

Diana CISZEWSKA

Katedra Fizyki Teoretycznej, KUL

Marek SZYDŁOWSKI

Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych w Krakowie

Centrum Badań Układów Złożonych im. Marka Kaca, UJ

***PIĘKNO JAKO PRZYKŁAD
POZAEMPIRYCZNEGO KRYTERIUM WYBORU
TEORII NAUKOWEJ***

*Modłę się do Ciebie
Boże
o jeszcze piękniejsze równanie
takie, które by Ciebie
zupełnie
zastąpiło
które by wyjaśniło
świat
samym światem
a prawa przyrody
innymi prawami*

*„Modlitwa o unitarną teorię pola”
ks. prof. Michał Heller*

Istnieje powszechne przekonanie, że kryteriów estetycznych nie da się stosować do ścisłych teorii naukowych. Nie jest to prawdą. Piękno i nauka są ze sobą połączone, przenikają się wzajemnie i współpracują, dając dobre wyniki naukowe. „Historia nauki pokazuje, iż piękno nie tylko jest w nauce obecne, ale również stanowi ono istotną war-

tość, która w wielu przypadkach pozwala wybrać właściwy kierunek badań naukowych”¹. Wartości estetyczne są przedmiotem analiz aksjologii, czyli filozofii wartości. Aksjologia rozpatruje różnego rodzaju wartości: etyczne, estetyczne, religijne, poznawcze, czy ekonomiczne. „W grupie problemów estetycznych stawia się pytanie o to, czy w nauce natrafia się w ogóle na takie problemy. Aktualne są też pytania o związki między kategorią piękna i użyteczności, o to, jak rozumieć twierdzenie, że teoria jest piękna, a dowód, np. w matematyce — elegancki”².

Niniejsza praca stanowi próbę odpowiedzi na takie pytania. Jej celem będzie udowodnienie, że kategoria piękna ma wpływ na wybór teorii naukowej; ukazanie, jakimi kryteriami estetycznymi posługują się naukowcy przy dokonywaniu wyboru teorii naukowej; oraz wykazanie, że tworzenie dzieła sztuki charakteryzują te same procesy twórcze, co budowanie teorii naukowej.

Podczas trwania rewolucji naukowych uczeni często odżegnują się od estetycznych kryteriów wyboru teorii na rzecz czysto empirycznego ich potwierdzenia. Jednakże po zakończeniu danej rewolucji, doświadczają oni rozczarowania, ponieważ ze wszystkich doświadczalnie potwierdzonych teorii zostają wybrane te, które mają walory estetyczne. Ten sam kanon wyboru teorii, według kryteriów estetycznych, trwa aż do następnej rewolucji w nauce, kiedy sytuacja się powtarza. O takiej właśnie sytuacji pisze Paul Dirac:

Ważniejsze jest, aby równanie było piękne, niż aby pasowało do doświadczenia. [...] Wygląda na to, że każdy kto podchodzi do pracy z punktu widzenia uzyskania piękna w równaniach i dostatecznie głębokiego wniknięcia w problem, z pewnością jest na drodze rozwoju³.

Dopóki nie wgłębiamy się w istotę zagadnienia, wydaje się nam, że sztuka nie ma nic wspólnego ani matematyką, ani fizyką. Jest to jednakże pogląd głęboko naiwny. Te dwie dziedziny są ze sobą bar-

¹T. Pabjan, *Beauty as a Value in a Scientific Theory*, *Logos i Ethos*, 20 (2006), s. 66.

²Z. Hajduk, *Nauka a wartości. Aksjologia nauki*, Lublin 2008, s. 19.

³P. Dirac, *The Excellence of Einstein's Theory of Gravitation*, Oxford 1980, s. 44.

dzo związane i pracują wspólnie, aby osiągać coraz to lepsze rezultaty. Często również można spotkać się z zarzutem, że „piękne jest to, co się komu podoba”. Tymczasem jest inaczej. „Profesor Michał Heller postawił swego czasu tezę, iż Bóg jest matematyką, co znaczy, że wszystko jest matematyką. [...] To oznacza, że estetyka niekoniecznie musi być subiektywna, ponieważ matematyka nie jest subiektywna”⁴.

1. KONCEPCJA PIĘKNA W SZTUCE I NAUCE

1.1. ROZWÓJ KONCEPCJI PIĘKNA

Estetyka jest „nauką o poznaniu sztuki i jej wytworów; teorią twórczości artystycznej i wartości piękna przyrody”⁵. Termin „estetyka” pochodzi od greckiego słowa *áisthesis*, oznaczającego wrażenie zmysłowe, ale po raz pierwszy został użyty przez niemieckiego filozofa Alexandra Baumgartena w 1735 roku na oznaczenie odrębnej dyscypliny o poznaniu zmysłowym. Według niego nauka i sztuka współgrają ze sobą nie tylko po to, aby opisać zasady poznania zmysłowego, ale także osiągnąć ich doskonałość. Estetyka Baumgartena jest „modelowana na poznaniu artystycznym i ma na celu opis oraz upowszechnienie uniwersalnych (apriorycznych) praw pięknego poznania”⁶. Baumgarten jest uważany głównie za twórcę pojęcia „estetyka”; sama zaś dyscyplina była uprawiana już dużo wcześniej.

W zależności od przyjętej tradycji badawczej istnieje wiele podziałów estetyki. Warto jednakże zwrócić uwagę na podział na estetykę subiektywną i obiektywną, oraz na istniejące w ramach nich podgrupy, ważne dla omawianej tu treści. Estetyka subiektywna rozważa kwestię, czy i jak (bezpośrednio czy pośrednio), istnieją prawa poznania estetycznego. Istotnym rodzajem estetyki subiektywnej jest estetyka kontekstualistyczna, według której poznanie estetyczne jest zależne od kontekstu przyrodniczego albo kulturowego. Estetyka naturalistyczna jest przykładem zależności od kontekstu przyrodniczego. Jeżeli na-

⁴M. Berezowski, *Co wspólnego ze sztuką ma reaktor chemiczny?*, 2005, s. 33.

⁵H. Kiereś, *Estetyka*, Lublin 2000, s. 222.

⁶Tamże s. 224.

tomiast chodzi o rodzaje estetyki obiektywnej, to godną podkreślenia jest tzw. estetyka „z dołu”, która „opiera własne metody badawcze na idei bezpośredniego kontaktu z pięknem czy sztuką, i może przybierać postać estetyki scjentyistycznej, uprawianej metodami nauk przyrodniczych”⁷.

Termin „estetyczny” zawiera w sobie dwa znaczenia: oznacza poznanie zmysłowe i przedmiot tego poznania. Ta dychotomia stawia nam pytanie — jakie są warunki piękna? A. Baumgarten, R. Ingarden, czy W. Stróżewski mimo, iż byli świadomi trudności zbudowania ogólnej teorii wartości, mieli nadzieje, że jest ona możliwa. A zatem zadanie estetyki jako *scientia omnium possibilium* pojmowali oni jako „określanie ilościowych praw i prawidłowości jakim podlega”⁸ obiekt.

Piękno jest naczelnym pojęciem teorii estetycznej i dlatego warto przybliżyć krótko historię tego pojęcia. Zanim to jednak nastąpi, zastanówmy się nad etymologią słowa „piękno”. W języku polskim słowo „piękno” jest wyrazem dwuznacznym, ponieważ jest używane „dla oznaczenia konkretnej rzeczy pięknej i abstrakcyjnej cechy piękna”^{9,10}. Etymologicznie, polskie „piękno” nie jest utworzone ani z greckiego słowa „kalós”, ani łacińskiego „pulchrum”; w żadnym z języków europejskich nie są widoczne te pierwotne terminy. Od czasów Odrodzenia inny łaciński termin — „bellum” — zaczął wypierać termin „pulchrum”. To właśnie słowo „bellum” stało się źródłosłowem dla części języków europejskich, a w szczególności romańskich¹¹. Co się kryje po tym pojęciem? Jaka jest definicja piękna? *Powszechna encyklopedia filozofii* podaje następującą definicję: „analogicznie pojęta własność rzeczywistości ludzkich wytworów, w tym sztuki, a także ludzkiego postępowania, wyrażona w tradycji zachodniej pod postacią har-

⁷Tamże, s. 226.

⁸Tamże, s. 231.

⁹W. Tatarkiewicz, *Dzieje sześciu pojęć. Sztuka, piękno, forma, twórczość, odtwórczość, przeżycie estetyczne*, Warszawa 1982, s. 136.

¹⁰Dzieje się tak nie tylko w języku polskim — hiszpańskie słówko „belleza” czy francuskie „beau” również posiada dwa znaczenia. Odmiennie jest w języku angielskim, gdzie „beauty” oznacza abstrakcyjną cechę piękna, a „beautiful” jest atrybutem konkretnej pięknej rzeczy.

¹¹Po hiszpańsku — „belleza”; po włosku — „bello”; po francusku — „beau”; po angielsku — „beauty”.

monii, doskonałości lub blasku, które jako oglądane i dla oglądania budzą upodobanie”.

Na przestrzeni wieków termin piękno był różnie rozumiany i posiadał różnorakie cechy charakterystyczne. Wieloznaczność tego pojęcia sugeruje, że sama idea piękna zawiera w sobie zarówno stałe, jak i zmienne, elementy. „Pierwsze decydowałyby o tożsamości piękna, a drugie — o jego realizowaniu się w wielorakich konkretyzacjach. Historia problematyki piękna jest w gruncie rzeczy historią poszukiwań owych stałych”¹². Najdonioślejszą klasyczną teorią, próbującą ująć istotę piękna, była Wielka Teoria Piękna, zgodnie z którą „piękno polega na doborze proporcji i właściwym układzie części”¹³. Teoria ta miała zastosowanie do wszystkich dziedzin sztuki, w tym szczególnie architektury i muzyki. Wielka Teoria została zapoczątkowana przez pitagorejczyków, którzy uznawali liczbę jako główną zasadę bytu, która przejawia się jako harmonia Wszechświata, i przenika całą rzeczywistość w mikro i makroskali. Najdoskonalszym wyrazem harmonii była dla pitagorejczyków muzyka. Zaobserwowali oni, że „struny współdźwięczą harmonijnie, jeśli stosunek ich długości jest stosunkiem prostych liczb”¹⁴.

Kontynuatorem wielkiej teorii piękna był Platon, który w *Filebie* potraktował piękno jako zachowanie miary i proporcji, stwierdzając, że brzydota jest brakiem miary. Arystoteles przyjmował również Wielką Teorię i utrzymywał, że „piękno jest w wielkości i ładzie”, a głównymi rodzajami piękna są: ład, proporcja i określoność. Podobne poglądy mieli stoicy, którzy twierdzili, że: „piękno ciała jest proporcją członków w ich układzie wzajemnym i w stosunku do całości”. Święty Augustyn zgadzał się z nimi, głosząc: „Podoba się tylko piękno, w pięknie zaś — kształty, w kształtach — proporcje, a w proporcjach — liczby”¹⁵. Tym, który przekazał ideę Wielkiej Teorii myślicielom średniowiecznym, był Boecjusz. Wyznawał on, że „piękno jest współmiernością części i niczym więcej”¹⁶.

¹²W. Stróżewski, *O pięknie*, Kraków 2000, s. 107.

¹³W. Tatarkiewicz, *Dzieje sześciu pojęć*, dz. cyt., s. 140

¹⁴Tamże, s. 142.

¹⁵Tamże, s. 145.

¹⁶Tamże, s. 144.

Wielka Teoria Piękna, która identyfikowała piękno z proporcją, była najtrwalszą teorią w dziejach estetyki. Jej wpływ był tak mocny, że pierwsze próby zanegowania Wielkiej Teorii przez Plotyna (w *Enneadach*) polegały jedynie na dodaniu, że piękno polega nie tylko na proporcji i ładzie. Wielka Teoria była powszechnie akceptowana przez całą starożytność, średniowiecze i renesans. Jej kryzys nastąpił dopiero w XVIII wieku, gdy zagadnienie piękna znalazło alternatywne rozstrzygnięcia.

Do klasycznych teorii piękna zaliczamy przede wszystkim Wielką Teorię, ale także teorie zapoczątkowane przez św. Tomasza z Akwinu i Bazylego Wielkiego. Św. Tomasz uważał, że racją piękna jest forma. Podał nawet definicję piękna — zwaną definicją obiektywną — w której wymienia trzy warunki piękna:

- pełnia, czyli doskonałość rzeczy — pięknem jest to, co nie ma skazy;
- proporcja, czyli harmonia — współgranie wszystkich elementów;
- blask — to, co błyszczący, jest piękne.

Z kolei teoria zapoczątkowana przez Bazylego Wielkiego ma znamiona subiektywizmu. Określał on piękno jako „relację (proporcję) zachodzącą pomiędzy przedmiotem oglądanym, a podmiotem oglądającym, która sprawia, że w podmiocie pojawia się radość oglądania”¹⁷.

1.2. TEORIE ESTETYCZNE A NAUKOWE

W klasycznym podejściu do teorii sztuki można wyróżnić trzy główne teorie definiujące sztukę. Są nimi: imitacja (reprezentacja), ekspresja i forma. Kiedy rozważamy piękno w nauce, możemy również wyróżnić trzy podejścia, które odpowiadają tym w teorii sztuki. Są nimi: reprezentacja doskonałej idei naukowej — imitacja, sam proces tworzenia teorii naukowej — ekspresja, oraz fizyczne piękno równań naukowych — forma. W tym punkcie zostaną przedstawione wyżej

¹⁷P. Jaroszyński, *Piękno*, Lublin 2000, s. 200.

wymienione sposoby podejścia do tworzenia teorii naukowych w odniesieniu do teorii estetycznych.

„W imitacji jest cecha charakterystyczna dla wszystkich dzieł sztuki, która je definiuje i daje im wartość”¹⁸. Rozważmy dzieło sztuki jakim jest obraz. Przedstawione na obrazie obiekty, czy też przedmioty, reprezentują widzialne w rzeczywistości obiekty; innymi słowy, symbolizują one pewną grupę obiektów czy przedmiotów. Aby jednak widz mógł zrozumieć tą symbolikę, musi on najpierw rozpoznać podobieństwa. Imitacja, jako podejście w teorii sztuki, ma swoje korzenie u Platona. W jego jaskini wszystkie obiekty były reprezentowane przez doskonałe idee. Platon w „Państwie” (księga X) opisuje trzy poziomy tworzenia przedmiotu. Na początku istnieje tylko doskonała idea obiektu, następnie mamy materialny obiekt wytworzony przez rzemieślnika, a w końcu powstaje, za sprawą artysty, obraz przedstawiający ten obiekt. Ten trójstopniowy proces prowadzi od abstrakcyjnej idei, poprzez faktyczny przedmiot, aż do dzieła sztuki, które odzwierciedla tą pierwszą perfekcyjną ideę. Teoria imitacji obiektów jest nierozłącznie związana z doskonałością idei, które są przez ten obiekt reprezentowane.

Podobny trójstopniowy schemat może być utworzony przy procesie tworzenia teorii naukowych. Aby zilustrować ten punkt widzenia, rozważmy jedno z fundamentalnych oddziaływań — grawitację. Najpierw mamy doskonałą formę oddziaływania grawitacyjnego, która istnieje w świecie idei i która może być dziełem Stwórcy. Na kolejnym stopniu tej drabiny jest realny świat, który możemy tutaj nazwać przyrodą, gdzie można dostrzec przejawy tej doskonałej idei. W rozważanym przez nas przykładzie oddziaływania grawitacyjnego, ważne jest, aby zwrócić uwagę, że grawitacja jest zawsze obecna na Ziemi, nawet w przypadku, gdy nie istnieje żaden obserwator, który mógłby to oddziaływanie wykryć. Na ostatnim stopniu tej drabiny naukowcy tworzą teorie naukowe, które reprezentują świat fizyczny, tak samo jak artyści tworzą dzieła sztuki, które imitują świat wokół nich. Oczywiście, teorie naukowe przedstawiają tylko jeden z aspektów otaczającego świata, na

¹⁸A. Sheppard, *Aesthetics: An Introduction to the Philosophy of Art*, Oxford 1987, s. 5.

przykład tylko oddziaływanie grawitacyjne. To samo jednakże dzieje się z dziełami sztuki, które pokazują jedynie pewne wybrane aspekty rzeczywistości. Jak można zauważyć, „estetyczne wartości są złączone z naukową działalnością, ponieważ ta działalność ukazuje ludzki potencjał do bezpośredniego wykorzystania praw natury”¹⁹.

Teoria ekspresji jest drugim podejściem, jakie jest prezentowane w teorii sztuki. Ekspresja jest rozumiana następująco: artysta, w którym rozgrywają się jakieś emocje czy odczucia, używa dzieła sztuki jako środka, aby wyrazić swoje uczucia widowni²⁰. W tym podejściu artysta jest niejako za dziełem sztuki, ponieważ najważniejsze są tylko jego emocje. „W rozważaniach na temat ekspresji powinniśmy się koncentrować nie tylko na związku pomiędzy dziełem sztuki a twórcą, ale również pomiędzy dziełem a widownią”²¹. Nasuwa się w tym miejscu pytanie, czy publiczność przeżywa te same emocje, które kreator dzieła chciał wyrazić? Wachlarz odpowiedzi jest bardzo szeroki, jednakże nie chciałabym się tutaj wdawać w rozważania tego typu. Ważnym punktem tej teorii jest ukazanie, że emocje stanowią istotny element procesu tworzenia dzieła sztuki. Ten proces jest kilkuetapowy (schemat 1) i składa się z czterech części: obserwacji istniejącego obiektywnie świata, następnie abstrahowania i teoretycznej generalizacji obserwacji (ten etap wymaga pewnej dodatkowej wiedzy i studiów od osoby samego artysty). Trzecim etapem jest ekspresja teoretycznych rezultatów w formie konkretnej i materialnej reprezentacji tychże. Ostatnie stadium to praktyczne zastosowanie teoretycznych rezultatów do obiektywnie istniejącego świata; ten etap jest pozostawiony dla widowni²².

Według Erwina Marquit’a, prawie dokładnie te same etapy występują przy tworzeniu teorii naukowych (schemat 1) — z tym zastrzeżeniem, że dopuszczone są tylko trzy z czterech powyżej przedstawionych etapów dotyczących działalności artystycznej. Są nimi: obserwacja istniejącego obiektywnie świata, abstrahowanie i teoretyczna genera-

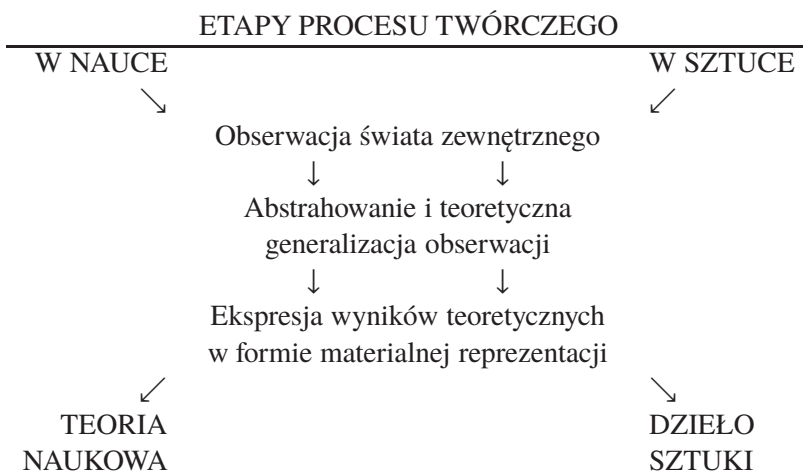
¹⁹E. Marquit, *Scientific Creativity as an Aesthetics Activity*, 1978, s. 25.

²⁰Używam tutaj słowa „publiczność” w szerokim znaczeniu tego słowa; może to być: słuchacz, widz, czy czytający.

²¹A. Sheppard, *Aesthetics: An Introduction to the Philosophy of Art*, dz. cyt., s. 19.

²²Patrz: E. Marquit, *Scientific Creativity as an Aesthetics Activity*, „Dialectics and Humanism” 4 (1978), s. 19–25.

lizacja, a także praktyczne zastosowanie teoretycznych rezultatów do obiektywnie istniejącego świata. Jak łatwo można zauważyć, Marquit akcentuje dwie główne różnice istniejące przy budowaniu teorii sztuki i teorii naukowych. Pierwszą jest brak jednego z etapów przy tworzeniu teorii naukowych — ekspresji teoretycznych rezultatów w formie materialnej reprezentacji. Według Marquit’a jest to wyróżnik artystycznej twórczości. Jednakże wydaje się, że Marquit zapomina w swoim rozumowaniu o jednej bardzo ważnej rzeczy; bo czymże jest teoria naukowa, jeśli nie ekspresją teoretycznych rezultatów w formie materialnej reprezentacji uczynioną przez jej autora, a w tym wypadku naukowca? Kolejną z różnic pomiędzy procesem komponowania teorii sztuki i naukowych jest osoba, czy też grupa osób, które dokonują praktycznego zastosowania rezultatów do istniejącego świata; w przypadku twórczości artystycznej jest to publiczność, natomiast w przypadku twórczości naukowej jest to pozostawione uczonym. Wyrażanie uznania dla dzieła, czy też ciągłe testowanie teorii, jest bardzo ważnym etapem twórczości. Jak można zauważyć, proces tworzenia, czy to teorii naukowej, czy to dzieła sztuki, choć wydają się tak różne, nie tylko niosą ze sobą wiele podobieństw, ale również wydają się być niemal identyczne.



Schemat 1: Porównanie procesu twórczego w nauce i sztuce

Trzecim podejściem w teorii sztuki, próbującym odpowiedzieć na pytanie, czym jest sztuka, jest forma. Formalizm skupia się na formalnych właściwościach dzieła sztuki, a nie na treści prezentowanej przez to dzieło. Forma jest złożonym związkiem pomiędzy częściami dzieła, które są unikalne i niepowtarzalne dla danego dzieła. Dla uznania statusu dzieła sztuki ważne jest tylko to, co jest wewnętrzną istotą tego dzieła; natomiast wszystko to, co odnosi się do realnego lub wymaganego świata zewnętrznego, jest nieistotne.

Własności formalne są pojęciem bardzo szerokim, i zależą od rodzaju sztuki. Dla sztuki wizualnej może to być równowaga, symetria, czy perspektywa. W muzyce natomiast, własności formalne pokrywają się z takimi własnościami jak: rytm, dobór klucza, rola poszczególnych instrumentów, czy też pauzy. Jednakże pomimo tej różnorodności, jaka się kryje pod pojęciem własności formalnych, istnieje jedna cecha wspólna dla wszystkich dziedzin sztuki — harmonia pomiędzy elementami. Może to być związek pomiędzy kształtami i kolorami na obrazie, albo pomiędzy doбором słów i wątkiem w sztuce. Jednakże, w każdym przypadku harmonijne uporządkowanie poszczególnych elementów jest tym, co się naprawdę liczy²³.

Takie same wnioski można wysnuć na temat twórczości w nauce. Formalna zgodność zapisanych wzorów jest nieodłączną cechą teorii naukowych. Tak samo zresztą jak harmonia, czy też uporządkowanie pomiędzy częściami danej teorii. Niemniej jednak nie możemy myśleć o estetycznych własnościach teorii naukowej jako tylko i wyłącznie pięknie symboli zapisanych na kartce papieru. Tak samo zresztą jak w sztuce, forma nie jest jedynym elementem determinującym, czym jest sztuka.

Można śmiało zaryzykować twierdzenie, że twórczość artystyczna, której produktem jest dzieło sztuki, a także twórczość naukowa (razem z teoriami naukowymi), wykazują wiele podobieństw i zgodności, jak choćby schematy, według których te dwie dziedziny się rozwijają. Mimo to, nie można powiedzieć, że sztuka jest równoznaczna z nauką. Interesująco komentuje ten związek fizyk i poeta Grzegorz Białkowski:

²³Zobacz: A. Sheppard, *Aesthetics: An Introduction to the Philosophy of Art*, dz. cyt., s. 39.

Oczywiście analogie i podobieństwa pomiędzy sztuką i nauką nie są równoważne zidentycznością tych dwóch dziedzin. Przykładem głębokich różnic istniejących tutaj sąodmienności w strukturze języka, a także wiele innych. Dla sztuki bardzo specyficznajest silna reakcja emocjonalna, podczas gdy w nauce zdarza się to tylko czasami iprzypadkowo. Sztuka koncentruje się zawsze na indywidualności; unikageneralizowania przypadków i poszukuje oryginalności, tego co jest nową, poprzednione znaną wersją świata. Prawda w sztuce jest niemożliwa bez łamania schematów,uogólnień, docierania do szczygółów, dokładnie odwrotnie niż to, czego potrzebuenauka²⁴.

1.3. POJĘCIE PIĘKNA W ODNIESIENIU DO TEORII NAUKOWYCH WEDŁUG J. MCALLISTERA²⁵

Jakiego rodzaju podmiotem jest piękno — własnością czy wartością? W platonizmie piękno było rozumiane jako wrodzona własność pewnych obiektów. W takim jednakże wypadku stwierdzenie, że obiekt jest piękny, stanowi tylko deskryptywne sprawozdanie, równorzędne z opisem np. kształtu obiektu. Natomiast McAllister uważa, że piękno jest wartością, ponieważ każda wypowiedź, że jakiś przedmiot jest piękny, zawiera w sobie również element oceny tego podmiotu. Jest jeszcze jedna wartość jaką możemy wziąć pod uwagę przy ocenie dzieła sztuki — jego wartość artystyczna. Ale istnieje zasadnicza różnica pomiędzy pięknem, a wartością artystyczna; dzieło sztuki może nie być piękne, ale mimo to może posiadać wartość artystyczna, mając np. wielką oryginalność, co samo w sobie nie potwierdza jeszcze jego piękna. To sugeruje, że podczas gdy ocena piękna jest oparta całkowicie na własnościach, które są dostrzegalne w obiekcie tylko podczas ewaluacji, osąd artystyczny może odnosić się do racjonalnych własności, które nie są ujawniane w obiekcie.

²⁴G. Białkowski, *Cognitive and Aesthetics Values in Artistic Work and Scientific Work*, s. 52.

²⁵James W. McAllister jest wykładowcą na Wydziale Filozofii Uniwersytetu w Lejdzie, Holandia. Jest prezesem Duńskiego Towarzystwa Filozofii Nauki i redaktorem czasopisma *International Studies in the Philosophy of Science*.

Pytanie, gdzie znajdują się estetyczne wartości — w obiektach naszej percepcji, czy też są one projektowane przez obserwujących je naukowców — sugeruje rozdzwięk pomiędzy dwoma światopoglądami, szczególnie zauważalnymi w estetyce. Pierwszą doktryną jest obiektywizm, który twierdzi, że wartości znajdują się w świecie, i że możliwe jest ich doświadczenie przez obserwatorów. Alternatywną doktryną jest projektywizm, który stwierdza, że wartości nie mogą być znalezione w świecie, ale zamiast tego są tworzone przez obserwatorów — jako refleksja nad ich reakcjami na obiekty, takimi jak osądy lub emocje.

Wielu współczesnych naukowców stoi na stanowisku projektywizmu na temat estetycznych wartości. Wartości, do których odnosi się estetyczna afirmacja teorii naukowych, nie znajdują się w samych teoriach, ale są wnoszone do teorii przez poszczególnych naukowców, całe społeczności naukowców, czy obserwatorów nauki. Wkład tych własności uświadamia nam, że nie można w pełni opisać estetycznych wartości teorii naukowych bez odnoszenia się do wpływu własności teorii na naukowców, czy innych obserwatorów. Ponieważ istnieje niezliczona różnorodność estetycznych reakcji naukowców na daną teorię, można więc ją wyjaśnić przy pomocy obiektywizmu czy projektywizmu. Obiektywizm przywołuje wyjaśnienie tej różnorodności, wyłącznie jako efekt różnic w reakcjach naukowców na estetyczne wartości znajdujące się faktycznie w teoriach naukowych. Projektywizm utrzymuje, że estetyczne wartości są projektowane do teorii, w różnych ilościach i z różną intensywnością, przez różnych naukowców, czy całe społeczności naukowców. A zatem ilość, czy natężenie wartości estetycznej, którą niesie dana teoria dla różnych odbiorców, jest tym czynnikiem, który może się zmieniać.

Jak estetyczne uznanie obiektów, dokonane przez różnych obserwatorów, może wykazywać tak wielką różnorodność, kiedy każde z nich odnosi się do własności obiektów (w tym przypadku teorii naukowych), które są prawdopodobnie niezależne od tożsamości obserwatorów? Aby wyjaśnić tę różnorodność estetycznych reakcji naukowców na te teorie, musimy rozważyć, w jaki sposób naukowiec jest prowokowany do tworzenia piękna danej teorii. Naukowcy wydają este-

tyczne osądy o teoriach w odpowiedzi na własności, które dostrzegają oni w tych teoriach. Pod wpływem dostrzeżonych szczególnych własności konkretnej teorii, naukowiec ocenia ją jako piękną. Pozostaje pytanie, co zapewnia taką sytuację, że naukowiec wybiera pewne własności, które usprawiedliwiają to narzucenie piękna tej teorii? Wydaje się, że jest to związane z przywiązaniem poszczególnych naukowców lub społeczności naukowych do różnych kryteriów, na podstawie których wydają oni osądy estetyczne o teoriach, a co za tym idzie, decydują o wielkości albo natężeniu piękna, które oni sami będą narzucać tej teorii.

„Wartości estetyczne, takie jak piękno, nie istnieją w świecie, ale raczej są narzucane obiektom przez obserwatorów. Obiekt percepcji, taki jak teoria naukowa, może posiadać wśród swoich wewnętrznych własności takie, które wywołują estetyczny odzew u obserwatora, składając go na przykład do projekcji pojęcia piękna na obiekt”²⁶. Różnorodność estetycznych reakcji na teorie naukowe może być wyjaśniona tym, że różni naukowcy dysponują różnymi zestawami kryteriów estetycznych.

Naukowcy wprowadzają piękno do swoich teorii, ponieważ jest to konsekwencją ich własnych estetycznych kryteriów. Każdej własności teorii możemy przypisać korespondujące z nią kryterium estetyczne. Jeśli teoria posiada daną własność, to posiada wyższą wartość estetyczną, niż taka, która tej własności nie wykazuje — oczywiście zakładając równoważność pozostałych składników. Tak rozumiane kryterium estetyczne może być stosowane do oceny teorii i może mieć znaczenie przy wyborze teorii.

Możemy przyjąć, że istnieje tyle kryteriów estetycznych, ile jest własności teorii, będących ich estetycznymi odpowiednikami. Zbiór kryteriów estetycznych, do których odwołuje się naukowiec, możemy nazywać kanonem estetycznym²⁷, swoistym dla każdego naukowca lub społeczności naukowców, jeśli tylko pośród członków tej społeczności istnieje wystarczająca zgodność co do estetycznych kryteriów, które uznają oni za znaczące. Kanony estetyczne, analogicznie jak kryteria

²⁶J. McAllister, *Beauty and Revolution in Science*, Ithaca 1999, s. 34.

²⁷Por. tamże.

estetyczne, mogą być użyte do oceniania teorii i do dokonywania wyboru pomiędzy nimi.

Można przyjąć, że kryteria estetyczne, które tworzą kanon, posiadają zróżnicowane znaczenie. Innymi słowy, jeśli każde kryterium wiąże wartość estetyczną z określoną własnością teorii, wówczas może zaistnieć sytuacja, w której jedno kryterium może być ważniejsze niż inne kryterium w tym kanonie. W sytuacji wyboru pomiędzy dwiema teoriami, naukowiec wybierze tę teorię, która wykazuje własność, do której odnosi się kryterium ważniejsze. W konsekwencji, kanon wartości estetycznych zawiera w sobie wagę, z jaką rozważane są dane własności teorii.

Wygodnym uogólnionym sposobem przedstawienia kanonów estetycznych naukowca jest rozpatrzenie ich jako zbioru złożonego z dużej ilości, lub nawet nieskończonej liczby, pozycji; po jednej dla każdej własności teorii naukowej, dla której wartość estetyczna mogłaby być atrybutem. W przypadku dowolnego naukowca, przeważająca większość tych kryteriów ma wagę zerową, jako że naukowcy zazwyczaj przykładają wartości estetyczne jedynie do kilku możliwych do pomyślenia własności teorii i obojętnie podchodzą do wszystkich pozostałych. Zaletą takiego zobrazowania kanonów estetycznych jest to, że każda zmiana kanonu może być tylko reprezentowana jako zmiana wagi przypisywanej danemu kryterium na bardzo długiej, a nawet nieskończenie długiej liście²⁸.

1.4. W POSZUKIWANIU ISTOTY PIĘKNA W NAUKACH ŚCISŁYCH

Henri Poincaré²⁹ stwierdził, że „poznanie prawdy, piękna i harmonii świata”³⁰ jest nie tylko celem badania naukowego, ale także główną siłą rozwijającą naukę. A codzienne obcowanie naukowca z pięknem i harmonią jest najwyższą formą nagrody dla niego samego. Dlatego

²⁸Zob. tamże, s. 35.

²⁹Henri Poincaré (1854–1912) — francuski matematyk, astronom, fizyk i filozof nauki; profesor fizyki matematycznej na Sorbonie oraz członek Francuskiej Akademii Nauk.

³⁰I. Szumilewicz, *Poincaré*, Warszawa 1978, s. 74.

też kolejne pokolenia uczonych próbowaly dotrzeć do sedna sprawy i stwierdzić, na czym polega istota piękna.

Poincaré rozumiał harmonię świata jako odzwierciedlenie porządku świata w prawach naukowych. Prawo jest „najlepszym wyrazem harmonii; stanowi ono związek pomiędzy obecnym stanem świata i stanem, który po nim bezpośrednio następuje”³¹. Francuski uczoney wymagał od prawa naukowego, aby było ono: matematyzowalne, uniwersalne i wieczne. Matematyka pozwala dostrzec analogie pomiędzy zjawiskami; ujawnia „podobieństwa formy, które ujawniają się często pod odmienną treścią”³², a co za tym idzie odgrywa ważną rolę w formułowaniu praw i teorii naukowych, czyli — według Poincaré’go — poznawaniu harmonii świata. Dobrym przykładem ilustrującym matematyzację jest elektrodynamika Maxwella, gdzie po zastosowaniu nowego formalizmu matematycznego, ujawniono teoretyczne istnienie fal elektromagnetycznych, co zostało doświadczalnie potwierdzone dwadzieścia lat później przez H. Hertza. Przez uniwersalność praw naukowych Poincaré rozumiał ich niezależność od miejsca w przestrzeni. Natomiast wieczność praw jest „związana z niezmiennością praw w czasie”³³, która oznacza, że prawa nie mają ani początku czasowego, ani końca czasowego. Przedstawione tu cechy mają zapewniać teorii sukces.

Wrócimy jednakże do poszukiwań, czym są piękne teorie. Jeśli podążymy za myślą W. Heisenberg’a, to dostrzeżemy istotną definicję, przy pomocy której szuka on istoty piękna w teoriach. Piękno określa „jako właściwą zgodność części ze sobą wzajem i z całością”³⁴. Oznacza to, że jeśli poszczególne elementy teorii współgrają ze sobą i są jednocześnie częścią większej całości, to są uznawane za piękne. To właśnie ta matematyczna struktura, czy stosunek matematyczny, staje się źródłem piękna. Heisenberg prezentuje teorie Galileusza, Keplera i Newtona dla poparcia swojej tezy.

³¹Tamże, s. 77.

³²Tamże, s. 78.

³³Tamże, s. 79.

³⁴W. Heisenberg, *Ponad granicami*, Warszawa 1979, s. 268.

Galileusz dzięki swoim doświadczeniom z spadaniem różnych przedmiotów z określonej wysokości zaobserwował pewne prawidłowości, które możemy nazwać formami matematycznymi, i które odpowiadają empirycznie ustalonym faktom. Istotnym elementem rozważań Galileusza jest fakt, aby „rozpoznawać w zjawiskach piękno form matematycznych, musi się [...] idealizować fakty, czyli jak to z przyganą sformułował Arystoteles, wypaczać je”³⁵. Galileo Galilei mógł sobie pozwolić na to „wypaczenie faktów”, ponieważ miał empiryczne potwierdzenie swoich obserwacji. Dzięki temu otrzymał proste prawo matematyczne. Fakt, że obserwowane przez nas zjawiska wykazują powtarzalne związki, relacje, podobieństwa i analogie, był dla Galileusza powodem fascynacji światem.

Johannes Kepler, obserwując ruchy planet wokół Słońca, a następnie publikując swoje słynne trzy prawa, kierował się również bardzo głębokimi implikacjami estetycznymi. Wystarczy wspomnieć, że przyrównywał on obieg planet wokół Słońca do harmonijnego drgania orbit planetarnych, i mówił o ich współbrzmieniu. Jak pisze Heisenberg „Kepler był do głębi przejęty tym, że oto natrafił na pewien najzupełniej centralny związek, który nie został wymyślony przez ludzi, a który jemu właśnie dane było pierwszemu rozpoznać, związek najwyższej piękności”³⁶.

Gdy w siedemdziesiąt lat później Izaak Newton opublikował swoje *Principia*, a w nich prawa ruchu leżące u podstaw mechaniki klasycznej, to było to najwyższą formą estetycznej teorii tamtych czasów. Jeszcze przez następne dwa stulecia po odkryciu Newtona kolejne pokolenia naukowców opracowywały poszczególne zagadnienia stosując jego prawa.

Warto dodać, że Kepler nie tylko rozważał stworzone przez siebie prawa jako prawa estetyczne, ale również zastanawiał się nad ich statusem. Kepler w swojej „Harmonii świata” pisze tak:

Rozważny teraz pytanie, jak to możliwe, że dusza — która nie angażuje się wcześniej w myślenie pojęciowe, a zatem nie posiada uprzedniej znajomości harmoniczných związków — jest

³⁵Tamże, s. 274.

³⁶Tamże, s. 275.

zdolna do ich rozpoznawania w zewnętrznym świecie [...]. Odpowiem na to, że wszystkie czyste idee, lub archetypiczne wzory harmonii, o jakich tu mówimy, z natury istnieją w tych, którzy są zdolni je uchwycić. Niepojawiają się po raz pierwszy w umyśle wskutek procesu pojęciowego, lecz są raczej wytworem intuicji i mają charakter wrodzony³⁷.

A zatem teorie naukowe są jakby imitacjami rzeczywistości, stworzonymi przez naukowca; tak samo jak obraz przedstawiający krzesło jest imitacją lub inaczej reprezentacją krzesła istniejącego w rzeczywistości.

Podobną do Keplera myśl prezentuje żyjący na początku XX wieku Wolfgang Pauli: „Most, wiodący od początkowo nieuporządkowanych danych doświadczalnych do idei, składa się z pierwotnych obrazów, preegzystujących w duszy. [...] Zachwyt, jaki czujemy w momencie uświadomienia sobie nowego elementu wiedzy, bierze się ze zgodności preegzystujących obrazów z zachowaniem rzeczy zewnętrznych.”³⁸

Jednakże należy pamiętać, że istnieją bardzo konkretne wymogi dotyczące procedur badań naukowych, a w szczególności — gdy chodzi o nauki przyrodnicze. Jeżeli nawet naukowiec nabędzie mniemania o słuszności jakiejś teorii, w wyniku istniejących w jego duszy praobrazów, to „jednak rozstrzygającym warunkiem zdatności wszelkiej teorii naukowej jest, by wytrzymała ona próbę empirycznego sprawdzenia i racjonalnej analizy”³⁹. Teoria ma za zadanie nie tylko wyjaśnić, ale również przewidzieć. A prawa Keplera, czy system Newtona sprawdziły się doskonale przy tłumaczeniu doświadczeń.

Dochodzimy przez to do bardzo ważnego pytania: jak należy postępować w przypadku teorii spełniającej warunki estetyczne, ale sprzecznej z faktami? Czy możemy kierować się tylko naszymi wrażeniami estetycznymi przy wyborze teorii? Heraman Weyl podpowiada nam, że „w pracy zawsze starałem się łączyć piękno i prawdę, ale gdy mu-

³⁷S. Chandrasekhar, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, Warszawa 1999, s. 106.

³⁸Tamże, s. 106.

³⁹W. Heisenberg, *Ponad granicami*, dz. cyt., s. 283.

siałem wybierać, zazwyczaj wybierałem piękno”⁴⁰. Przykładami ilustrującymi postawę Weyl’a, że piękno, czyli kryterium estetyczne, jest pomocne w wyborze teorii naukowych jest jego opis grawitacji jako teorii z cechowaniem, a także dwuskładnikowe, relatywistyczne równanie falowe neutrina. Pierwszej z tych teorii Weyl nie chciał jej odrzucić właśnie ze względu na jej własności estetyczne; dopiero po wielu latach okazało się, że w skład elektrodynamiki kwantowej mogą wejść również przekształcenia zawierające cechowanie. W przypadku równania falowego neutrina, dopiero po trzydziestu latach od jego sformułowania okazało się, że nie jest ono sprzeczne z zasadą zachowania parzystości. Z czasem okazało się jednak, że Weyl miał rację; „teoria stworzona przez uczonego o wyjątkowo rozwiniętej wrażliwości estetycznej może się okazać prawdziwa, nawet jeśli początkowo na to się nie zapowiada”⁴¹.

2. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH KRYTERIÓW ESTETYCZNYCH

Na podstawie dotychczasowych rozważań można stwierdzić, że pojęcie piękna stało się bodźcem do przeprowadzania badań naukowych, które w konsekwencji mogą prowadzić do rewolucji w nauce. Uzupełnieniem cytowanych wcześniej słów Władysława Stróżewskiego, że historia problematyki piękna jest historią poszukiwań stałych elementów piękna, odpowiedzialnych za jego tożsamość, jest tzw. *moment konieczności* — „wszystko, co w dziele ukonstytuowane jest jako piękne, jest takie, jakie musi być”⁴².

Z racji istnienia wielu estetycznych kryteriów wyboru teorii naukowych, których zakresy najczęściej nie są dobrze dookreślone, a definicje często nieprecyzyjne, obecnie podejmiemy problem opisanie cech charakterystycznych dwóch kryteriów z tej szerokiej gamy — kryterium symetrii i prostoty.

⁴⁰S. Chandrasekhar, *Prawda i piękno. Estetyka i motywacja w nauce*, dz. cyt., s. 105.

⁴¹Tamże, s. 105.

⁴²W. Stróżewski, *O pięknie*, Kraków 2000, s. 108.

2.1. SYMETRIA JAKO WALOR ESTETYCZNY TEORII NAUKOWEJ

Według *Concise Oxford Dictionary*, symetria jest zdefiniowana jako „piękno będące wynikiem właściwej proporcji pomiędzy częściami a całością, jako równowaga, podobieństwo, harmonia i zgodność”⁴³. W fizyce występuje wiele skomplikowanych zagadnień, dotyczących piękna i prostoty, i to właśnie symetrie — w prawach fizycznych i teoriach — są głównie za nie odpowiedzialne. Symetrie odgrywają bardzo istotną rolę w fizyce, a ich znaczenie zdaje się wzrastać w miarę rozwoju współczesnej nauki. Celem podjętych tu rozważań jest przedstawienie, dlaczego istnienie symetrii prowadzi do różnych aspektów fizycznej prostoty w klasycznej i nieklasycznej fizyce. Zgłębienie problemu symetrii pomaga zjednoczyć fizykę przez podkreślanie podobieństw pomiędzy różnymi jej działami.

„Symetria, czy się ją określi w sposób mniej lub bardziej szeroki, jest ideą, za pomocą której człowiek starał się przez wszystkie czasy ogarniać myślą i tworzyć porządek, piękno, doskonałość”⁴⁴. Należy jednakże odpowiedzieć na pytanie, jak symetria, coś, co powszechnie łączymy tylko z kształtem obiektów, jest połączone z teoriami naukowymi? Jak twierdzi Leon M. Lederman, laureat Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki, „fundamentalne założenia symetrii dyktują podstawowe prawa fizyki, kontrolują strukturę materii i definiują podstawowe oddziaływania w przyrodzie”⁴⁵. Symetrie w fizyce pojawiają się pod wieloma postaciami, i tak na przykład w krytalografii są związane ze strukturą i kształtem. Jednakże, symetrie w teoriach naukowych nie są żadną formą symetrii wizualnej; są abstrakcyjne, a zatem kształt nie ma żadnego znaczenia.

Słowo „symetria” pochodzi od greckiego słowa *symmetros*, które składa się z dwóch członów: *syn*, co oznacza razem i *metros*, które jest tłumaczone jako mierzenie. Dla pełniejszego obrazu, czym jest symetria, zbudujmy teraz jej definicję. Dowolny obiekt jest symetryczny, jeśli po dokonaniu jakiegokolwiek operacji, jego wygląd jest taki sam

⁴³J.P. Elliott, P.G. Dawber, *Symmetry in Physics. Vol. 1: Principles and Simple Applications*, Macmillan 1984, s. 1.

⁴⁴H. Weyl, *Symetria*, Warszawa 1997, s. 11.

⁴⁵Marvin Chester, *Physics as Symmetry*, Grudzień 2006.

jak przed dokonaniem tej operacji. Operacja jest tutaj rozumiana jako transformacja, czy przekształcenie, a niezmienny wygląd jest opisywany terminem niezmiennosc. A zatem można powiedzieć, że „struktura jest symetryczna względem danej transformacji, jeśli po dokonaniu transformacji struktura ta pozostaje niezmienniona”⁴⁶. W tym znaczeniu symetria jest rozumiana jako zgodność zmienności z niezmiennością. „Współczesna fizyka mówi, że konstrukcja świata opiera się na sprzeczności między idealnie symetrycznymi prawami teorii a naturą, która tej symetrii nie akceptuje, i łamie ją spontanicznie”⁴⁷. „Symetria sugeruje poczucie równowagi i proporcji, wzoru i regularności, harmonii i piękna, wreszcie czystości i doskonałości. Synonimy te niemal streszczają wszystkie nasze subiektywne reakcje na symetrię, w które obfituje Natura”⁴⁸.

2.2. PODZIAŁ SYMETRII

Symetrie mogą występować w bardzo szerokim wachlarzu obiektów; ich dostrzeżenie i późniejsza analiza zależy tylko od głębi naszych dociekań. Wyróżniamy cztery grupy obiektów podlegających symetrii⁴⁹. Najprostszymi przykładami są dwu- lub trój- wymiarowe figury geometryczne, tj. linia prosta, sześciokąt lub spirala.

Linia prosta wykazuje symetrię przesunięcia. Oznacza to, że jeśli przesuniemy linię prostą o pewien odcinek wzdłuż jej długości, to linia prosta pozostanie taka sama. Sześciokąt przejawia symetrię rotacyjną, ponieważ obracanie go o kąt 60° powoduje jego niezmiennosc. Helisa łączy w sobie dwa rodzaje symetrii — przesunięcie i rotację. Ma ona „symetrie wynikające z obracania o pewien kąt wokół własnej osi, i równoczesnego przesuwania o odpowiadający temu kątowi odcinek wzdłuż osi. Tak powiązane ruchy sprawiają, że helisa pozostaje niezmienna”⁵⁰.

⁴⁶H. Weyl, *Symetria*, Warszawa 1997, s. 24.

⁴⁷A. Białas, *Natura boi się próżni*, 2004, s. 103.

⁴⁸Ho-Kim Quang et al, *Zaproszenie do fizyki współczesnej*, Poznań 1995, s. 113.

⁴⁹Podział został oparty na: Quang Ho-Kim, Kumar Narendra, Lam Chi-Sing, *Zaproszenie do fizyki współczesnej*, dz. cyt.

⁵⁰S. Barr, *Współczesna fizyka a wiara w Boga*, Wrocław 2003, s. 104.

Drugą grupą obiektów, wykazujących symetrie, są geometryczne kształty ciał matematycznych. Przykładem takich ciał są: płatki śniegu, kryształki soli kuchennej, czy motyl z rozpostartymi skrzydłami, który wykazuje symetrię dwuboczną lub inaczej odbicie zwierciadlane.

Dotychczasowe rozważania skupiły się na geometrycznych obiektach podlegających symetrii. Teraz zaś zaprezentujemy nieco subtelniejsze formy symetrii — byty matematyczne. Równania algebraiczne n -tego stopnia są również symetryczne ze względu na grupę Galois⁵¹ tego równania. „Każdy jej element przekształca dowolne rozwiązanie danego równania w jedno z n rozwiązań tegoż równania”⁵². Natomiast równania różniczkowe, opisujące dynamicznie zmieniający się proces, są symetryczne ze względu na elementy grupy Liego, podobnie jak to było przedstawione powyżej.

Ostatnią grupą są obiekty matematyczne wyrażające prawa fizyczne. Własności symetrii, które są interesujące w naszych badaniach, to własności obiektów abstrakcyjnych zwanych teoriami naukowymi. O symetrii teorii naukowej możemy mówić tylko wtedy, gdy stosujemy transformacje do poszczególnych elementów teorii (mogą nimi być: koncepty, postulaty, argumenty, równania i inne elementy), i jednocześnie pozostawiamy niezmienną treść teorii. Aby sprawdzić, czy dana teoria jest symetryczna, należy zadać sobie pytanie, czy dany obiekt jest identyczny, pomimo dwóch różnych sposobów analizowania; jeśli tak, to jest on symetryczny. A zatem testem na symetryczność jest tożsamość pomimo zmiennych sposobów analizowania. W większości przypadków mówiąc o symetrii, mówimy raczej o przybliżeniu niż ideale, który po transformacji pozostawia teorię w przybliżeniu niezmienną. Symetryczne własności teorii różnią się od symetrycznych własności zjawisk. Te pierwsze przygotowują grunt pod wybór pomiędzy dwoma teoriami, które opisują to samo zjawisko; drugie natomiast tylko opisują zjawiska⁵³.

⁵¹Evariste Galois w 1832 był pierwszym, który zrozumiał relację pomiędzy algebraicznymi rozwiązaniami równania a strukturą grupy permutacji związaną z tym równaniem. Jego praca nie była opublikowana aż do 1846.

⁵²J. Mozzrymas, *Symetrie, chaos i fraktale*, Wrocław 2005, s. 4.

⁵³Zob. J. McAllister, *Beauty and Revolution in Science*, dz. cyt., s. 41.

Aby zilustrować ten punkt widzenia, przyjrzyjmy się dokładniej sferycznie symetrycznemu prawu Coulomba. Dla atomu swobodnego (z jednym elektronem) symetria jest większa, a dla atomu w związkach chemicznych lub w ciele stałym jest niższa, ponieważ podlega już tylko symetrii otoczenia.

Wszystkie przedmioty, a także zdarzenia, procesy oraz prawa nauki, znajdują się w przestrzeni i trwają w czasie. Z tego powodu chciałabym przeanalizować prawa nauki ze względu na tło czasoprzestrzenne. Z racji tego, że przestrzeń jest jednorodna, zauważalna jest symetria translacyjna — inwariancja translacyjna — która oznacza się „odpornością na zmiany, gdy przechodzimy z jednego [punktu w przestrzeni] do drugiego”⁵⁴. Jeżeli wykonujemy doświadczenie w jednym punkcie, a następnie wykonamy je w innym miejscu w przestrzeni, to wyniki obu doświadczeń będą jednakowe. Tego rodzaju symetria daje nam niesamowitą możliwość zrozumienia wszechświata, dlatego że możemy odkryć, jak wygląda galaktyka odległa od nas np. o pięć lat świetlnych.

Podobnie ma się sprawa z izotropowością przestrzeni. Symetria rotacyjna, zwana również inwariancją rotacyjną, charakteryzuje się tym, że we Wszechświecie żaden kierunek, ani orientacja [w przestrzeni] nie są wyróżnione w stosunku do pozostałych”⁵⁵. Zupełnie inne doświadczenia mamy na Ziemi, ponieważ patrząc w górę czy w dół widzimy co innego, analogicznie gdy patrzymy w lewo lub w prawo. „Prawa, które rządzą przeprowadzanymi przez nas eksperymentami, i wyjaśniają otrzymane rezultaty, są niezależne zarówno od tego, gdzie są one przeprowadzane — symetria translacyjna — ani od tego, jak są zorientowane w przestrzeni — symetria rotacyjna”⁵⁶ — tylko w przypadku, gdy wszystkie inne warunki wykonania doświadczenia pozostaną niezmiennione.

Z kolei, jeśli przyjrzymy się jednorodności czasu, to zauważymy, że prawa nauki są symetryczne względem translacji w czasie. Jeżeli przeprowadzimy pewne doświadczenie w konkretnym momencie w czasie,

⁵⁴M. Livio, *The Equation That Couldn't Be Solved. Einstein's Relativity, Symmetry and Space-Time*, New York 2005, s. 4.

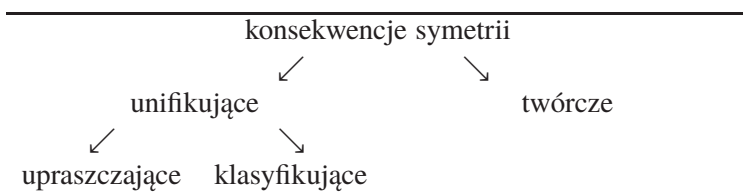
⁵⁵B. Green, *The Fabric of the Cosmos. Space, Time, and the Texture of Reality*, New York 2004, s. 225.

⁵⁶Tamże, s. 223.

a następnie powtórzmy je w innym, nasze wyniki będą takie same, niezależnie od tego, kiedy rozpoczęliśmy badania. To jest właśnie jedna z mocy symetrii. Warto tu jednak zauważyć, że prawa nie są symetryczne wobec pewnych wielkości; nie są one odwracalne w czasie. Gdy pewne zdarzenie ma miejsce, nie jest możliwe stwierdzenie, że to się nie wydarzyło.

2.3. KONSEKWENCJE SYMETRII

„Istnieją dwa [...] aspekty symetrii o dalekosiężnych konsekwencjach. To jej możliwości unifikujące i twórcze”⁵⁷. (Schemat 2) Możliwości unifikujące symetrii nie tylko upraszczają zagadnienia, ale także je klasyfikują.



Schemat 2: Konsekwencje symetrii

Trywialnym przykładem uproszczenia jakiegoś zagadnienia jest własność, że jakkolwiek symetria n -krotna (podążając za jej definicją) ułatwia pracę n razy. Przykładem bardziej skomplikowanych uproszczeń, dokonywanych za pomocą symetrii, jest przypadek atomu wodoru. W podstawowym równaniu mechaniki kwantowej — równaniu Schrödingera — funkcja falowa ψ zależy zarówno od promienia, jak i od kąta. W atomie wodoru symetria sferyczna potencjału coulombowskiego pomaga nam w rozwiązaniu równania; w równaniu Schrödingera dla tego zagadnienia możemy wyciągnąć przed nawias zależność kątową i wyznaczyć ją całkowicie bez konieczności rozwiązywania samego równania. Symetria sferyczna sama wyznacza dozwolone wartości momentu pędu $l = (0, 1, 2, \dots)$, i jego składowej m wzdłuż wybranego kierunku, w jednostkach $\hbar = h/2\pi$. A za-

⁵⁷Ho-Kim Quang et al, *Zaproszenie do fizyki współczesnej*, dz. cyt., s. 122.

tem możemy powiedzieć, że symetria dostarcza wskaźników zwanych liczbami kwantowymi, które całkowicie opisują kątowy aspekt stanu układu.

Prawo Coulomba, zgodnie z którym przyciągany jest elektron i proton w atomie wodoru, posiada, oprócz symetrii sferycznej, inny rodzaj symetrii — symetrię wynikającą z matematycznych własności istniejącej w tym prawie, zależności siły Coulomba od odwrotności kwadratu odległości. Symetrię tę dostrzegają właściwie prawie jedynie matematycy, ale jest ona bardzo istotna, i występuje również w Newtonowskim prawie grawitacji, gdzie siła grawitacji także zależy od odwrotności kwadratu odległości. W prawie grawitacji musimy pamiętać, że orbita krążącego np. wokół ziemi satelity jest zamknięta; gdyby nie była ona zależna od kwadratu odwrotności (tylko np. od sześcianu), to nie byłaby orbitą zamkniętą.

Kolejnym aspektem unifikującej mocy symetrii jest symetria jako kryterium klasyfikacji. Termin klasyfikacja oznacza dzielenie przedmiotów na poszczególne klasy. Aby móc tego dokonać, potrzeba kryterium, to znaczy zasady, według której porządkowanie jest dokonywane. Znakomitym przykładem istotnej roli symetrii w procedurach klasyfikacji jest podział krystalicznych ciał stałych. Kryształy są pewnego rodzaju uporządkowaniem atomów w przestrzeni, dlatego też posiadają wszelkie kombinacje nieciągłych symetrii obrotu, translacji i odbicia. Badania wykazały, że istnieje tylko 230 krystalograficznych grup przestrzennych, a zatem każdy z istniejących kryształów musi należeć do jednej z tych grup!

Symetria, jako kryterium klasyfikacji, występuje również w klasyfikacji silnie oddziaływających cząstek elementarnych⁵⁸. Jest to symetria permutacji (przetasowania) dzieląca cząstki na bozony (np. fotony, mezony) i fermiony (np. elektrony, protony, neutrony, neutrina). „Identyczne fermiony [...] wykluczają się nawzajem w ten sposób, że nie więcej niż jeden może zajmować ten sam stan. Jest to statystyka Fermiego. [...] W przeciwieństwie do tego dowolna liczba identycznych bozonów [...] może zajmować ten sam stan. Jest to statystyka

⁵⁸Więcej na ten temat pisze L. Okuń, *Słabe oddziaływanie cząstek elementarnych*, tłum. E. Kapuścik i E. Obryk, Warszawa 1966.

Bosego⁵⁹. Cząstki te posiadają wewnętrzny moment pędu zwany spinem. Jest on skwantowany w jednostkach $\hbar = h/2\pi$. Bozony mają spin całkowity, a fermiony spin połówkowy. „Związek między spinem i statystyką jest jednym z cudów zasad symetrii w fizyce. Fakt, że dwa elektrony (fermiony o spinie połówkowym) ze zgodnie skierowanymi spinami nie mogą jednocześnie zajmować tego samego punktu przestrzeni [...] jest odpowiedzialny za stabilność całej materii. [...] Natomiast skłonność fotonów (bozonów o spinie jeden) do gromadzenia się umożliwia dowolnej ich liczbie kondensację do danego stanu — kondensację Bosego⁶⁰. Interesującym przykładem klasyfikacji jest izotop helu ^3He (będący fermionem) i ^4He (będący bozonem), chociaż chemicznie jest to ten sam pierwiastek. Kończąc rozważania o porządkującej roli symetrii przypomnę, że „fizyka cząstek elementarnych obfituje w przykłady porządku dokonanego przez klasyfikacje ogrodu zoologicznego cząstek, opartą na pewnych, dość abstrakcyjnych i dobrze ukrytych symetriach, bez znajomości szczegółów, tkwiących u ich podstaw, praw⁶¹.

Nawiązując do cytowanej wcześniej wypowiedzi Ho-Kim Quang’a, na temat istnienia dwu aspektów symetrii o dalekosiężnych konsekwencjach, chciałabym omówić teraz aspekt twórczy (schemat 2), czy inaczej prognostyczny, symetrii. Prognozowanie jest to typ rozumowania, gdzie na podstawie praw, hipotez i zdań jednostkowych zostaje uznana pewna prognoza (projektandum), orzekającą o danym zjawisku, które nie pojawiło się jeszcze, a dopiero wystąpi w przyszłości⁶². W przypadku rozumowań z wykorzystaniem symetrii najbardziej znanym przykładem jest przewidzenie przez Gell-Manna w 1962 cząstki Ω^- . Istnienie tej cząstki zostało potwierdzone w 1964 na podstawie postulowanej symetrii. Był to wielki sukces symetrii w fizyce. Natomiast w matematyce przykładem prognostycznej roli symetrii są tzw. bryły platońskie. Symetria dopuszcza istnienie jedynie pięciu wielościanów foremnych wypukłych.

⁵⁹Ho-Kim Quang et al, *Zaproszenie do fizyki współczesnej*, dz. cyt., s. 120.

⁶⁰Tamże, s. 121.

⁶¹Tamże, s. 121.

⁶²Patrz np. H. Piersa, *Symetria i jej funkcje poznawcze w fizyce*, Lublin 1990, s. 196.

Aspekt twórczy symetrii ma szczególne zastosowanie w „takich sytuacjach, w których bez wykorzystania symetrii układu, odpowiednie rozumowania, albo nie mogą być przeprowadzone w ogóle, albo są tak skomplikowane, że praktycznie są również niewykonalne”⁶³. Taka sytuacja ma miejsce, gdy chcemy zunifikować wszystkie podstawowe oddziaływania w przyrodzie — elektromagnetyczne, jądrowe słabe i silne oraz grawitacyjne. W tym celu należy rozpoznać właściwie symetrię globalną i zastosować do niej cechowanie lokalne. Jest to wielkie pole do popisu prognostycznych konsekwencji symetrii.

Ograniczające konsekwencje symetrii, co może brzmieć zaskakująco, również rozszerzają możliwości badawcze naukowców. Ograniczające możliwości symetrii w fizyce, biorą się z praw zachowania — energii, pędu, momentu pędu i ładunku. Zdefiniujmy, co znaczy, że jakaś wielkość jest zachowana: „jeśli w danym układzie Galileusza jej całkowita wartość substratów $x + y$ jest taka sama, jak całkowita wartość dla produktów $z + w$ ”⁶⁴. Zachowanie energii jest rezultatem niezmienniczości (symetrii) względem przesunięcia w czasie; zachowanie pędu jest związane z symetrią względem przesunięcia w przestrzeni, ze względu na jednorodność przestrzeni; natomiast zachowanie momentu pędu wynika z niezmienniczości względem obrotu w przestrzeni, z powodu izotropii przestrzeni.

Rola zasad zachowania w poznaniu fizycznym jest bardzo ważna; w fizyce klasycznej upraszczają one rozwiązania zagadnień, a w fizyce kwantowej i cząstek elementarnych wyjaśniają zjawiska, pomagają formułować prawa, a także przewidywać istnienie nowych cząstek⁶⁵. Aby poprzez przykład i zaprezentować możliwości ograniczające i zarazem możliwości przewidywania praw zachowania, przytoczę przykład promieniotwórczego rozpadu β . Zauważono, że neutron rozpada się na elektron, proton i nieznaną cząstkę. Stwierdzono to na podstawie bilansu energii i pędu przed i po reakcji. Przewidziano też, że cząstka musi być elektrycznie obojętna, gdyż ładunek elektryczny równania był

⁶³Tamże, s. 126.

⁶⁴Ho-Kim Quang et al, *Zaproszenie do fizyki współczesnej*, dz. cyt., s. 135.

⁶⁵Szerzej na ten temat pisze Henryk Piersa, *Symetrie ciągłe czasu i przestrzeni a zasady zachowania w fizyce*, „Roczniki Filozoficzne” XXXIII 3 (1985), s. 83–103.

zachowany (niezmienniczość względem cechowania). Z zasady zachowania pędu założono, że cząstka musi mieć spin połówkowy. I rzeczywiście tak właśnie jest! Jest to antyneutrino elektronowe, obecnie powszechnie znana cząstka elementarna.

Zasadniczym pytaniem, jakie sobie stawiamy szukając miejsca symetrii, jako waloru estetycznego w fizyce, jest pytanie o zachowanie fizycznych wielkości podczas transformacji. Opierając się na powyższych rozważaniach, dotyczących różnorodnych form transformacji i ich przykładów, można stwierdzić, że cała teoria symetrii może być rozpracowana w sposób bardzo ścisły i matematyczny. Warto też zauważyć, że językiem właściwym dla systematycznego badania symetrii jest teoria grup; teoria grup jest matematyczną generalizacją wizualnej symetrii. A zatem, powracając do słów Leon'a M. Lederman'a, gdy mówimy, że „założenia symetrii dyktują podstawowe prawa fizyki”, to znaczy to tyle, iż to teoria grup, a nie fizyczne kształty przedmiotów, decyduje o tych prawach.

W tym punkcie przedmiotem rozważań była symetria, która jako walor estetyczny występowała w różnorodnych teoriach naukowych. Na przykład symetria teorii Maxwella polega na stworzeniu podobnych postulatów na temat odrębnych parametrów fizycznych; odpowiednio natężenia i indukcji pola elektrycznego i magnetycznego. Teoria de Broglie'a wykazuje formę symetrii, gdzie jedną z własności tej teorii jest to, że jeśli teoria wykazuje własności wiążące jedną istotę z drugą, to również ma cechę odwrotną wiązania drugiej z pierwszą. Formą symetrii najbardziej cenioną przez Einsteina jest ta, w której teoria oferuje w tej samej formie wyjaśnienia dla zjawisk, które z punktu widzenia fizyki uważamy za równorzędne. Symetria ta nie jest identyczna ani z formą, jaką wykazują równania Maxwella, ani z formą prezentowaną przez teorię de Broglie⁶⁶. Formy symetrii wykazywane przez teorie powinny być zaliczane do ich własności estetycznych. Fizycy często rozważają symetrie jako podstawę do tego, by uważać daną teorię za piękną. Jak pisze fizyk Anthony Zee: „Jeśli przedstawiś fizykowi dwie teorie, to ta, która wykazuje więcej symetrii, będzie przez niego uwa-

⁶⁶Zobacz: J. McAllister, *Beauty and Revolution in Science*, dz. cyt., s. 44.

żana za piękniejszą”⁶⁷. A zatem możemy powiedzieć, że trafność teorii jest tym większa, im większa jest jej symetria.

Podsumowując całość dokonanych w tym punkcie analiz i badań, powołamy się na słowa Henryka Piersy:

Zaletą rozumowań z wykorzystaniem symetrii jest prostota i elegancja. Cechy te decydują o tym, że obecnie metody teorio-grupowe są stosowane coraz częściej w różnych teoriach fizycznych oraz chemii kwantowej. [...] Rezultaty odpowiednich rozumowań wykorzystujących twierdzenia lub metody teorio-grupowe wymagają niewiele informacji o rozpatrywanym układzie fizycznym. Mimo to, uzyskane twierdzenia odznaczają się zarówno ogólnością, jak i ścisłością. Jest to niewątpliwą zaletą omawianych rozumowań⁶⁸.

2.4. PROSTOTA JAKO ESTETYCZNE KRYTERIUM WYBORU TEORII NAUKOWEJ

Istnieje cały szereg kontekstów, w których jest używane pojęcie prostoty. „Kopernik i Newton, Poincaré i Einstein, Carnap i Popper — wszyscy ci badacze wypowiadali sądy odwołujące się do pojęcia prostoty. W ich wypowiedziach chodziło czasem o prostotę przyrody, kiedy indziej znów o prostotę praw i teorii naukowych, czy też o prostotę zaangażowaną w określone zagadnienia metodologiczne”⁶⁹. Rozważania zawarte w niniejszym punkcie poświęcone będą prostocie jako kryterium wyboru teorii naukowych.

Jeśli można by wykazać, że przyroda jest prosta, to byłoby to uzasadnieniem wyboru prostych teorii. Nawet jeśli nie można tego wykazać, ciągle pozostaje wiele powodów, znacznie istotniejszych niż zwykła wygoda, w preferowaniu prostych teorii. Są sytuacje, w których jedynie odniesienie do kryterium prostoty pozwala podjąć decyzję. Innymi słowy, podczas gdy pozostałe kryteria muszą być koniecznie speł-

⁶⁷A. Zee, *Fearful Symmetry. The search for beauty in modern physics*, Macmillan Publishing Company 1986, s. 13.

⁶⁸H. Piersa, *Symetria i jej funkcje poznawcze w fizyce*, dz. cyt., s. 126–127.

⁶⁹W. Strawiański, *Prostota, redukcja, jedność nauki. Studium z zakresu filozofii nauki*, Warszawa 1991, s. 7–8.

nione, może wystąpić taki przypadek, że jedynie dodanie kryterium prostoty staje się wystarczające do dokonania wyboru.

Większość filozoficznych podejść do wyboru teorii mówi, że jeśli będą zaprezentowane dwie teorie, które są na jakimiś gruncie równie ważne, to naukowcy wybierają tę teorię, której założenia są pod jakimś względem łatwiejsze. Jako prawa natury fizycy wolą stosować stwierdzenia prostsze niż trudniejsze. Jednakże, nie ma zgody wśród naukowców na temat natury rozważań o prostocie, do której odwołują się naukowcy. Istnieją dwa główne podejścia. Po pierwsze, prostota założeń teorii jest uważana za zapowiedź empirycznego sukcesu teorii; rozważania o prostocie są empirycznym kryterium w wyborze teorii naukowej. Po drugie, prostota teorii jest nie związana z empirycznym doświadczeniem i sama w sobie dowodzi prawdy; jeśli prostota uwzględnia punkt widzenia obserwatora, to stopień prostoty będzie inny dla różnych obserwatorów. Niektórzy z tej grupy idą dalej twierdząc, że prostota teorii jest jej własnością estetyczną. Chciałabym pokrótce scharakteryzować oba te stanowiska.

Aby zilustrować pogląd, że własność prostoty jest związana z empirycznym potwierdzeniem teorii, należy zaprezentować trzy argumenty: prostota zjawisk, zdolność do przekazywania wiedzy i prawdopodobieństwo. Prostota zjawisk oznacza, że jeśli zjawiska są proste, to teorie je opisujące mają większe szanse, by być prawdziwe. Brakiem tego podejścia jest to, że jeśli uznajemy prostotę za właściwością relatywną, a nie absolutną, to stwierdzenie, że zjawisko jest proste, nie jest dobrze sformułowane. Należałoby raczej powiedzieć, że zjawisko jest proste w porównaniu do innych właściwości. Kolejną niedoskonałością tego podejścia jest to, że jedyną podstawą wiary, że dane zjawisko jest w jakimś sensie prostsze, są nasze teorie opisujące to zjawisko, a zatem nieuprawnioną rzeczą jest wiara, że zjawiska są prostsze tylko w oparciu o to, iż dana teoria jest empirycznie potwierdzona.

Argument o zdolności do przekazywania wiedzy, czyli informatywności teorii naukowej, możemy przedstawić w postaci wnioskowania. Przesłanka pierwsza mówi, że prostsza z dwóch teorii jest bardziej pouczająca. Przesłanka druga, że teoria bardziej pouczająca jest empi-

rycznie nadrzędna (ważniejsza). A zatem, na podstawie wnioskowania: prostsza teoria jest empirycznie nadrzędna (ważniejsza).

Argument prawdopodobieństwa opiera się na twierdzeniu, że z dwóch teorii, które doświadczalnie sprawdzają się równoważnie, teoria prostsza ma wyższe prawdopodobieństwo bycia prawdziwą. To podejście jest stanowiskiem jakie prezentował Thomas Bayes — prostsze teorie uzyskują takie same przewidywania jak bardziej skomplikowane, a jednocześnie otrzymując silniejsze poparcie ze strony dowolnego dowodu. Z tego punktu widzenia prostsze teorie są doświadczalnie lepsze niż te bardziej skomplikowane, w tym sensie, że bardziej zasługują na zaufanie.

Rozważania na temat prostoty jako zapowiedzi empirycznego sukcesu teorii wykazały, że uprawnione jest używanie stopnia prostoty jako empirycznego kryterium do wyboru teorii. Prostota sugeruje, że dana teoria znajdzie potwierdzenie doświadczalne.

Jednakże z punktu widzenia naszych rozważań zdecydowanie bardziej interesująca jest druga koncepcja, według której prostota jest estetycznym kryterium teorii, a zatem nie jest związana z empirycznym potwierdzeniem. Einstein zgadzał się ze słowami Yehuda Elkana, że przy wyborze teorii naukowej „prostota jest równoważna pięknu”⁷⁰. Ten pogląd znajduje uznanie, gdy zauważymy, że własność prostoty jest zdolna zwiększyć poczucie stosowności, które ustala nasze kryteria rozpoznania estetycznych własności teorii.

Ten punkt widzenia został rozwinięty przez Newtona-Smitha, które pisze: „Nie ma żadnego powodu, aby uważać, że względnie większy stopień prostoty jest wskaźnikiem większego prawdopodobienia teorii”⁷¹. Ten pogląd jest wspierany przez stwierdzenie, że prostota jest cechą zależną od obserwatora, a zatem ocena prostoty teorii nie może być miarą jej obiektywnej wartości, w tym stopniu jak potwierdzenie doświadczalne czy zbliżanie się do prawdy. Inaczej mówiąc, stopień

⁷⁰J. McAllister, *Beauty and Revolution in Science*, dz. cyt., s. 109.

⁷¹Tamże, s. 107. Angielski termin *verisimilitude* jest tłumaczony w polskiej literaturze przedmiotu jako „prawdopodobnienie”; użyty w tym cytacie oznacza zbliżanie się do prawdy, który wzrasta wraz ze wzrostem zawartości prawdziwej zdania i maleje wraz ze wzrostem zawartości fałszywej. Więcej na ten temat pisze: Z. Hajduk, *Nauka a wartości. Aksjologia nauki*, Lublin 2008.

prostoty jest oceniany przez obserwatora, a zatem jest całkowicie subiektywny; zatem to od obserwatora zależy, jak on sam podejdzie do danej teorii.

Jak wspomiano powyżej, prostota jest cechą zależną od obserwatora, czyli zależy od tego, co w danej chwili oznacza prostota teorii. Rom Harré uważa, że wyrażenie „prostota” bardzo często wyraża nic więcej ponad to, że teoria jest znana mówcy!⁷² Przykładem może tu być tu stanowisko klasycznych fizyków, dotyczące prostoty kinetycznej teorii gazów, ponieważ jest w niej zastosowana mechanika Newtona. Poziom znajomości danego konkretnego modelu w środowisku fizyków jest w sposób oczywisty zależny od obserwatora. Określenie tego, jak prosta jest teoria, jest w rzeczywistości określone stopniem znajomości modelu, na którym jest ona oparta⁷³. Rozważanie zagadnień prostoty teorii nie oznacza wcale, że wybieramy teorię bliższą prawdy.

Kiedy naukowcy rozpatrują teorie naukowe, to prostota tych teorii daje im przyjemność estetyczną. Pytaniem jest: czy, i w jakim stopniu, przyjemność estetyczna, płynąca z prostoty, jest kryterium wyboru tej teorii. Nie jest możliwe, aby sądzić o tym w sposób autorytatywny, ale jest możliwe, aby zaprezentować skłonność naukowców do takiego podejścia.

Steven Weinberg porównuje główne założenia teorii grawitacji Newtona i Einsteina:

Einsteinowska ogólna teoria względności jest scharakteryzowana przez zestaw równań różniczkowych drugiego rzędu; taka też jest newtonowska teoria grawitacji. Z tego punktu widzenia są one równie piękne. W rzeczywistości, teoria Newtona ma mniej równań, więc w tym sensie jest ładniejsza, ale einsteinowska OTW ma wyższy stopień nieuchronności. W teorii Einsteina nie ma sposobu abyśmy uniknęli prawa zależnego odwrotności kwadratu [...] dla dużych odległości i małych prędkości. [...] W teorii Newtona byłoby bardzo łatwe aby uzyskać dowolny rodzaj odwrotności potęgowej jak tylko sobie życzymy. A więc

⁷²Zobacz: R. Harré, *An Introduction to the Logic of the Sciences*, Macmillan, London 1983, s. 143.

⁷³Zobacz: M. Szydłowski, P. Tambor, *Prostota modelu kosmologicznego a złożoność Wszechświata*, praca w druku („Roczniki Filozoficzne”).

teoria Einsteina jest piękniejsza, gdyż ma większy sensściśłości i nieuchronności⁷⁴.

Jak zauważa Weinberg, każda z tych dwu teorii wykazuje szczególnie formę prostoty w stopniu wyższym niż jej konkurentka. Teoria Newtona wykazuje większą oszczędność równań, natomiast teoria Einsteina większą oszczędność w założeniach. W ten sposób Weinberg wykazuje jasno upodobanie do teorii, która wykazuje estetyczną własność prostoty. Naukowiec, który preferuje daną formę prostoty, będzie jednocześnie uważał za piękniejszą tę teorię, która ten rodzaj prostoty posiada. Jest to poparciem wniosku, że prostota jest estetycznym kryterium wyboru teorii naukowej.

2.5. FORMY PROSTOTY

Istnieją trzy kryteria prostoty używane przez naukowców: symptom empirycznej trafności, ocena kryterium względności obserwatora i kryterium estetyczne. Większość naukowców wspiera tylko jedno z tych kryteriów, negując pozostałe dwa; jest to oparte na przekonaniu, że w nauce istnieje tylko jedno kryterium prostoty. Jednakże filozofowie tacy jak Hans Reichenbach⁷⁵ uważają, że naukowcy używają obu kryteriów prostoty — empirycznego i estetycznego; postrzega on kryterium estetyczne jako narzędzie pomagające w wyborze wygodniejszej formy, jednej z dwóch logicznie równoważnych teorii. Donald Hillman uważa, że środowisko naukowców jest podzielone na dwie grupy — tych, którzy rozważają prostotę jako tylko i wyłącznie empiryczne kryterium, oraz tych, którzy uznają je za czysto estetyczne.

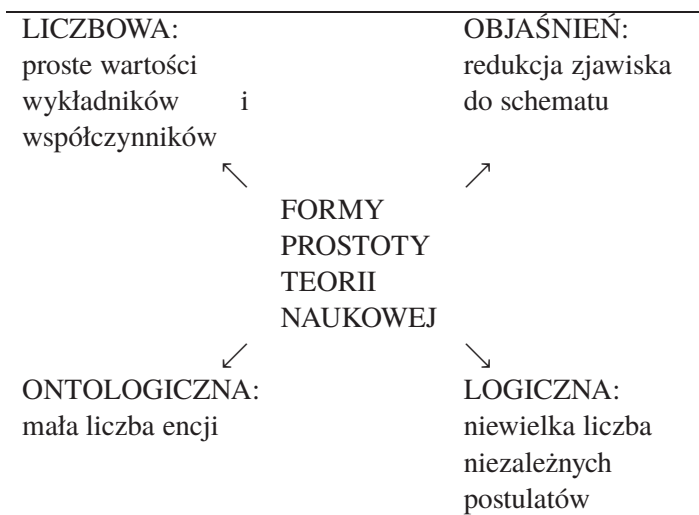
Jest prawdopodobne, że niektórzy naukowcy wybiorą prostszą teorię jako bardziej uzasadnioną, nawet jeśli obie teorie są równie zgodne z danymi doświadczalnymi. [...] Inni praktycy uważają, że kryterium prostoty nie jest żadną pomocą [dla naukowca]. W ich opinii, prostota zbytnio zależy od rozważań estetycznych i pragmatycznych, aby rzeczywiście poddać się analizie⁷⁶.

⁷⁴S. Weinberg, *Sen o teorii ostatecznej*, Poznań 1997, s. 112.

⁷⁵J. McAllister, *Beauty and Revolution in Science*, dz. cyt., s. 112.

⁷⁶D. Hillman, *The Measurement of Simplicity*, 1962, s. 225–226.

Przeciwny punkt widzenia ukazuje połączenie pomiędzy prostotą, jako symptomem empirycznej trafności, a kryterium estetycznym. Różne formy prostoty teorii fizycznej mogą być wyrażone w postaci: a) prostoty liczbowej — jaką postulował Dirac — której zaletą są proste wartości współczynników i wykładników; b) prostoty objaśnień — jakiej wymagali fizycy Newtonowscy — której atutem jest możliwość objaśniania tymi samymi prawami szerokiego zakresu zjawisk; c) prostoty ontologicznej — której domagał się Ernest Mach — której zaletą jest mała liczba encji; oraz d) prostoty logicznej — postulowanej przez Einsteina — której atutem jest niewielka ilość niezależnych postulatów. Są to formy prostoty. (Schemat 3)



Schemat 3: Formy prostoty teorii naukowej

Stopień danej formy prostoty nie jest skorelowany ze stopniem innej formy prostoty występującej w tej samej teorii; zatem dana teoria może być prostsza pod jednym względem i trudniejsza pod innym. Dany stopień prostoty teorii można osiągnąć mając równania, które zawierają tylko proste liczby; inny stopień prostoty może ona osiągnąć poprzez zredukowanie zakresu danego zjawiska do łatwego w wyjaśnieniu schematu; kolejny stopień prostoty może być osiągnięty przez postulowanie niewielkiej liczby materialnych encji; a jeszcze inny — poprzez oparcie

się na kilku zaledwie postulatach. Podsumowując, pełny opis prostoty teorii musi określić, w jakim stopniu każda z tych form prostoty jest reprezentowana w tej teorii.

Problem polega na określeniu liczby parametrów, które musimy ustalić w celu określenia prostoty w danej teorii. Najkrótszym sposobem określenia tej prostoty jest ustalenie dwóch parametrów — formy prostoty, jaką zyczymy sobie dostrzegać w teorii, i stopienia, w jakim ta forma prostoty ma się objawić⁷⁷. Forma prostoty i jej stopień są od siebie niezależne. Naukowcy w większości wypadków nie zajmują się tym, w jakim stopniu jedna wybrana teoria spełnia daną formę prostoty, ale raczej badają, która z teorii posiada tą formę prostoty w najwyższym stopniu. Podczas takiego wyboru naukowcy i tak muszą brać pod uwagę oba parametry: po pierwsze, jaką formę prostoty spełnia teoria; po drugie, w jakim stopniu to czyni. A zatem, kryterium stopnia prostoty leży, jawnie lub niejawnie, u podstaw wyboru teorii.

Współcześnie kwestia wyboru prostszej teorii występuje często w fizyce cząstek elementarnych. W wypadku, gdy podstawowe prawa i dane empiryczne są zgodne dla obu sytuacji, istnienia i nieistnienia konkretnej hipotetycznej cząstki, fizycy wolą teorie, które potwierdzają jej istnienie. Dirac wybrał teorię, która potwierdzała istnienie magnetycznego monopolu, mówiąc, że o ile jest to zgodne z podstawowymi zasadami fizyki i dostępnymi nam danymi, „można by się dziwić, że natura nie zrobiła z tego użytku”⁷⁸. Podobnie, niektórzy fizycy wolą teorie popierające istnienie tachionów, czyli cząstek poruszających się z prędkością większą niż światło!

3. WNIOSKI

Przedmiotem naszych rozważań były w tej pracy zagadnienia dotyczące zastosowania estetycznych kryteriów w odniesieniu do wyboru teorii naukowych. Celem pracy było wykazanie, że kategoria piękna ma wpływ na wybór teorii naukowej.

⁷⁷J. McAllister, *Beauty and Revolution in Science*, dz. cyt., s. 113.

⁷⁸H. Kragh, *Dirac: A Scientific Biography*, Cambridge 1990, s. 214.

Zostały przedstawione różne koncepcje piękna stosowane do oceny dzieł sztuki; zostało wykazane, że mają one zastosowanie w teoriach naukowych. Co więcej, pokazano, że zarówno artyści tworzący dzieła sztuki, jak i naukowcy tworzący teorie naukowe, przechodzą przez te same etapy procesu twórczego. Naukowcy, podobnie jak artyści, mają swoje kryteria i kanony piękna, które stosują, świadomie lub nieświadomie, do oceny piękna teorii fizycznych.

Dokonano szczegółowej analizy jedynie dwóch, z szerokiego wachlarza kryteriów estetycznych, kryterium symetrii i prostoty. Dalszym kierunkiem zapoczątkowanych tu badań będzie uwzględnienie wpływu innych pozaempirycznych kryteriów na wybór teorii fizycznej. Konsekwencją uwzględniania piękna jako ważnej własności teorii fizycznej jest większe prawdopodobieństwo empirycznego potwierdzenia wiarygodności tej teorii.

Na podstawie zebranego materiału i dokonanej analizy, można stwierdzić, że hipoteza naszej pracy jest słuszna — piękno jest wartościowym kryterium oceny teorii naukowej. Najdobitniej wyraził to prof. Andrzej Staruszkiewicz:

Nie wiesz, czy wzór napisany, wyprowadzony jest dobry? Zobacz, czy jest piękny, bo o najważniejszych wzorach i prawach można zawsze powiedzieć, że są piękne w swojej formie, symetrii, prostocie.

SUMMARY

BEAUTY AS AN EXAMPLE OF NONEMPIRICAL CRITERION OF THE SCIENTIFIC THEORY CHOICE

It is sometimes argued that beauty and science have nothing in common. This is not necessarily true. When speaking of beauty in science we are touching two branches of knowledge: aesthetics and physics. We show that they are connected, permeate each other and work together to give good scientific results. Scientific theories and aesthetics theories exhibit some similarities not only during the creation phase, but also during the application phase. We examine two aesthetic criteria, namely symmetry and simplicity, which are valuable tools in choosing the correct scientific theory.