanego zjawiska, chociaż w praktyce postępowania naukowego granica między tymi dwiema metodami nie daje się ostro wyznaczyć.

Sposób przeprowadzania obserwacji jest uwarunkowany rodzajem badanego przedmiotu czy zjawiska oraz sytuacją, w której obserwacja jest przeprowadzana. Można jednak wskazać na trzy podstawowe cechy poprawnej obserwacji; *planowość*, *systematyczność* i *selektywność*. Planowość dotyczy kolejności spostrzegania, systematyczność określonych odstępów czasowych, zaś selektywność wyboru tych faktów i cech przedmiotów, które są ważne dla rozwiązania postawionego problemu poznawczego. Prawidłowość przebiegu obserwacji i trafność jej wyników zależą przede wszystkim od: 1) ja-

⁸ O zjawisku por. bliżej m.in.: M. Hempoliński, *Empiryzm*, w: *Filozofia a nauka*, dz. cyt., 150-150; Z. Cackowski, *Fenomenalizm*, w: *Filozofia a nauka*, dz. cyt., 161-169.

kości obserwowanych danych – np. ich struktury, stopnia złożoności, dynamiki rozwoju, itp. 2) warunków, w których obserwacja przebiega – np. odległości, oświetlenia, czynników zakłócających, itp. 3) obserwatora – jego motywacji, cech psychicznych, wiedzy z zakresu obserwowanego materiału, indywidualnych interpretacji dokonywanych w trakcie trwania procesu obserwacyjnego, itp. Ścisłość i naukowa doniosłość wyników obserwacyjnych zależy zaś od przyrządów, którymi obserwator dysponuje, od sposobu rejestracji oraz interpretacji ich wskazań. Sposoby zapisu informacji uzyskiwanych dzięki obserwacji komplikują się wraz z rozwojem nauki. W naukach przyrodniczych stosuje się w szerokim zakresie coraz bardziej obiektywne techniki rejestracji obserwowanego materiału, np. film, magnetofon, oscylograf, elektroencefalograf, itp., jak również przyrządy zwiększające ograniczone możliwości receptorów poznawczych, np. mikroskop, teleskop, różnego rodzaju wzmacniacze. Dogodne warunki do zwiększenia obiektywności obserwacji stwarza możliwość wielokrotnych powtórzeń obserwacji przez różnych badaczy, w różnym czasie, weryfikacji wysuwanych na podstawie obserwacji hipotez w badaniach eksperymentalnych oraz sprawdzenie słuszności sformułowanych na ich podstawie wniosków przez ponowną obserwację. W żadnej jednak nauce nie można całkowicie wyeliminować wpływu indywidualnych cech obserwatora na przebieg obserwacji. Główny więc problem metodologiczny przy stosowaniu obserwacji jako metody badań w nauce sprowadza się do prób zapewnienia obiektywności metodycznego spostrzegania i jego wyników⁹.

2.3. EKSPERYMENTALIZM „NAIWNY”

Na gruncie intuicyjnych i bezkrytycznie przyjmowanych pojęć: *eksperymentu*, *doświadczenia*, *przedmiotu*, *obserwacji*, *pomiaru* powstaje metodologiczny prąd w teorii nauk empirycznych zwany *eksperymentalizmem*, który utrzymuje, że na podstawie świadectwa naszych zmysłów, przede wszystkim zaś dzięki obserwacji, dochodzi się do ustalenia faktów empirycznych, na podstawie których buduje się naukowe poznanie, czyli „wiedzę opartą na faktach”. W świetle zarzutów wysuwanych przeciw temu metodologicznemu kierunko-

⁹ O obserwacji, jej rodzajach, różnicy między obserwacją a eksperymentem por. m.in.: Z. Cackowski, *Obserwacja*, w: *Filozofia a nauka*, dz. cyt., 433-444.

wi, przede wszystkim przez psychologów, historyków, socjologów i teoretyków nauki, powinno się chyba mówić w tym przypadku o „naiwnym” eksperymentalizmie. Eksperymentalizm nawiązywał do poglądów nowożytnych metodologów: Bacona, Herschela, Whewella, Milla, które to poglądy aktualizował i modyfikował w miarę doskonalenia się metod badawczych w naukach przyrodniczych, zaś jego apogeum przypada na okres działalności neopozytywizmu, inaczej empiryzmu logicznego, czyli na trzydzieste i czterdzieste lata XX wieku. Jednym z podstawowych punktów programu neopozytywistycznego był postulat: *wszelka wiedza o świecie musi być oparta na doświadczeniu*. Oczywiście stopień „naiwności” eksperymentalizmu XX wieku był mniejszy niż wieku XVIII czy XIX, niemniej jego poprawność metodologiczna, jak to pokazali krytycy, pozostawiała wiele do życzenia.

Ekperymentalisci byli zresztą świadomi niedoskonałości ludzkich zmysłów w zakresie poznania, na którą wskazują uchybienia i błędy licznych rezultatów obserwacji, jednak niemniej liczne poprawne wyniki obserwacji, np. odczytywanie wskazań przyrządów pomiarowych, czy liczenie sygnałów głosowych różnego rodzaju liczników, miały usprawiedliwiać ich stanowisko: *ustalenie faktów dokonuje się na podstawie świadectwa zmysłów*. Krytyczna analiza wskazanego stanowiska prowadzi do stwierdzenia, że podana jego werbalizacja jest przynajmniej dużym uproszczeniem, jeśli w ogóle można mówić o jakimś stopniu jej akceptacji. Najpierw trzeba zauważyć, że w naukach przyrodniczych nie chodzi o jakiekolwiek fakty, ale jedynie o fakty ważne i istotne. Ustalenie to rodzi pytanie, które fakty są istotne dla nauki. Odpowiedź na to pytanie zależy od stanu teoretycznego rozwoju danej dyscypliny.

2.4. FAKTY ISTOTNE

W otaczającym nas świecie istnieje wiele różnorodnych procesów, które często w skomplikowany sposób nakładają się na siebie, warunkują się wzajemnie czy integrują z sobą. Na przykład, spadający z drzewa liść podlega, jak każde ciało materialne, prawu grawitacji, ale miejsce jego zetknięcia się z Ziemią jest ponadto wyznaczane przez opór powietrza, siłę wiatru, stan procesu butwienia, któremu podlega, itp. Dokładny opis owych procesów nie jest możliwy przy najbardziej nawet skrupulatnej obserwacji. Obserwacje spadających liści z drzew nie będą więc potwierdzały sformułowanego przez Ga-

lileusza prawa spadania. Ten prosty przykład uczy, że dla uzyskania faktów istotnych do identyfikacji i charakterystyki ważnych w przyrodzie procesów, faktów stanowiących podstawową bazę nauk przyrodniczych, często nie wystarcza zwykła obserwacja, ale konieczna jest celowa interwencja obserwatora, polegająca, ogólnie mówiąc, na wyizolowaniu badanego procesu i wyeliminowaniu skutków innych procesów, współwystępujących z badanym, czyli konieczne jest przeprowadzenie eksperymentu. Chociaż stanowisko to wydawało się banalnie oczywiste od początku świadomego posługiwania się metodą empiryczną w nauce, to jednak dopiero w ostatnich dziesięcioleciach teoretycy i filozofowie nauki podjęli stosowne badania dotyczące natury i roli eksperymentu w nauce¹⁰.

Uzyskanie ważnych (znaczących) eksperymentalnych wyników w danej dziedzinie jest, jak pokazuje historia eksperymentalnych badań, niełatwym przedsięwzięciem. Często mijały miesiące i lata zanim udało się przeprowadzić znaczący eksperyment. Ogrom teoretycznych i praktycznych trudności, które musi pokonać np. eksperymentujący fizyk, ilustruje Chalmers, opisując własny eksperyment z lat sześćdziesiątych XX wieku, który miał dostarczyć nowych informacji o poziomie energetycznym molekuł. Eksperyment polegał na uwalnianiu z molekuł elektronów o niskim potencjale energii i obliczaniu wielkości energii, którą elektrony podczas tego procesu tracą. Szczegółowa analiza przeprowadzonego eksperymentu prowadzi do następujących ustaleń, które autor uogólnia na wszystkie eksperymentalne postępowania tego rodzaju.

2.5. REGULY EKSPERYMENTALNEGO POSTĘPOWANIA

1) Eksperymentalnych wyników, które mają stanowić podstawową bazę danej nauki, nie można uzyskać jedynie na podstawie zwykłego spostrzeżenia zmysłowego. Są one rezultatem odpowiednio zaplanowanego i precyzyjnie zorganizowanego działania a ich potwierdzenie oparte jest w znacznym stopniu na posiadanej przez eksperymentatorów wiedzy i praktycznych umiejętnościach, które z kolei zależą od stanu aktualnych możliwości technologicznych oraz wielkości błędów zawsze z takim postępowaniem powiązanych.

¹⁰ Por. A. F. Chalmers, *Wege der Wissenschaft (Einführung in die Wissenschaftstheorie)*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2001, 25-26.

2) Ocena wartości naukowo-praktycznej wyników eksperymentalnych jest również niełatwa. Jest uznawana za trafną jedynie wtedy, gdy wyniki można interpretować jako potwierdzenie rozwiązania postawionego problemu, gdy eksperyment był teoretycznie dobrze przygotowany, jego przebieg podlegał odpowiedniej kontroli i wyeliminowano czynniki, których obecność mogła wypaczać otrzymane wyniki.

3) Zapewnienie odpowiednich warunków dla właściwego przebiegu eksperymentu oraz eliminacja elementów zakłócających ten proces lub wypaczających jego wyniki są możliwe na gruncie odpowiedniej wiedzy w tej materii. Wiedza ta ma informować o tym, jakie zakłócenia w ogóle mogą się pojawić i w jaki sposób można je eliminować. Istnieje więc istotna zależność między eksperymentalnie ustalonymi faktami a teorią, na której gruncie eksperyment jest przeprowadzany. Jeśli wiedza ta jest niewystarczająca, np. za uboga lub błędna, wtedy uzyskiwane fakty są po prostu pseudo-faktami. Konsekwencją tego wzajemnego powiązania eksperymentalnych wyników i wiedzy, w ramach którego eksperyment przeprowadzono – a która zawsze jest jedynie prawdopodobna – jest to, że również wyników nigdy nie można przyjmować jako absolutnie pewnych.

4) Wyniki eksperymentalne mogą się dezaktualizować ze względu na: 1. pojawienie się nowych, lepszych, bardziej precyzyjnych technologii, 2. rozwój wiedzy, w świetle której zmieniła się zasadniczo lub została istotnie zmodyfikowana pierwotna idea konstrukcji i organizacji eksperymentu, 3. teoretyczną zmianę pierwotnej kwalifikacji uzyskanych eksperymentalnych rezultatów – okazało się, że ustalone fakty nie są istotne lub tak doniosłe, jak wcześniej sądzono¹¹.

2.6. HISTORYCZNE PRZYKŁADY

Ustalenia te znajdują, według Chalmersa, mocne potwierdzenie w historii rozwoju metody eksperymentalnej¹². Niemiecki fizyk H. Hertz przeprowadził w latach osiemdziesiątych serię eksperymentów mających doprowadzić do poznania natury promieniowania katodowego. Chodzi o ten rodzaj światła, które się pojawia wewnątrz szklanej rury, wypełnionej gazem o niezbyt dużym ciśnieniu, w posta-

¹¹ Tamże, 26-28.

¹² O zmianach rozumienia empirycznej bazy nauki oraz rozwoju metody eksperymentalnej na podstawie analizy historycznych przykładów por. tamże, 28-32.

ci „światłej nitki” łączącej anodę z katodą. Rezultatem owych eksperymentów było stwierdzenie, że promienie katodowe nie są strumieniem elektrycznie naładowanych cząsteczek. W uzasadnieniu swego stanowiska, Hertz wskazuje na to, że badane promienie nie ulegają odchyleniu, kiedy działa na nie prostopadle skierowane do kierunku ich rozchodzenia się pole elektryczne, a tak powinny się zachowywać cząstki posiadające elektryczny ładunek. Eksperymentalny wniosek Hertza uznaje się dziś za fałszywy, a jego eksperymenty za niepoprawne. Przeprowadzone dwadzieścia lat później badania Thomsona wykazały, że promieniowanie katodowe ulega dokładnie takiemu samemu odchyleniu w polu elektromagnetycznym jak strumienie elektrycznie naładowanych cząstek a ponadto Thomson dokonał pomiaru stosunku zachodzącego między ładunkiem a masą cząstek. Tym, co umożliwiło Thomsonowi odrzucenie eksperymentalnych wyników Hertza, było: 1) ulepszona technologia przeprowadzanie eksperymentu i 2) lepsze zrozumienie kompleksu różnych procesów wchodzących w skład całego zjawiska.

Elektrony, z których składa się katodowe promieniowanie, mogą jonizować molekuły gazu znajdującego się w rurze, tzn. pozbawiać je jednego lub kilku elektronów i w ten sposób powodować, że zamieniają się one z elektrycznie obojętnych na molekuły z ładunkiem dodatnim. Tak powstałe jony mogą się gromadzić na metalowych płytkach aparatury i w czasie trwania eksperymentu wytwarzać małe dodatkowe pola elektryczne. Prawdopodobnie te pola uniemożliwiły Hertzowi uzyskanie odchylenia promieni katodowych, które zaś Thomson nie tylko uzyskał, ale i zmierzył wielkość kąta ich odchylenia, zależną od ładunku i masy cząsteczek elektrycznie naładowanych. Ulepszenie metodologii przeprowadzania eksperymentu polegało przede wszystkim na wydłużeniu czasu działania specjalnych pomp wysysających gaz (pompy pracowały przez wiele dni), poddanie całej aparatury długiemu ogrzewaniu w wysokich temperaturach i usunięciu w ten sposób resztek gazu przylegających w niektórych miejscach do powierzchni rury oraz zastosowaniu lepszych jakościowo elektrod. Fałszywe eksperymentalne wnioski Hertza nie podważają jednak jego autorytetu jako jednego z najlepszych eksperymentatorów owych czasów. Na podstawie teoretycznej wiedzy, na której się opierał, i technicznych rozwiązań, którymi dysponował, wyniki przeprowadzonego przez niego eksperymentu były poprawne. Zaś teoretyczno-technologicz-

ne modyfikacje czy rozwój wiedzy, zmieniające ocenę uzyskanych wcześniej wyników eksperymentalnych, są nieprzewidywalne.

Innym przykładem jest wytworzenie w r. 1888 przez Hertza fal radiowych. Fale radiowe, które były nowym rodzajem zjawisk w przyrodzie, mogły być ciągle wywoływane i badane, miały ponadto jeszcze tę naukowo doniosłą konsekwencję, że potwierdzały sformułowaną w połowie lat sześćdziesiątych XIX wieku elektromagnetyczną teorię C. Maxwella, z której teoretycznie można było je wyprowadzić. Większość eksperymentalnych wyników Hertza z tego obszaru przetrwało próbę czasu i mają również i dziś doniosłe znaczenie. Jednak niektóre z nich, jak i ich interpretacje trzeba było modyfikować, zmieniać czy odrzucać. Fakty te są przykładami na to, że eksperymentalne wyniki muszą ciągle podlegać kontroli, sprawdzaniu i doskonaleniu.

Hertz był w stanie, dzięki swej aparaturze, wytwarzać stojące fale radiowe i dokonywać pomiaru ich długości oraz szybkości rozchodzenia się. Wyniki jego eksperymentów wskazywały na to, że fale radiowe o większej długości rozchodzą się szybciej w powietrzu niż w przewodach oraz szybciej w stosunku do światła, podczas gdy teoria Maxwella przewidywała, że ich szybkość rozchodzenia się powinna być równa szybkości światła i to niezależnie w jakim środowisku się rozchodzą, czy w powietrzu, czy za pomocą przewodu. Przyczyną błędnego pomiaru były nieodpowiednie warunki, w jakich pomiar się odbywał, co zresztą Hertz domniemywał. Długie fale radiowe odbijały się od ścian laboratorium, w którym były mierzone, nakładały się na siebie, a to prowadziło do poważnych błędów pomiarowych. W tych warunkach można było mierzyć jedynie fale krótsze. Przeprowadzony eksperyment i pomiar długich fal radiowych kilka lat później, w lepszych i odpowiednich warunkach, potwierdził przewidywania teoretyczne, że prędkość rozchodzenia się fal jest równa prędkości światła.

Problemy związane z pomiarem długości fal radiowych pouczają, że eksperymentalne rezultaty w ogóle powinny być nie tylko adekwatnym opisem tego, co zostało odkryte, ale również powinny być doniosłe z teoretycznego punktu widzenia, tzn. że mają odpowiadać na teoretycznie ważne w danej dziedzinie pytania. Zaś ocena tego, kiedy jakieś pytanie jest ważne i w jakim stopniu konkretne eksperymentalne postępowanie może być właściwą drogą zdobycia poprawnej odpowiedzi na nie, zależy przede wszystkim od teoretycznych idei i praktycznych możliwości ich realizacji. Istnienie konkurencyj-

nych teorii w zakresie zjawisk elektromagnetycznych i przewidywania sformułowane na gruncie jednej z nich, mianowicie teorii Maxwella, że fale radiowe powinny się rozchodzić z szybkością równą szybkości światła, spowodowało, że próby pomiaru szybkości fal radiowych podjęte przez Hertza, stały się szczególnie doniosłe. Zrozumienie zjawiska odbijania się fal doprowadziło do właściwej oceny warunków, w których eksperyment się odbywał. Stosunkowo mała przestrzeń ograniczona ścianami laboratorium, od których fale się odbijały, była nieodpowiednia dla tego rodzaju pomiarów. Zmiana warunków dokonywania pomiarów dała wkrótce poprawne rezultaty. Odrzucenie wyników pomiaru szybkości rozchodzenia się fal radiowych uzyskanych przez Hertza nie ma nic wspólnego z problemem dokładności ludzkiego spostrzegania. Hertz dokładnie obserwował przebieg eksperymentu, kontrolował i rejestrował zachodzące zjawiska, rejestrował wskazania instrumentów. Jego ustalenia są obiektywne w tym sensie, że każdy, kto chciałby powtórzyć sposób jego postępowania, dojdzie do podobnych rezultatów. Problemów związanych więc z eksperymentalnymi ustaleniami Hertza nie można sprowadzić do niedokładności obserwacji ani do niemożności powtórzenia eksperymentu, tylko do niewłaściwej organizacji eksperymentalnego postępowania. Żadne, jeszcze bardziej staranne obserwacje, nie mogły zastąpić koniecznego w tym przypadku warunku powodzenia doświadczenia, którym była większa przestrzeń dla rozchodzenia się mierzonych fal niż powierzchnia laboratorium, którą przy przeprowadzanych pomiarach Hertz dysponował.

2.7. EKSPERYMENTALNE REZULTATY A TEORIA

Opisane przykłady ilustrują dobrze, jak bardzo akceptacja eksperymentalnych wyników zależna jest od teorii, w której ramach eksperyment jest przeprowadzany, i jak radykalnie mogą się zmieniać ich oceny ze względu na rozwój naukowego poznania. Dobrą ilustracją wskazanego stanu rzeczy może być obserwacja dotycząca wzrostu wartości znaczenia fal radiowych dla poznania naukowego od momentu ich odkrycia przez Hertza. W owym czasie jedną z wielu teorii elektromagnetycznych była teoria J. C. Maxwella, który rozwinął podstawowe idee M. Faradaya i rozumiał elektryczne oraz magnetyczne zjawiska jako mechaniczne stany przenikającej wszystko w świecie substancji zwanej eterem. Teoria ta przewidywała – inaczej niż konkurencyjne w stosunku do niej teorie,

utrzymujące, że zjawiska elektryczne i magnetyczne oddziałują z odległości na siebie bez pośrednictwa eteru – że fale radiowe poruszają się z szybkością światła. Rezultaty doświadczalnych badań Hertza, a zwłaszcza możliwość wytwarzania fal elektromagnetycznych, co ma w rozwoju fizyki trwałe znaczenie, mogły być przez niego i współczesnych mu badaczy interpretowane jako dowód na istnienie eteru. Dwadzieścia lat później odrzucono – w świetle teorii względności Einsteina – hipotezę eteru. Ciągłe jednak rezultaty te są uważane za potwierdzenie zrewidowanej postaci teorii Maxwella, która rezygnuje z akceptacji hipotezy eteru, a elektryczne i magnetyczne pola traktuje jako samodzielne zjawiska (byty).

Innym przykładem, przekonywująco ilustrującym zależność eksperymentalnych wyników i ich interpretacji od teoretycznego kontekstu, w którym powstają, są pomiary ciężaru cząsteczkowego molekuł, przeprowadzane przez chemików drugiej połowy XIX wieku. W świetle atomistycznej teorii chemicznych powiązań przypisują ówczesni chemicy pomiarowi ciężaru cząsteczkowego fundamentalne znaczenie. Chodzi przede wszystkim o te teorie, które faworyzowały hipotezę Prousta, według której atom wodoru jest podstawowym elementem, z którego inne atomy są zbudowane. To przekonanie pozwalało oczekiwać, że ciężary cząsteczkowe, obliczane w relacji do atomu wodoru, wyrażają się liczbami całkowitymi. Dokładne pomiary mas cząsteczkowych przeprowadzone przez czołowych chemików XIX wieku okazały się jednak bezwartościowe w świetle chemii teoretycznej, kiedy odkryto, że występujące w naturze podstawowe elementy materii są mieszaniną izotopów, a wiedza dotycząca ich wzajemnej proporcji ciężarowej nie ma żadnego teoretycznego znaczenia. F. Soddy w krótkim komentarzu do tego epizodu rozwoju chemii porównuje los, który przypadł w udziale pewnej grupie wybitnych chemików XIX wieku, do tragedii. Ich osiągnięcia, uważane przez współczesnych, zresztą nie bez racji, jako szczyt precyzji pomiarów, które były nadzwyczaj czasochłonne i okupione olbrzymią pracą, okazały się – przynajmniej z dzisiejszego punktu widzenia – równie mało interesujące i znaczące, jak np. określanie średniego ciężaru zbioru butelek, z których jedno są całkowicie, a inne tylko częściowo wypełnione cieczą.

W tym wypadku eksperymentalne wyniki zostały odrzucone również nie z powodu niedokładności, błędów obserwacji jako takiej, tzn. nie na skutek braku obiektywności poznawania. Wyniki te były

uznawane za „szczyt precyzji naukowych pomiarów” i bez wątplenia współcześni chemicy doszliby do podobnych rezultatów, gdyby zechcieli tamte postępowania powtórzyć. Poprawność eksperymentalnego postępowania dla naukowego znaczenia eksperymentu, naukowej stosowalności osiągniętych rezultatów jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym. Wyszczególnione przykłady charakteryzują wyraźnie właściwości i cechy eksperymentalnego postępowania i jego wyników, które mogą stanowić bazę i punkt wyjścia naukowego poznania w fizyce, chemii oraz innych empirycznych dyscyplinach. Bazą eksperymentalną musi być zawsze najnowszy stan doświadczalnych rezultatów. Przeszarżałe wyniki muszą być nieustannie modyfikowane, zmieniane, odrzucane jako nieadekwatne czy błędne i zastępowane lepszymi. Modyfikacja, czy odrzucanie dotychczasowych eksperymentalnych ustaleń może nastąpić z przynajmniej czterech następujących powodów: 1) przy ich użytkowaniu nie wykluczono dostatecznie mocno możliwych źródeł błędów i nieprawidłowości procesu eksperymentalnego; 2) pomiary były oparte na nieprecyzyjnych lub przestarzałych metodach; 3) dostrzeżono, że przeprowadzony eksperyment nie prowadzi do rozwiązania postawionego problemu; 4) problem, który eksperyment rozwiązywał, stracił na znaczeniu – stał się nieistotny. Chociaż te cztery postulaty metodologiczne kierują bardziej lub mniej intuicyjnie codzienną praktyką eksperymentalną, to były i są osłabiane lub nawet znoszone przez pewne założenia filozoficzne, zwłaszcza te, które stwierdzają, że wyniki eksperymentalne, które są fundamentem poznania nauk empirycznych, mogą a nawet muszą być niepodważalnie pewne. Poza tym, szczegółowa analiza wyróżnionych przykładów wykazuje, że relatywny status poznawczy jakichkolwiek wyników eksperymentalnych, nie ma nic wspólnego z psychologiczną problematyką ludzkich zdolności spostrzegania¹³.

¹³ Podstawą, na której Chalmers oparł swoją analizę historycznych przykładów, były m.in. następujące materiały źródłowe: H. Hertz, *Gesammelte Werke*, t. II: *Untersuchungen ueber die Ausbreitung der elektrischen Kraft*, Bahr, Leipzig 1894; W. Thomson, P. G. Tait, *Handbuch der theoretischen Physik*, Vieweg, Braunschweig 1879; J. C. Maxwell, *The Kinetic Theory of Gases*, *Nature* 16(1877), 245-246; Tenze, *Illustrations of the Dynamical Theory of Gases*, w: *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, 2 tomy, red. W. D. Niven, Dover, New York 1965; I. Lakatos, *Falsifikation und die Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme*, w: *Kritik und Erkenntnisfortschritt*, red. I. Lakatos i A. Musgrave, Vieweg, Wiesbaden 1974.

2.8. STATUS NAUKOWEGO POZNANIA

Ustalenie, że wyniki eksperymentalne nie są po prostu dane z bezwzględną pewnością, że są zależne od teorii, którą mają sprawdzać, że są często obciążone błędami i dlatego wymagają ciągłego sprawdzania, stanowi poważne wyzwanie dla stanowiska, że poznanie naukowe posiada specjalny status, gdyż jest ono oparte w sposób przekonywujący na doświadczeniu. Jeśli prawdą jest, że baza eksperymentalna nauki jest – jak pokazano – do tego stopnia poznawczo niedoskonała, to przynajmniej w tym samym stopniu obciążona błędami i niedoskonała będzie wiedza oparta na doświadczeniu i dlatego wymagająca nieustannego sprawdzania. Poza tym, ustalenie statusu poznawczego eksperymentu w postępowaniu naukowym komplikuje zarzut błędnego koła w argumentacji, które w tym przypadku jest kołową postacią semantycznego *petitio principii*. Jeśli bowiem ocenę trafności, poprawności i stosowności przebiegu eksperymentu i jego wyników dokonuje się w ramach danej teorii, równocześnie zaś owe wyniki mają być potwierdzeniem tej teorii, to pojawienie się błędnego koła wydaje się oczywiste. Nauka, jak się wydaje, nie jest w stanie wypracować eksperymentalnych kryteriów rozstrzygnięcia, która z dwu, czy kilku konkurencyjnych teorii jest prawdziwa. Często na te same wyniki eksperymentalne powołują się przedstawiciele rywalizujących z sobą teorii, odpowiednio je interpretując. Powstaje więc najpierw zasadnicze pytanie, czy można przezwyciężyć wskazane *petitio principii* w eksperymentalnym uzasadnianiu.

Ilustracją pojawienia się kołowego eksperymentalnego uzasadniania może być doświadczenie, przeprowadzone przez grupę studentów fizyki w ramach ćwiczeń pod kierunkiem Chalmersa. Eksperyment miał wykazać, że liczba obrotów cewki elektrycznej umieszczonej między biegunami magnesu mającego kształt podkowy jest wprost proporcjonalna do natężenia prądu przepływającego w danym czasie przez cewkę. Eksperyment potwierdził postawioną hipotezę, jednak dokładna analiza całości postępowania pokazała, że potwierdzający wynik był nieświadomie założony w konstrukcji aparatury, którą się posługiowano. Przykład pokazuje, jak w rozumowaniach opartych na eksperymencie może się pojawić błędne koło, równocześnie jednak wskazuje na to, że nie każdy eksperyment musi być takim błędem obciążony. Ogólnie

można stwierdzić: *wszelkie postępowanie eksperymentalne jest podejmowane w celu potwierdzenia jakiejś hipotezy czy teorii, które się uzyskuje przez poprawne odczytanie i zinterpretowanie wskazań odpowiednich instrumentów; sprawdzane teorie nie mogą jednak być identyczne z teoriami, które leżą u podstaw konstrukcji eksperymentalnych narzędzi*. Wskazany postulat kreśli ramowe warunki wstępne dla projektowania i organizowania jakichkolwiek eksperymentalnych badań.

Inne stanowisko dotyczące zależności eksperymentalnych wyników od teorii potwierdzanych przez nie jest następujące: obojętnie jak mocno i w jakim zakresie eksperyment jest sterowany przez testowaną teorię, zawsze pewne czynniki przemawiają za tym, że rezultaty eksperymentu nie są determinowane wyłącznie przez badaną teorię, ale określają je również poza teoretyczne elementy realnej rzeczywistości. Jeśli eksperymentalna aparatura została skonstruowana, np. zamknięto dźwignię wyłącznika wbudowanego do aparatury obwodu prądu elektrycznego, to na ekranie ukaże się sygnał albo się nie ukaże, wiązka promieni zostanie odchyłona albo nie zostanie, wskazówka amperomierza przesunie się albo nie zareaguje. Nie można więc „wymusić” tego, aby wyniki odpowiadały teoriom. Realna struktura świata, fizyczne właściwości przyrody sprawiły, że w eksperymentach Hertza nie pojawiło się odchylenie promieni katodowych, podczas gdy w zmodyfikowanym przez Thomsona eksperymencie zjawisko to wystąpiło. Do tych eksperymentalnie różnych wyników doprowadziły różnice w konstrukcji (organizacji) eksperymentów obu fizyków a nie różnice w teoriach, na których eksperymenty zostały oparte.

Podstawową tezę prezentowanego stanowiska można sformułować następująco: *ponieważ rezultaty eksperymentów są determinowane mocniej przez elementy realnego świata, aniżeli przez teoretyczne struktury, mogą owe rezultaty być kryteriami prawdziwości teorii*. Co jednak nie znaczy, że naukowo wartościowe eksperymentalne wyniki są łatwo dostępne, że nie są one obciążone błędami, że ich przydatność i ranga jest po prostu dana i od razu dostrzegalna. Niemniej trud i wysiłek związany z właściwym i rzetelnym sprawdzaniem naukowych teorii za pomocą eksperymentów jest sensownym i trafnym przedsięwzięciem; więcej, historia nauki dostarcza wielu przykładów, w których to postępowanie było

uwieńczone rezultatami nazywanymi dziś naukowymi odkryciami czy sukcesami¹⁴.

3. OBIEKTYWNOŚĆ EKSPERYMENTALNYCH REZULTATÓW WEDŁUG NOWEGO EKSPERYMENTALIZMU

Przedstawiciele nowego eksperymentalizmu próbują właśnie wyodrębnić, opisać i bliżej scharakteryzować te elementy eksperymentalnego postępowania, które zapewniają obiektywność eksperymentalnym wynikom, tzn. decydują o tym, że wyników tych nie można interpretować wyłącznie w kategoriach subiektywnych, jako rezultatów psychologicznych, historycznych, socjologiczno-ekonomicznych uwarunkowań, lecz że są one wynikiem oddziaływań zachodzących w realnie istniejącym świecie przyrody. I tak, jak to przedstawia Chalmers¹⁵, skonstruowany przez Faradaya prototyp silnika elektrycznego oraz pojawienie się nowych, teoretycznie neutralnych zjawisk elektromagnetycznych, związanych z jego funkcjonowaniem, stanowiło wielkie wyzwanie dla młodej wówczas nauki o elektryczności. Istniejące teorie elektromagnetyczne próbowały te zjawiska opisać i wyjaśnić. Dyskredytowanie wartości rezultatów eksperymentalnych Faradaya stwierdzeniem, że wszystkie eksperymenty są obarczone błędami, można łatwo uchylić. Faraday dokładnie opisał eksperymentalne urządzenie i do opisu załączył instrukcje, według których każdy chętny – zwłaszcza jego współcześni teoretyczni rywale – był w stanie podobnie funkcjonującą wersję silnika elektrycznego skonstruować. Pewne nieudane próby nie były ani zaskoczeniem, ani czymś istotnym, ponieważ były następstwem niewystarczająco dokładnego przestrzegania instrukcji. I chociaż teoretyczne wyjaśnienie funkcjonowania silnika, akceptowane dziś, znacznie różni się od wyjaśnień podawanych przez Faradaya i Ampere'a, to jest prawdą, że w normalnych warunkach, tzn. warunkach opisanych przez pierwotną instrukcję, silnik zadziała i dziś. Wydaje się też nieprawdopodobne, aby przyszłe postępy rozwoju teorii elektromagnetycznych doprowadziły do zaprzestania działania silnika. Na podstawie wskazanych racji można więc twierdzić, że tego rodzaju wytwarzane przez kontrolowane eksperymen-

¹⁴ Dwa zasadnicze stanowiska co do interpretacji zależności zachodzących między teorią a rezultatami eksperymentów, por. A. F. Chalmers, dz. cyt., 33-34.

¹⁵ Por. tamże, 156-159.

ty zjawiska nie są wynikiem błędów poznawczych i istnieją realnie, w sposób trwały, w świecie przyrody. Jeśli zaś *postęp naukowy* rozumieć jako nagromadzenie się tego rodzaju trwałych zjawisk, osiąga się go na tej drodze niezależnie od różnych teorii rozumień i znaczeń tego pojęcia.

Drugim przykładem wzmacniającym stanowisko przedstawicieli nowego eksperymentalizmu mogą być np. pewne epizody z biografii Hertza, które opisał J. Buchwald¹⁶ w swoim szczegółowym studium nad jego karierą naukową. Ambicją Hertza, w pewnym okresie jego życia, było wprost „polowanie” na nowe eksperymentalnie odkrywane zjawiska. Pewne jednak jego „odkrycia” w dziedzinie elektromagnetyzmu nie znalazły powszechnej akceptacji. Stało się tak dlatego – tak argumentuje przedstawiciel nowego eksperymentalizmu – że Hertz był zwolennikiem elektromagnetycznej teorii Helmholtza, która była wówczas jedną z wielu istniejących teorii (np. teoria Webera, teoria Maxwella) i wyniki jego eksperymentalnych badań można było oceniać i uzasadniać w świetle akceptacji całej teorii Helmholtza, czyli nie były one obiektywnie istniejącymi zjawiskami realnego świata, a jedynie przez teorię wytwarzanymi artefaktami. Sytuacja zmieniła się radykalnie, od kiedy Hertz rozpoczął eksperymentalnie wytwarzać fale radiowe. Realne ich istnienie można było wykazać niezależnie od jakiegokolwiek teorii, na której eksperymentalne urządzenie, kontrolowalnie je wytwarzające, było oparte. Za obiektywnością uzyskanych wyników eksperymentalnych przemawia więc, według nowych eksperymentalistów, ich kontrolowalne wytwarzanie i ich niezależne od jakiegokolwiek teorii opis oraz ocena.

Jak można, na przykład, przy obserwacji przez mikroskop ustalić, czy mamy do czynienia z obserwowanym realnie istniejącym przedmiotem, czy też jedynie z artefaktem, ilustruje przekonywująco Hacking¹⁷. Na szkle wygrawerowano siatkę małych kwadracików, a następnie do tego stopnia fotograficznie ją pomniejszono, że przestaje być widoczna dla nieuzbrojonego oka. W obserwacji pod mikroskopem elektronicznym staje się ona wyraźna i czytelna. Fakt ten, podkreśla Hacking, jest decydującym argumentem za

¹⁶ J. Buchwald, *The Creation of Scientific Effects*, University of Chicago Press, Chicago 1989.

¹⁷ I. Hacking, dz. cyt., 309nn.

tym, że powiększenie mikroskopowe jest autentyczne (nie jest przywidzeniem) i że jest niezależne od teorii budowy mikroskopu. Biolog obserwuje teraz np. czerwone ciała krwi w odpowiedni dla eksperymentu sposób umieszczone na siatce. Dostrzega wewnątrz komórki pewne ciała o stosunkowo dużej gęstości i zadaje sobie pytanie, czy ciała te są rzeczywiście elementami krwi, czy artefaktami wytworzonymi przez mikroskop. Wstępnie zakłada, że są to sztucznie wytworzone przez mikroskop struktury, oznaczając odpowiednio komórki, w których one się pojawiły. Następnie obserwuje badany materiał biologiczny przez mikroskop fluoroscencyjny, a więc mikroskop działający na zupełnie innych zasadach aniżeli mikroskop elektronowy. Obraz jest identyczny w tym znaczeniu, że te same obiekty pojawiły się w tych samych miejscach siatki. Analiza porównawcza tak otrzymanych obrazów jest wystarczającym i dostatecznie mocnym argumentem za tym, aby nabyć przekonania, że obserwowane przedmioty są raczej ciałkami krwi, a nie artefaktami. Możliwość, że mikroskopy zbudowane na teoretycznie różnych zasadach wytwarzają identyczne „fakty”, jest, podkreśla Hacking, w największym stopniu nieprawdopodobna. Za realnością istnienia obserwowanego przez mikroskop przedmiotu przemawia fakt, iż przy akceptacji tego stanowiska nie trzeba się odwoływać do wiedzy dotyczącej funkcjonowania owych przyrządów badawczych, czy do teorii ich budowy.

3.1. PODSTAWOWY METODOLOGICZNY POSTULAT

Deborah Mayo¹⁸ należy do grona filozofów nauki w ogóle i do teoretycznie wiodących przedstawicieli nowego eksperymentalizmu. Próbuje ona opisać, nadzwyczaj rygorystycznie pod względem metodologicznym, drogę, na której można uznać wypowiedź uzasadnianą przez eksperyment (doświadczenie) za wiarygodną. Ogólny postulat, będący podstawą a zarazem punktem wyjścia jej rozważań, można sformułować w następującej wersji: *wypowiedź (zdanie) tylko wtedy można uważać za opartą na doświadczeniu, jeżeli różne (możliwie wszystkie) możliwości jej obalenia (sfalsyfikowania) zostaną przebadane i wyeliminowane. Inaczej: o pewnej wypowiedzi można tylko wtedy twierdzić, że jest wyprowadzalna z doświadczenia, (eks-*

¹⁸ D. Mayo, *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, University of Chicago Press, Chicago 1996.

perymentalnie wyprowadzalna), jeżeli została poddana w trakcie eksperymentalnego postępowania gruntownej rewizji, polegającej na tym, że jej akceptacja byłaby niemożliwa, gdyby wypowiedź ta była fałszywa. Ilustracją tego rodzaju rewizji może być następująca sytuacja badawcza. Przypuśćmy, że ponowne sprawdzanie prawa załamania światła Snella wykazało, iż dokładniejsze pomiary kątów padania i załamania się promienia świetlnego wykazały istnienie pewnego przedziału możliwych błędów pomiarowych. Przypuśćmy dalej, że pomiary obarczone tymi błędami potwierdzają nadal to prawo. Mayo stawia pytanie, czy na skutek tej rewizji pomiarów można by było utrzymywać, że prawo to jest eksperymentalnie potwierdzone? I odpowiada, że nie, argumentując, ponieważ z powodu niedokładności (błędów) pomiaru prawo przetrwałoby doświadczalną rewizję, gdyby nawet było fałszywe, a inne prawo, które niewiele różniłoby się od prawa Snella, byłoby prawdziwe.

Stanowisko Mayo ilustruje Chalmers¹⁹ za pomocą eksperymentów przeprowadzanych przez studentów w ramach kierowanych przez niego ćwiczeń. Studenci mieli za zadanie wykonanie pewnej serii niezbyt dokładnych pomiarów dotyczących właśnie ponownego potwierdzenia prawa Snella. Następnie mieli tą samą metodą pomiarową sprawdzić pewne sformułowania prawa załamania światła pochodzące ze starożytności i średniowiecza, które były alternatywne dla prawa Snella. Okazało się, że owe alternatywne „prawa” przeszły pozytywnie test pomiaru, na skutek zbyt dużego przedziału systematycznych błędów pomiarowych, związanych z tym sposobem mierzenia. Ilustracja pokazuje wyraźnie, że eksperymenty studentów nie spełniały warunków gruntownej rewizji dla prawa Snella. Prawo to przetrwałoby eksperymentalne pomiary nawet wtedy, gdyby było fałszywe, ponadto „prawdziwe” okazały się historyczne alternatywy.

Inną ilustrację metodologicznego stanowiska Mayo może stanowić analiza następującej sytuacji. Rano wypilem dwie filiżanki mocnej kawy i po południu odczuwałem wyraźny ból głowy. Czy zdanie: „Poranna kawa spowodowała mój ból głowy” zostało w ten sposób obserwacyjnie (doświadczalnie) potwierdzone? Odpowiedź na to pytanie, według Mayo, brzmi oczywiście: „nie”! Pozytywna odpo-

¹⁹ A. F. Chalmers, dz. cyt., 159.

wiedź wymagałaby wyeliminowania wszystkich innych – w tym wypadku bardzo różnorodnych – przyczyn, które mogły wywołać u mnie stan bólu głowy. Jeśli między pićm kawy i moim bólem głowy istnieje rzeczywiście przyczynowe powiązanie, to przeprowadzone kontrolowalne badania (eksperymenty) musiałyby wyeliminować wszystkie inne możliwe przyczyny tego stanu rzeczy. *Eksperyment potwierdza więc wypowiedź tylko wtedy, jeśli inne możliwe sposoby jej potwierdzenia nie wystąpiły (zostały wyeliminowane) i byłoby w największym stopniu nieprawdopodobne, że owa wypowiedź, która przetrwała eksperymentalną próbę nie byłaby prawdziwa.*

3.2. ROZSZERZENIE METODOLOGICZNEGO POSTULATU

Rozszerzeniem i pogłębieniem metodologicznego stanowiska Mayo co do oceny poznawczej wartości eksperymentu przy uzasadnianiu zdań, wypowiedzi, a teraz przede wszystkim teorii, formułowanych w obrębie nauk przyrodniczych, ma być najpierw analiza poznawcza tzw. „*Tacking-Paradoksu*”. Przyjmijmy, że teoria Newtona T została potwierdzona przez dokładną obserwację ruchu pewnej komety. Zadbano przy tym o wyeliminowanie sytuacji, które mogłyby prowadzić do błędów obserwacyjnych, takich jak: sił przyciągania znajdujących się w pobliżu planet, spowolnienie szybkości ruchu komety na skutek oporu stawianego przez ziemską atmosferę, przez którą kometa przechodzi, itd. Skonstruujmy teraz teorię T' w ten sposób, że do newtonowskiej teorii T dołączamy zdanie: „Smaragdy są zielone” i zapytajmy: czy teoria T' może być potwierdzona przez obserwację? Jeśli przyjmujemy, że pewne zdanie prognostyczne p potwierdza jakąś teorię, kiedy wynika jako konsekwencja z tej teorii i eksperymentalnie jest pozytywnie zweryfikowane, wtedy teoria T' jest, wbrew naszej intuicji, potwierdzona przez obserwacje, na podstawie których można stwierdzić, że prawdziwe jest zdanie: „Smaragdy są zielone”. Tak potwierdzalne będą wszystkie teorie podobnie skonstruowane jak teoria T'. Według Mayo, teoria T' nie jest jednak faktycznie potwierdzona i paradoks został usunięty. Mayo argumentuje następująco: na podstawie założenia eliminacji wszystkich możliwych źródeł błędu można utrzymywać, że rzeczywista trajektoria komety nie mogła by być zgodna z obliczalną na podstawie teorii Newtona, gdyby teoria ta nie była prawdziwa. Za prawdziwością teorii T' nie można w ten sposób argumentować, ponieważ prawdopodobieństwo, że tor ruchu komety

będzie odpowiadał przewidywaniom Newtona, pozostanie niezmiennione, jeśli np. pewne szmaragdy byłyby niebieskie; wtedy zaś teoria T' byłaby fałszywa. Teoria T' nie może być przez ów wątpliwy eksperyment potwierdzona, ponieważ nie zostały przebadane różne możliwości, które mogłyby falsyfikować zdanie: „Smaragdy są zielone”. Obserwacje komety stanowią mocny test sprawdzający dla teorii T , ale nie dla T' .

Za pomocą podobnego rozumowania Mayo przeprowadza rewizję teoretycznych rozważań prowadzących do wniosków przekraczających granicę eksperymentalnych badań. Konkretnie chodzi o rewizję przewidywań A. Einsteina dotyczącą zachowania się wiązki światła w polu grawitacyjnym, którą przeprowadził A. Eddington. Eddington wykorzystał zaćmienie Słońca do sprawdzania względnej pozycji gwiazd, kiedy ich światło w drodze ku Ziemi przebiegało w pobliżu Słońca, i porównywał je z pozycjami, które można było ustalać wtedy, gdy gwiazdy znajdowały się w znacznej odległości od Słońca. Różnice były widoczne. Szczegółowa analiza eksperymentu, nazwanego też eksperymentem „zaćmienia Słońca”, doprowadziła Mayo do wniosku, że einsteinowskie prawo grawitacji, które daje się wyprowadzić z ogólnej teorii względności, jest potwierdzane przez eksperyment, natomiast ogólna teoria względności takiego potwierdzenia nie uzyskuje. Za wnioskiem tym Mayo argumentuje w następujący sposób: jeśli przyjąć, że wyniki eksperymentu zaćmienia Słońca wzmacniają ogólną teorię względności, to konieczne jest wykazanie, że otrzymanie tych wyników byłoby w największym stopniu nieprawdopodobne, gdyby ogólna teoria względności była fałszywa. Musi więc istnieć możliwość wyeliminowania fałszywych związków między teorią a otrzymanymi wynikami. To zaś jest w tym przypadku niemożliwe, ponieważ istnieje klasa teorii próbujących opisać korelacje między czasem a przestrzenią i wszystkie przewidują istnienie prawa grawitacji Einsteina, a tym samym zjawisko związane z zaćmieniem Słońca. Gdyby więc prawdziwą była któraś z alternatywnych teorii w stosunku do einsteinowskiej, prognozowano by te same wyniki przy eksperymentie zaćmienia. W konsekwencji, wyniki te nie stanowią eksperymentalnego sprawdzianu dla ogólnej teorii względności, gdyż nie są w stanie rozstrzygnąć alternatywy zachodzącej między nią a innymi istniejącymi teoriami. Stwierdzenie, że eksperyment zaćmienia Słońca potwierdza ogólną teo-

rię względności wykracza poza eksperymentalne wyniki i nie jest więc uzasadnione.

Sytuacja się zmienia, gdy się bierze pod uwagę twierdzenie zakresowo ograniczone, tzn. wskazane prawo grawitacji, które jest już przez wyniki eksperymentu zaćmienia potwierdzane. Zanim jednak obserwacje te mogą być uznane za uzasadnienie tego prawa, muszą zostać wyeliminowane inne możliwe przyczyny prowadzące do tych samych rezultatów obserwacyjnych. Dopiero wtedy można stwierdzić, że obserwowane zmiany względnych pozycji gwiazd występują tylko wtedy, gdy einsteinowskie prawo grawitacji obowiązuje. Mayo pokazuje dalej szczegółowo, jak alternatywne sformułowania w stosunku do prawa Einsteina, na gruncie tego rodzaju rozumowań można odrzucić. Na przykład, klasyczną, newtonowską alternatywę, opierającą się na założeniu, że przyciąganie jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości fotonów i Słońca, i przewidującą, że fotony posiadają masę. Prawo grawitacji Einsteina zostało poddane na podstawie eksperymentu zaćmienia mocnej weryfikacji – negatywne wyniki doprowadziłyby nie tylko do jego odrzucenia, ale również do odrzucenia ogólnej teorii względności, gdyż falsyfikacja konsekwencji tej teorii, którą prawo stanowi, byłaby równocześnie falsyfikacją całej teorii.

Nowi eksperymentalniści, mówiąc ogólnie, szukają sposobów potwierdzenia prawdziwości poznania zdobywanego w nauce, a uwikłanego często w bardzo złożonych i kompleksowych teoriach. Prace badawcze Mayo harmonizują dobrze z tym dążeniem. Zgodnie z tym stanowiskiem, jak pokazano, eksperymentalne uogólnienia mogą uzyskiwać mocną weryfikację. Wzrost naukowego poznania (postęp naukowy) jest rozumiany przez przedstawicieli nowego eksperymentalizmu jako gromadzenie (akumulacja) i zwiększanie liczby tego rodzaju uogólnień (praw)²⁰.

3.3. POZYTYWNA FUNKCJA NIEUDANEGO EKSPERYMENTU

Eksperymentalne wyniki, według nowego eksperymentalizmu, potwierdzają wypowiedzi prawdziwe, bo przy fałszywości danej wypowiedzi pojawienie się określonych rezultatów eksperymentalnych byłoby w największym stopniu nieprawdopodobne. Poza tym

²⁰ Więcej o analizach i wnioskach, do których dochodzi Mayo, por. A. F. Chalmers, dz. cyt., 159-162.

Mayo akcentuje i analizuje pozytywną funkcję poznawczą nieudanego czy błędnie przeprowadzonego eksperymentu, stwierdzając, że eksperyment uczy „uczenia się z błędów”. Eksperyment pełni więc w tym ujęciu podwójną rolę. Służy do tego, aby wykryć błąd w twierdzeniu wcześniej akceptowanym, czyli służy do falsyfikacji twierdzenia, ale równocześnie ustala pewne dotychczas nieznanne zjawiska (rola pozytywna). Tę pozytywną rolę eksperymentów prowadzących do błędnych rezultatów ilustruje Mayo modyfikacją kuhnowskiego pojęcia „nauki normalnej”. Na pytanie, dlaczego astrologia nie została zaliczona do dyscyplin naukowych, Popper odpowiada: ponieważ jej stwierdzenia nie są falsyfikowalne. Kuhn natomiast uważa, że astrologia była i jest falsyfikowalna; w XVI i XVII wieku, kiedy astrologia była akceptowalna, astrologowie wypowiadali sprawdzalne przewidywania, z których wiele okazało się fałszywych. Dziś na gruncie teorii naukowych można również przewidywać i niektóre przewidywania okazują się fałszywe. Różnica między astrologią a teoriami naukowymi leży, według Kuhna, w tym, że nauka potrafi się z falsyfikacji „uczyć”, podczas gdy astrologia nie. W nauce istnieje tradycja „rozwiązywania zagadek”, tej zaś tradycji w astrologii brak. Nauka potrafi więcej, aniżeli tylko falsyfikować, potrafi również „przewycięzać falsyfikacje”, to znaczy zastępować zdania sfalsyfikowane innymi, poznawczo wartościowymi. W tej perspektywie można mówić o swoistej ironii w odniesieniu do Poppera, który ujmował swój wkład w naukę słowami: „uczymy się przez nasze błędy”. Jego metodologiczny program poniósł jednak klęskę dlatego, że poprzestawał na stwierdzaniu błędów, na falsyfikacji, a nie potrafił tego negatywnego aspektu naukowego postępowania uzupełnić pozytywnym, tzn. nie uczył, jak przewycięzać błędy – falsyfikacje.

Mayo opowiada się za kuhnowskim metodologicznym programem rozumienia i uprawiania nauki, stawiając znak równości między jego „nauką normalną” a nauką opartą na eksperymentach, wskazując przykładowo na dwa epizody z historii nauki, które ilustrują pozytywny wpływ wykrytych błędów na dalszy rozwój naukowego poznania. Przypomina najpierw powszechnie znane trudności, jakie się pojawiły w połowie XIX wieku przed teorią Newtona, opisującą tory obiegu planet wokół Słońca, na skutek zaobserwowanych anomalii orbity planety Uran. Pozytywną stroną problemu było, stwierdza Mayo, wykrycie przyczyn owych interpretacyjnych

trudności, które, jak wiadomo, doprowadziły do odkrycia nieznanej dotąd planety – Neptuna. Drugim przykładem są eksperymentalne prace Hertza nad promieniowaniem katodowym, które doprowadziły go do wniosku, że promienie te nie ulegają odchyleniu podczas działania na nie pola elektrycznego. Błędność tego wniosku na drodze eksperymentalnej wykazał – o czym była już mowa – Thomson, kiedy uwzględnił powstawanie zjawiska jonizacji gazu w rurze wyładowań, wywoływane przez fotony światła. Zjawisko to prowadziło do gromadzenia się jonów na elektrodach i do wytwarzania się małych pól elektrycznych. Przez zwiększenie ciśnienia gazu wewnątrz rury i ulepszenie budowy elektrod odkrył Thomson wpływ małych elektrycznych pól na promieniowanie katodowe, który uszedł uwadze Hertza. Thomson uzyskał ponadto nową wiedzę o zjawiskach jonizacji i tworzeniu się elektrycznych ładunków w przestrzeni. W połączeniu z prowadzonymi eksperymentami nad odchyleniami katodowymi, eksperymenty Thomsona wskazały na przeszkody, które trzeba usunąć, aby otrzymać spodziewany efekt – odchylenie promieniowania katodowego. Eksperymenty Thomsona były nie tylko korektą eksperymentów Hertza, ale okazały się ważne same w sobie. Tak wywoływane zjawisko jonizacji gazów stało się fundamentalne dla badania elektrycznie aktywnych cząstek w tzw. komorze Wilsona. Szczegółowa więc wiedza o zjawiskach pojawiających się przy budowie i działaniu określonej aparatury eksperymentalnej, sprawiła, stwierdza Mayo, że Thomson potrafił się uczyć z błędów poprzedników i swoich.

Poza modyfikacją kuhnowskiego pojęcia wiedzy normalnej, polegającej na rozszerzeniu jego zakresu na eksperymentalną praktykę, Mayo stwierdza ponadto, że możliwość odkrywania i usuwania błędów za pomocą eksperymentów już wystarczy do wywołania lub przynajmniej do zapoczątkowania naukowych rewolucji, tezy, która wyraźnie wykracza poza opisane przez Kuhna mechanizmy powstawania w nauce rewolucji. Dobrą argumentację za swoim twierdzeniem Mayo widzi w pewnej interpretacji ruchów Browna, które eksperymentalnie badał J. Perrin, pod koniec pierwszej dekady XX wieku. Eksperymenty te ustaliły ponad wszelką wątpliwość, że ruchy te są nieregularne. Te ustalenia, w łączności z danymi obserwacyjnymi, że zmiana rozkładu gęstości cząstek jest zależna od poziomu ich wysokości, doprowadziła Perrina do wniosku, że ruchy cząstek Browna są niezgodne z drugim prawem termodynamiki,

a równocześnie dokładnie odpowiadają przewidywaniom hipotetycznej teorii gazów. Podobnie, argumentuje Mayo dalej, eksperymentalne badania promieniowania ciał doskonale czarnych, promieniotwórczego rozpadu atomów i zjawisk fotoelektrycznych wymusiły rewolucyjne porzucenie klasycznej fizyki i położyły podwaliny, w pierwszych dziesięcioleciach XX wieku, pod nową teorię kwantów²¹.

3.4. OSIĄGNIĘCIA I PERSPEKTYWY NOWEGO EKSPERYMENTALIZMU

Nowy eksperymentalizm odrzuca w ten sposób pośrednio zarzut, że eksperymentalne wyniki, zależne (wymuszane) od teorii i paradygmatów, nie mogą stanowić prawomocnej instancji rozstrzygnięcia o prawdziwości empirycznych teorii. Uprawnoczenie tej funkcji „sędziowskiej” dla eksperymentu płynie z nieustannej krytycznej analizy praktyki eksperymentalnej i posługiwania się aparaturą badawczą (instrumentami), prowadzącej do eliminacji błędów, do rozważania kontrproblemów i do modyfikacji problemów. Empiryczne teorie naukowe mogą być dzięki eksperymentalnym badaniom modyfikowane czy zmieniane jedynie w tym zakresie, w jakim rezultaty eksperymentów są od tych teorii niezależne. O racjonalności rewolucji naukowych można mówić jedynie wtedy, kiedy są one wymuszane przez eksperymentalne wyniki. Perspektywa ujmowania nauki empirycznej, której wszystkie teorie i paradygmaty są zależne jedynie od spekulatywnych założeń, są niedorzeczne. Tego rodzaju nauka straciłaby kontakt z rzeczywistością, którą chce opisywać i wyjaśniać, zaś najbardziej charakterystycznym znamieniem tego kontaktu jest eksperyment.

Nowy eksperymentalizm pokazuje, jak eksperymentalne zjawiska i wyniki mogą być uzasadniane przez liczne i wielorakie strategie, np.: praktyczne interpretacje, stawianie i rozwiązywanie kontrproblemów, eliminację czy kontrolę błędów, itp., aby w ten sposób wykazywać ich autonomię, ich niezależną od poszczególnych czy kompleksowych teorii, egzystencję. Wnosi istotny wkład w ustalenie rozumienia pojęcia postępu w nauce, jako wzrostu (poszerzania się) eksperymentalnego poznania: *najlepsze teorie naukowe są te,*

²¹ O pozytywnej i negatywnej roli eksperymentu, o rozumieniu kuhnowskiej „nauki normalnej” jako nauki opartej na eksperymentach, o rozszerzeniu kuhnowskiego pojęcia „rewolucji naukowych”, por. A. F. Chalmers, dz. cyt., 162-163.

które przetrwały surowe eksperymentalne sprawdzenie, przy czym surowe eksperymentalne sprawdzenie pojmuje się, jako istnienie możliwości odrzucenia danego stwierdzenia, gdy ono jest fałszywe. Potrafi pokazać, jak eksperyment może stanowić kryterium dla porównywania różnych teorii oraz jak może wywoływać rewolucje w nauce. Staranna analiza elementów eksperymentalnego postępowania służy do sprawdzania teoretycznego rozumowania i daje podstawy dla rozstrzygnięcia między tym, co oparte na doświadczeniu, a tym, co trzeba nazwać spekulacjami.

Nowy eksperymentalizm chce sprowadzić filozofię nauki na drogę faktów i proponuje pożyteczną korektę niektórych jej, za bardzo teoretycznych, założeń. Nie daje jednak ostatecznej i całościowej odpowiedzi na pytanie dotyczące charakteru nauki. Eksperyment nie jest bowiem niezależny absolutnie od teorii. Niewątpliwie posiada on własną, sobie właściwą dynamikę rozwoju i przebiegu, ale podobnie, pewną, sobie właściwą dynamikę, posiadają również teorie. Przedstawiciele nowego eksperymentalizmu mają rację, kiedy twierdzą, że jest błędem dostrzeganie w każdym eksperymencie próby odpowiedzi na pytania, które pojawiają się na gruncie danej teorii, a nie docenianie w ogóle, czy w niedostatecznym stopniu, własnej (niezależnej od teorii) specyfiki eksperymentu. Na przykład, Galileusz nie sprawdzał żadnej teorii dotyczącej księżyców Jowisza, kiedy kierował swój teleskop w niebo. W podobny sposób odkryto, od tego czasu poczynając, wiele nieznanych zjawisk astronomicznych dzięki nowym przyrządom i technologiom. Z drugiej strony jest niezaprzeczalnym faktem to, że teorie w dużym stopniu i zakresie ukierunkowują eksperymentalną pracę i drogę do odkrycia nowych zjawisk. Progностyczne przewidywania ogólnej teorii względności Einsteina były, jak wiadomo, motywacją programu badań zaćmienia Słońca przez Eddingtona. Teoretyczny wkład Einsteina do kinetycznej teorii gazów skłonił Perrina do badań ruchów Browna w określonym zakresie. Na gruncie teoretycznych aspektów powstało pytanie, czy frekwencje polaryzujących zmian dielektrycznych ośrodków posiadają naturę magnetyczną, skłaniające Hertza do rozpoczęcia serii eksperymentalnych badań, uwieńczonych wytworzeniem fal radiowych. Podobnie rzecz się miała z odkryciem przez Aragosa jasnego miejsca w środku zaciemnionej szyby, jako eksperymentalnego rezultatu sprawdzanej fresnelowskiej falowej teorii światła.

Niezależnie od tego, czy i w jakim stopniu eksperyment jest przez jakąś teorię ukierunkowywany, czy też nie jest, przedstawiciele nowego eksperymentalizmu zajmują się oceną niezależności wiedzy eksperymentalnej od teorii. Bez wątplenia wkład Mayo dla takiej oceny wyników eksperymentalnych jest znaczny, zwłaszcza cenne są jej wskazówki dotyczące wykorzystania w tym zakresie poszczególnych technik eliminacji i różnego rodzaju statystyk błędów. Wprowadza ona pojęcie eksperymentu „tego samego typu”, któremu na podstawie wyrównanej kontroli poszczególnych eksperymentów, będących elementami całej pewnej ich populacji (eksperymentów tego samego rodzaju), można przypisać wysoki stopień prawdopodobieństwa wyników. Powstaje jednak pytanie, jak rozumieć, czy jak poprawnie skonstruować, pojęcie: „typ eksperymentu”? Eksperymenty, jak wiadomo, różnicują się na różne sposoby: ze względu na czas ich przeprowadzenia, na miejsce (różne laboratoria), na posługiwanie się różnymi narzędziami (instrumentami), itd. Ogólną odpowiedzią na postawione pytanie mógłby być postulat, aby przez „typ eksperymentu” rozumieć pewien zbiór eksperymentów, których istotne cechy są sobie podobne. Ustalanie zaś cech istotnych eksperymentu musi być dokonywane w odniesieniu do współczesnego stanu nauki z danej dziedziny; będą się więc one zmieniały ze zmianą, modyfikacją, czy doskonaleniem wiedzy. Na przykład: Galileusz przeprowadził serię eksperymentów, z których wyciągnął wniosek, że przyspieszenie, ze względu na grawitację, jest stałe. Zgódźmy się z tym, że był on również przekonany o tym, iż możliwość pojawienia się danych, które by przemawiały przeciw jego tezie, była mało prawdopodobna. Z dzisiejszego punktu widzenia wiemy, że przekonanie Galileusza, iż jego teza jest wysoce prawdopodobna, uległoby osłabieniu, gdyby swoje doświadczenia przeprowadził poniżej poziomu morza. Jeśli jednak przy tego rodzaju doświadczeniach zakłada się, jak to zrobił Galileusz, że tendencją do spadania ciężkich przedmiotów jest ich absolutną własnością, którą wszystkie przedmioty posiadają z tego tylko powodu, że są materialnymi obiektami, to nie jest łatwo dostrzegalne, że w tym przypadku istotna jest wysokość nad poziomem morza oraz że galileuszowe doświadczenia, mające stanowić wyrównaną kontrolę zjawiska przyspieszenia spadania ciał, nie były reprezentatywne. Ustalenia odnośnie do tego, co uważać za

„eksperymenty podobnych typów”, będzie więc zawsze zależne od pewnego teoretycznego kontekstu.

Teoretyczny kontekst, w którym eksperyment jest zawsze umiejscowiony, staje się decydujący przy twierdzeniu, że wyniki eksperymentu wykraczają poza specyficzne warunki, w których zostały uzyskane. Przykładowo jest to widoczne w argumentacji samej Mayo, kiedy stwierdza, że eksperymenty związane z zaćmieniem Słońca potwierdzają einsteinowskie prawo grawitacji. Przyjmując takie stanowisko, stwierdza się pośrednio, że wyniki eksperymentu zaćmienia są dokładnie w tym samym stopniu niezgodne z teorią Newtona czy Olivera Lodge, odwołujących się do mechanizmu związanego z eterem, jak i z każdą inną alternatywną teorią. Stad, w komentarzu do artykułu autorstwa: Dyson i Crommelin, Mayo pisze, że dlatego właśnie, jak się wydaje, jesteśmy zmuszeni, aż do znudzenia sięgać do einsteinowskiego prawa, jako jedyne wyjaśnienia²². Nie chodzi więc jedynie o to, aby pokazać, że do tego czasu i w tych warunkach akceptacja einsteinowskiej teorii grawitacji jest czymś rozsądnym, ale głównym celem argumentacji jest doprowadzenie do stwierdzenia: w rzeczywistości inne alternatywne teorie nie istnieją. Oczywiście, podkreśla Chalmers, Mayo nie potrafi i nie próbuje też, z absolutną pewnością wykluczyć istnienia, jakiegóż jeszcze innej, nie sformułowanej dotąd modyfikacji newtonowskiej teorii, czy teorii opartej na istnieniu eteru, które byłyby w stanie zadawalająco wyjaśnić wyniki eksperymentu zaćmienia. W tym kontekście jej opowiedzenie się za prawem grawitacji Einsteina, jak również za akceptacją innych naukowych praw i teorii, będzie oparte na popperowskiej wersji argumentacji, że one lepiej przetrwały dotychczasowe rygorystyczne próby ich falsyfikacji niż wszystkie inne ich konkurencyjne alternatywy. Jedyna różnica między Mayo a zwolennikami Poppera polega na tym, że potrafiła ona rozwinąć lepszą wersję rygorystycznego sprawdzania, wersję, w której teoretyczne rozważania odgrywają istotną rolę nie tylko w procesie falsyfikacji, ale również akceptacji twierdzenia, czy teorii.

Przedstawiciele nowego eksperymentalizmu wyrażają pogląd, że eksperymentatorzy dysponują odpowiednimi technikami, które umożliwiają dojście do wiarogodnego poznania eksperymen-

²² Por. D. Mayo, dz. cyt., 291.

talnego, przy czym jest to droga relatywnie niezależna od teorii, w ramach których pracują, którymi się kierują, czy posiłkują. W zakresie, w jakim prawdziwość tego stwierdzenia jest zapewniona, wydaje się, że metodologiczne wypaczenia falsyfikacjonizmu mogą być korygowane i równocześnie można zasadnie mówić o kumulatywnym aspekcie naukowego postępu, rozumianym jako wzrost (powiększanie się) godnego zaufania eksperymentalnego poznania. Jeśli jednak teoretycznym założeniom i elementom przypisać istotną rolę w przebiegu i uzyskiwaniu wyników eksperymentu, to trzeba się zgodzić z istnieniem pewnego zakresu błędów w eksperymentalnym poznaniu. Nowy eksperymentalizm nie potrafi w tym przypadku wskazać sposobów eliminacji teorii, czy teoretycznych konstrukcji z nauki (naukowego poznania). W kontekście tych rozważań może być jednak celowym zauważenie, że ważnym czynnikiem przy rozstrzygnięciu trafności newtonowskiej mechaniki w obszarze podróży międzyplanetarnych była masa, której nie uwzględnianie – przy danej szybkości – było w świetle teorii względności ważkim kontrargumentem w odniesieniu do teorii Newtona. Bez wątplenia, teorie mają w nauce swoje „własne życie”. Zasady mechaniki kwantowej szeroko wykorzystane w nauce, na przykład, do udoskonalenia mikroskopu elektronowego, czy do otrzymywania energii, są czymś znacznie więcej niż tylko uogólnieniem specyficznych eksperymentów. Nasuwają się więc pytania: jakiego rodzaju jest to „swoiste życie teorii” i jakie jest jego powiązanie z eksperymentem? Niektórzy przedstawiciele nowego eksperymentalizmu chcieliby przeprowadzić ostrą linię demarkacyjną między, z jednej strony dobrze ugruntowanym poznaniem eksperymentalnym, a z drugiej – między teoriami. Do ich grona można, jak się wydaje, zaliczyć Mayo, kiedy rozróżnia między ogólną teorią względności a teorią grawitacji, uzasadnioną eksperymentalnie przez Eddingtona. Inni nie próbują przeprowadzać tego rodzaju rozgraniczenia, uważając, że jedynie eksperymentalne prawa stwarzają możliwość do formułowania sprawdzalnych wypowiedzi o świecie. Teorie natomiast uznają za pewnego rodzaju struktury organizacyjno-heurystyczne, a nie za wypowiedzi o realnym świecie²³.

²³ O sukcesach i perspektywach nowego eksperymentalizmu por. A. F. Chalmers, dz. cyt., 164-167.

Wielu teoretyków nauki i metodologów zgadza się ze sformułowaniem, iż wartość jakiejś teorii przejawia się w tym, w jakim stopniu i zakresie wytrzymuje ona radykalnie ścisłe sprawdzenia. Istnieje jednak w nauce znaczna liczba teorii (twierdzeń), które bez wątpienia tego postulatu nie spełniają. W tych przypadkach można również ustalić znamienne zgodność między teorią a obserwacją, ale tylko wtedy, gdy nie spełnienie sformułowanego postulatu nie przemawia przeciw tym teoriom.

Normalną praktyką postępowania nauk empirycznych jest m.in. to, iż z teorii i różnorodnych, czasem nawet wątpliwych założeń, wyprowadza się jakiejś prognozy. Eksperymentalne potwierdzenie owych prognoz uważa się za ważne potwierdzenia teorii. Przyczyna negatywnego wyniku potwierdzenia przewidywań, czyli ich zaprzeczenie, może leżeć albo w obrębie samej teorii, albo w założeniach pomocniczych, albo i w teorii i założeniach pomocniczych równocześnie. Stąd nie każda falsyfikacja prognozy przemawia za odrzuceniem teorii. W konsekwencji może się wydawać, że sprawdzenie, w którym pojawiają się pewne niezgodne z doświadczeniem przewidywania, nie jest dostatecznie mocne (radykalne), jednak teoria taka może uzyskać istotne wzmocnienie przy innych potwierdzeniach. Ilustracją tego problemu, którym żywo interesował się N. Thomason²⁴, może być następujący przykład. Kopernikańska teoria przewiduje, że planeta Wenus ukazuje się w postaci faz, które w specyficzny sposób odpowiadają i korelują z fazami Księżyca. Na tej podstawie przyjęto założenie, że Wenus nie przepuszcza promieni świetlnych. Tak Kopernik, jak i Galileusz uważali to założenie za problem otwarty. Galileusz mógł za pomocą swego teleskopu potwierdzić pojawianie się faz planety Wenus zgodnie z przewidywaniami kopernikańskiej teorii. W połączeniu z założeniem, że Wenus nie przepuszcza promieni świetlnych, wynik obserwacji teleskopowych byłby mocnym potwierdzeniem teorii i założenia pomocniczego. Gdyby zaś faz planety Wenus nie można było zaobserwować, można by przyczyn tego stanu rzeczy szukać tak po stronie teorii, jak i po stronie założenia pomocniczego. Tęgo rodzaju po-

²⁴ Por. N. Thomason, *The power of ARCHED Hypotheses: Feyerabend's Galileo as a Closet Rationalist*, *British Journal of the Philosophy of Science* 45(1994), 255-264; Tenze, 1543 – *The Years That Copernicus Didn't Predict the Phases of Venus*, w: *1543 and All That*, red. A. Coronas, G. Freelan, Reidel, Dordrecht 1998.

stępowanie obserwacyjne nie stanowiłoby więc mocnego sprawdzenia kopernikańskiego systemu.

Z podobną i stosunkowo częstą sytuacją mamy do czynienia wtedy, gdy obserwacje, za pomocą których bada się daną teorię, są wieloznaczne. W tym przypadku może zgodność teoretycznych prognoz z przeprowadzonymi obserwacjami potwierdzać tak teorię, jak i interpretacje obserwacji, podczas gdy brak zgodności wskazuje jedynie na potrzebę wprowadzenia pewnych zmian czy modyfikacji. Przykładem może być użycie mikroskopu elektronowego do obserwacji dyslokacji (przesunięć) atomów w strukturach kryształów. Występowanie owych dyslokacji, czyli odstępstw od regularnego uporządkowania atomów w ciałach krystalicznych, było teoretycznie prognozowane w latach trzydziestych XIX wieku. Dyslokacje zapewniają kryształom ich charakterystyczną trwałość, rozciągłość i plastyczność. Gdyby w krystalicznych strukturach panował doskonały porządek (doskonała regularność), wtedy w siatce krystalicznej tworzyłyby się za duże napięcia sił, a te zniszczyłyby znaną trwałość i znane kształty ciał krystalicznych. Udoskonalony mikroskop elektroniczny pozwalał, dwadzieścia lat później, już obserwować siatkę krystaliczną i dyslokacje, ale jego doskonałość nie była jeszcze na tyle dobra (teoria wzajemnego oddziaływania elektronów a obserwowanych próbek krystalicznych była jeszcze niedoskonała), aby teoretyczne prognozy definitywnie zweryfikować. Dopiero w roku 1956 J. Menter²⁵ i P. B. Hirsch²⁶ skonstruowali mikroskop elektronowy na tyle doskonały, że można było za jego pomocą dobrze identyfikować dyslokacje. Pewne, zaproponowane przez nich, sposoby właściwej interpretacji kompleksu mikroelektronicznych zdjęć przypominają mocno techniki, które proponują przedstawiciele nowego eksperymentalizmu przy identyfikacji rezultatów eksperymentu. Tak zostały, na przykład, zaobserwowane i ustalone następstwa praktycznych ingerencji, jak uginanie się kryształów, co się zgadzało ze zdjęciami. Zdjęcia przedstawiały siatkę krystaliczną i zjawiska zachodzenia tak różnych fizykalnych procesów, jak promieniowania rentgenowskiego i uginania się elektronów. Zakres,

²⁵ J. Menter, *The Direct Study by Electron Microscopy of Crystal Lattices and Their Imperfections*, Proceedings of the Royal Society, A 236(1956), 119-135.

²⁶ P. B. Hirsch, R. W. Horne, M. J. Whelan, *Direct Observation of the Arrangements and Motions of Dislocations in Aluminium*, Philosophical Magazine 1(1956), 677-684.

w jakim zjawiska te były z sobą zgodne, prowadzi do wniosku, że w tym przypadku teoria i obserwacja wzajemnie się potwierdzają. Menter, na przykład, posłużył się teorią budowy mikroskopu Abbe'go do robienia zdjęć siatek krystalicznych. Istotną zgodność między przewidywaniem a otrzymanymi obrazami uznaje jako potwierdzenie zarówno swojej teorii, jak i interpretacji zdjęć, jako obrazu siatki krystalicznej. Również Hirsch wykorzystał swoje obserwacje, wskazujące na to, że dyslokacje rozkładają się zgodnie z przewidywaniami aktualnych teorii, do tego, aby je uznać za potwierdzenie zarówno teorii, jak i faktu, że zdjęcia są obrazem dyslokacji.

We wszystkich tych przypadkach zgodność teorii z przewidywaniami jest istotnym potwierdzeniem teorii. W przeciwnych przypadkach eksperymentalne sytuacje były w tym stopniu nieokreślone i nie zrozumiałe, że dopuszczały inne przyczyny niepowodzenia niż te, które bliskie były sprawdzanej teorii dyslokacji. Można oczekiwać, stwierdza Chalmers²⁷, że przykładowo opisane postępowanie jest normą eksperymentalnej nauki w ogóle. Metodologiczna charakterystyka mocnego sprawdzania postulowanego przez Mayo daje się stosować w podanych przykładach. Zasadniczym problemem jest pytanie, czy jest prawdopodobne, aby teoria fałszywa mogła uzyskać tego rodzaju mocne eksperymentalne potwierdzenie? W obydwu dyskutowanych przypadkach, teorii Kopernika i teorii dyslokacji, odpowiedź potwierdzająca jest nadzwyczaj nieprawdopodobna. Metodologiczny postulat przyszłości, płynący z przedstawionych rozważań, mógłby brzmieć: *wszystkie teorie dotyczące empirycznego świata powinny być potwierdzane przez spotkanie się teoretycznych prognoz z możliwie najszerszym zakresem mocnego eksperymentalnego sprawdzenia (mocnej obserwacji)*. Koncepcje przedstawicieli nowego eksperymentalizmu, zwłaszcza propozycje radykalnego sprawdzania Mayo, dobrze harmonizują z współczesną naukową praktyką²⁸.

²⁷ A. F. Chalmers, dz. cyt., 168-169.

²⁸ Do grupy przedstawicieli nowego eksperymentalizmu, oprócz uwzględnionych autorów, należą ponadto m.in.: A. Franklin, *The Neglect of Experiment*, Cambridge University Press, Cambridge 1986; Tenże, *Experiment, Right or Wrong*, Cambridge University Press, Cambridge 1990; P. Galison, *How Experiments Ends*, University of Chicago Press, Chicago 1987; Tenże, *Image and Logic: A Material Culture of Physics*, University of Chicago Press, Chicago 1997; D. Gooding, *Experiment and the Making of Meaning: Human Agency in Scientific Observation and Experiment*, Kluwer, Dordrecht 1990.

**DER NEUE EXPERIMENTALISMUS
UND DER WERT DER EXPERIMENTALEN BEGRUENDUNG
IN DEN EMPIRISCHEN WISSENSCHAFTEN**

Zusammenfassung

Der Aufsatz ist eine kurze Darstellung und Charakteristik der relativ noch jungen (90 Jahre des XX Jahrhunderts) Stroemung in der Methodologie, Wissenschaftstheorie – und Philosophie, die man „Neue Experimentalismus“ nennt. Es geht direct um die Frage: Was fuer einen Wert der Neue Experimentalismus, der experimentalen Begrueendung in der wissenschaftlichen Erkenntnis der realen Wissenschaften, zubilligt?

In dem ersten Teil des Aufsatzes wurde der bisherige (der „alte“) Experimentalismus dargestellt. Man hat vor allem kurz die Geschichte der experimentalen Methode zur Erinnerung gebracht, die Definitionen: des Experiments, des Gegenstandes, der Erscheinung (des Phaenomens), der Beobachtung gegeben und analysiert; man hat gezeigt, warum die Hauptthese der Experimentalisten: „Die Feststellung der Fakta geschieht auf Grund des Zeugnis der Sinne“, falsch ist.

In dem zweiten Teil hat man beschrieben auf welche Art und Weise die Vertreter des Neuen Experimentalismus versuchen diese Faktoren des experimentalen Geschehens abzusondern und zu charakterisieren, die den experimentalen Resultaten die Obiektivitaet zusichern; sie zeigen darauf, dass die Resultate nicht nur durch die psychologischen, geschichtlichen, soziologischen und oekonomischen Aspekte bedingt sind, sondern als reale Obiekte und Geschehen in der Natur existieren. Zu dieser Feststellung, der neuen Experimentalisten Meinung nach, kann die richtige massgebende Analyse des Experimentverlaufens und seiner Resultate wesentlich beitragen. In diesem Zusammenhang sieht man gut und richtig die wichtige Rolle und den grossen Wert der experimentalen Begrueendung in dem Umgangsleben im allgemeinen und in der Erkenntnis der Naturwissenschaften im einzelnen.