

Helena Eilstein

prof. dr hab.

Popperazzi*

Słowa kluczowe: teoria strun, falsyfikacjonizm, metafizyka, fizyka, metodologia

I. Susskind, Smolin, Popper

1. Wyraz występujący w tytule niniejszego szkicu został ukuty i wprowadzony do dysputy o znaczeniu teorii strun dla fizyki współczesnej przez jednego z czołowych przedstawicieli tej teorii, Leonarda Susskinda (patrz L. Susskind, *The Cosmic Landscape [Krajobraz kosmiczny]*, 2005¹, niżej cyt. jako *CL*, s. 192). Autor, jak widać, tak zniecierpliwiony jest współczesnymi atakami wymierzonymi w teorię strun (a w szczególności w odwoływanie się jej przedstawicieli do słabej zasady antropicznej), że wymyślił epitet, za którego pomocą na pozór porównuje autorów tych ataków do osaczających swoje ofiary bezczelnych dziennikarzy. Ponieważ jednak w istocie rzeczy idzie tu o grę słów na podłożu nazwiska K.R. Poppera, ojca metodologii falsyfikacjonistycznej, za żart ten, „choćby i grubowaty”, nikt się nie powinien obrażać.

Falsyfikacja – pisze Susskind parę stronik dalej – to w mej opinii w przeciwieństwie do potwierdzenia „czerwony śledź”. Przez potwierdzenie mam na myśli bezpośrednie pozytywne świadectwo doświadczenia na rzecz odnośnej hipotezy, nie zaś brak negatywnego świadectwa (s. 195).

Idiomatyczne wyrażenie angielskie ‘*red herring*’ – ‘czerwony śledź’ – oznacza nierzeczywisty wręt do dysputy odciągający uwagę od jej rzeczywistego tematu.

Czym innym wszakże – replikuje Lee Smolin (patrz L. Smolin, *The Trouble with Physics; The Rise of String Theory, The Fall of a Science and What Comes Next [Nieszczęsny stan fizyki: powstanie teorii strun, upadek fizyki² i pytanie, co będzie dalej]*, 2006; niżej cyt. jako *TP*, s. 369) – jest akceptacja zwróconej przeciwko Popperowi krytyki polegającej na wskazywaniu, że fal-

* głównie Lee Smolin.

¹ Por. dane bibliograficzne na końcu artykułu.

² Dosłownie „upadek pewnej nauki”, ale idzie o fizykę.

syfikacja to tylko jeden element sposobu rozwijania się nauki, czym zaś innym jest obrona na gruncie naukowym teorii nieprowadzącej do jednoznacznych [*unique*] albo swoistych [*specific*] prognoz, w których światłe teoria ta mogłaby być albo sfalsyfikowana albo potwierdzona. Jeśli o to idzie, to z dumą stwierdzam, że jestem *Popperazzo*.

Ma on być owym *Popperazzo*, jak widać, o tyle, że kładzie nacisk na *szczególną rolę, którą w usprawiedliwianiu sądów o wiarygodności danej teorii odgrywa sprawdzanie generowanych na jej gruncie prognoz*. Co zaś do teorii strun, to przytoczony powyżej zarzut Smolina (i innych krytyków tej teorii, np. znakomitych fizyków Richarda Feynmana i Sheldona Glashowa, por. *TP*, s. 125), polega na tym, że ma ona pogwałcać kryterium naukowości, ponieważ nie generuje takich prognoz³.

Oba powyższe cytaty, a zwłaszcza tytuł książki Smolina, świadczą o zacieklności dysputy wokół teorii strun.

Susskind mówi o falsyfikacji jako o „czerwonym śledziu” ponieważ przeciwnicy teorii strun nie ujawnili żadnego przemawiającego przeciwko niej świadectwa doświadczenia. W istocie jednak nie serwują oni „czerwonego śledzia”, ponieważ, jak widać np. z repliki Smolina, zarzuty ich nie dotyczą falsyfikacji, ale *falsyfikowalności*, a raczej, ogólniej, empirycznej sprawdzalności tej teorii.

Krytyka Smolina w istocie rzeczy ogniskuje się na dwu tematach. Jednym z nich jest kwestia metodologicznej oceny teorii strun. W tym kontekście warto przytoczyć wypowiedź znakomitego matematyka i fizyka Rogera Penrose’a zamieszczoną na okładce *TP*:

Lee Smolina cechuje niezwykle szerokie i głębokie pojmowanie fizyki teoretycznej. Jego sądy krytyczne są wyjątkowo przenikliwe. Toteż przywiązywać należy znaczną wagę do jego opinii, że teoria strun ponosi winę za brak rzeczywistego postępu w fizyce fundamentalnej w ciągu ostatniego ćwierćwiecza. Czytajcie tę fascynującą książkę, aby wyrobić sobie własne zdanie.

Zauważyć tu warto, że książka Smolina odznacza się ogromną zawartością treściową i metodologicznym zorientowaniem w przedstawianiu problematyki fizycznej. Krytyka teorii strun i jej nieusprawiedliwionych, zdaniem autora, uroszczeń do bycia fundamentem współczesnego fizycznego modelu rzeczywistości poprzedzona jest bardzo pouczającym wykładem historii fizyki od czasu Kopernika. Ponieważ podstawowym „uroszczeniem” teorii strun jest to, że ma ona przynieść unifikujące ujęcie wszystkich podstawowych oddziaływań fizycznych (jednocząc z pozostałymi, co się dotychczas nie udawało, oddziaływanie grawitacyjne), wykład tej historii skupia się na problemie wartościowych poznawczo oraz pozornych unifikacji w podstawowym fizycznym modelu rzeczywistości. Rozdział ostatni przed podjęciem, w części końcowej, problematyki monopolizacji forum

³ Por. również wypowiedź na ten temat innego znakomitego fizyka, G. t’Hoofta, zamieszczoną na skrzydełku okładki książki Smolina.

fizyki przez reprezentantów teorii strun nosi, odpowiednio do swojej treści, tytuł „Fizyka po teorii strun”. Ponieważ opatrujący książkę *copyright* opiewa na r. 2006, autor przedstawia w niej rzeczywiście najnowsze problemy i koniektury występujące w fundamentalnych badaniach fizycznych. W zakresie zagadnień dotyczących unifikacji teorii względności i teorii kwantów, czyli w zakresie zagadnień związanych z poszukiwaniem kwantowej teorii grawitacji, autor przeciwstawia teorii strun rozwijaną przez siebie i swoich współpracowników tzw. pętlową teorię grawitacji. Zapoznaje nas też z własną, różną od popieranej np. przez Susskinda, koniekturą o nieustannym generowaniu wszechświatów przez wieczny byt fizyczny oraz z koniekturą o tym, co poprzedzało narodzenie się naszego wszechświata w Wielkim Wybuchu.

Książka informuje o nowych ideach dotyczących struktury czasoprzestrzeni w obszarach skali Plancka. Mowa tam np. o koniekturze domagającej się modyfikacji szczególnej teorii względności (tzw. teoria *DSR* – *Double Special Relativity*) – modyfikacji, w której świetle długość odcinka odpowiadająca tzw. długości Plancka byłaby, tak samo jak prędkość światła w próżni, jedna i ta sama dla wszystkich obserwatorów. Z *DSR* wiąże się idea o możliwości eksperymentalnego przeniknięcia w obszary Planckowskie. Mowa też w książce Smolina o zapoczątkowaniu przez „prawdopodobnie największego ze współczesnych matematyków, Alaina Connesa”, teorii geometrii nieprzemiennej, zbyt trudnej do przedstawienia w książce przeznaczonej dla szerokiej publiczności, i o znaczeniu tej teorii matematycznej dla badań nad szeregiem fundamentalnych zagadnień fizycznych, włączając wspomnianą powyżej *DSR*. (Autor widocznie nie zna polskich prac, Michała Hellera i jego współpracowników, nad geometrią nieprzemianą i jej znaczeniem dla badania struktury czasoprzestrzeni w skali Plancka). Wyliczenie powyższe nie wyczerpuje tematów, o których nas książka Smolina poucza.

Jeśli idzie o filozofię, zaskoczeniem była dla mnie rewerencja autora dla Paula Feyerabenda. Chodzi chyba po prostu o to, że Feyerabend nie popiera monopolizacji forum jakiejś nauki przez przedstawicieli jednego programu badawczego.

2. Drugim ogniskiem krytyki Smolina jest właśnie upatrywane przezeń monopolistyczne zdominowanie przez reprezentantów teorii strun tych instytucji w krajach anglosaskich, w których łonie fizyka ma się rozwijać. Idzie o zespoły odpowiedzialne za rekrutację na stanowiska na uniwersyteckich wydziałach fizyki, o grona odpowiedzialne za przyznawanie dotacji na prace naukowe, o politykę redakcyjną prestiżowych czasopism. Monopol ten, stwierdza Smolin, utrudnia – a ludziom młodym faktycznie uniemożliwia – rozwijanie alternatywnych programów badawczych. Mamy tu, zdaniem Smolina, przykład tzw. *group thinking*, zjawiska najpierw opisanego w odniesieniu do kolektywów podejmujących decyzje polityczne: raz przyjąwszy wspólnie pewne założenia, członkowie dotkniętych tą przypadłością

zespołów tak dalece wystrzegają się podawania ich w wątpliwość (budzi to w nich bowiem mniej lub bardziej świadomą obawę alienacji od kolektywu i wyeliminowania z niego), że stają się niezdolni do nowego przemyślenia owych założeń w obliczu jakichś faktów albo w konfrontacji z odmiennymi stanowiskami.

Cała obszerna czwarta część książki Smolina poświęcona jest temu aspektowi dysputy. Obraz, który kreśli, pobudza do zapytywania, czy – lub do jakiego stopnia – z podobnymi zjawiskami ma się do czynienia w innych krajach i/lub w innych działach nauki. W szkicu niniejszym tę tematykę jednak pominię i skupię się na pewnych problemach metodologicznych i ich związku z metafizycznymi. Wobec odniesień uwzględnianych tu polemistów, Susskinda i Smolina, do Poppera, za celowe uznałam też zajęcie się istotnymi dla tej dysputy metodologicznymi poglądami wielkiego falsyfikacjonisty⁴.

II. Popper i metafizyka

3. Osobliwe są losy doktryny metodologicznej Poppera na forum współczesnych dysput naukowych i filozoficznych. Tak np. Susskind oskarża tę metodologię o niesprawiedliwą ocenę poznawczej wartości teorii strun. Z drugiej strony – jak o tym wspomniałam w książce *Biblia w ręku ateisty* [H. Eilstein 2006, cyt. jako B]

Popper zdumiałby się, gdyby się dowiedział, że został ulubionym metodologiem i dzięki swej metodologii ważnym sprzymierzeńcem kreacjonistów – por. np. P.E. Johnson, *Sąd nad Darwinem*, 1997, s. 125.

Uwagę zwraca również informacja następująca

Benedykt XVI wskazał na braki w teorii Karola Darwina. „Teoria ewolucji jest niesprawdzalna empirycznie, gdyż nie można przebadać w laboratorium 10 tys. pokoleń – napisał Papież w książce *Stworzenie a ewolucja* dostępnej w Niemczech i zawierającej materiały z dwudniowej poświęconej temu tematowi konferencji kręgu uczniów Josepha Ratzingera, jaka odbyła się we wrześniu 2006 w Castel Gandolfo („Tygodnik Powszechny”, nr 16, 2007, 22 kwietnia, s. 2).

Rozumieć chyba należy, że również z punktu widzenia katolików ocenę powyższą wyraził jej autor jako Joseph Ratzinger, a nie jako papież, obdarzony z racji swojego statusu szczególnym autorytetem. Opinia, że świadectwa empiryczne na poparcie albo przeciw jakiejś teorii mogą być uzyskiwane jedynie dzięki dowolnej aranżacji jakichś stanów rzeczy w laboratoriach, brzmi jak odwołanie się

⁴ Znany paradoksem jest, że Popper zaakceptował przekład tytułu *Logik der Forschung* (dosłownie *Logika badania [naukowego]*) na *The Logic of Scientific Discovery*, co wpłynęło na przekłady w innych językach, por. *Logika odkrycia naukowego*, mimo że przeczył on przecież stosowności analizy logicznej do „kontekstu odkrycia” hipotezy. W szkicu niniejszym odwoływać się będę do polskiego przekładu *The Logic of Scientific Discovery*, czyli do *Logiki odkrycia naukowego*, Popper 1002, cyt. poniżej jako LON.

do pewnych najbardziej nieogłędnych sformułowań Popperowskiego kryterium naukowości hipotezy w *LON*. Nie można odtworzyć w laboratorium procesów ewolucji gwiazd, galaktyk, Ziemi. Czyżby Józef Ratzinger odmawiał charakteru naukowego uznawanym w nauce współczesnej hipotezom na te tematy?

Skoro jesteśmy przy kwestii stosunku metodologii Poppera do darwinizmu, to pozwalając sobie na dygresję przypomnijmy, że Popper wysoce cenił Darwinowską teorię ewolucji i wskazywał analogię zachodzącą, jego zdaniem, pomiędzy tą teorią a jego własną teorią rozwoju nauki. Swoją ocenę darwinizmu przedstawił w stosunkowo obszernych rozważaniach w intelektualnej autobiografii otwierającej poświęcone mu dwa tomy w Schilppowskiej *The Library of Living Philosophers* (por. P.A. Schilpp, *The Philosophy of Karl Popper*, 1974, cyt. poniżej jako *Sch*, s. 133–143).

Dla niniejszego szkicu ważniejsza od Popperowskiej analizy darwinizmu jest ogólna kwestia akceptowalności falsyfikacjonizmu jako kryterium naukowości hipotez. W *LON* Popper analizując tę kwestię, bierze pod uwagę jedynie takie koniektury (sformułowane w języku nauk empirycznych), jakie wyrażają się w zdaniach bądź ściśle ogólnych, bądź czysto egzystencjalnych. Jednakże w *Sch*, w swych udzielanych krytykom odpowiedziach prostuje, że falsyfikowalne, a przeto naukowe, mogą też być hipotezy idiograficzne, że przywołam tu ten termin, typu, jak chociażby 'W Wiedniu 12 marca 1933 padał deszcz' (s. 988). Jest to, zauważmy, tym bardziej istotne, że do kategorii stwierdzeń idiograficznych należą hipotezy dotyczące globalnych właściwości tego jedyne go w swoim rodzaju przedmiotu, jakim jest nasz wszechświat. Pewne spośród nich są, naturalnie, *akceptowane* na podłożu *potwierdzającego je* doświadczenia.

Poniższe uwagi metodologiczne utrzymane będą zrazu w granicach perspektywy problemowej określonej przez Poppera w *LON*.

Charakter naukowy w obrębie tej perspektywy Popper przypisuje, jako falsyfikowalnym, jedynie koniekturom nomologicznym wyrażającym się w zdaniach ściśle ogólnych.

W literaturze metodologicznej wskazywano, że istnieją koniektury, którym nie sposób odmówić charakteru naukowego, a które nie spełniają ścisłego kryterium falsyfikowalności. W szczególności może tu iść o rolę, jaką pełni w ich wysłowieniu kwantyfikator egzystencjalny. Ze zdań zbudowanych przy użyciu tego kwantyfikatora Popper uwzględnia jedynie najprostsze, spełniające schemat $\Sigma xP(x)$. Koniekturom wyrażanym przez takie zdania Popper zrazu generalnie odmawia charakteru naukowego (patrz *LON*, s. 63–64), natychmiast się jednak (*LON* 64) faktycznie z tego stanowiska wycofuje:

Charakterystyka ta może się na pierwszy rzut oka wydać wątpliwa i nie całkiem zgodna z praktyką nauk empirycznych. Można wysunąć obiekcję, iż twierdzi się (słusznie), że nawet w fizyce istnieją teorie mające postać zdań ściśle egzystencjalnych. Za przykład mogłoby posłużyć zdanie dające

się wywieść z układu okresowego pierwiastków stwierdzające istnienie pierwiastków o pewnych liczbach atomowych. Ale jeżeli hipoteza istnienia pierwiastków o pewnych liczbach atomowych ma przybrać postać pozwalającą na poddanie jej sprawdzeniu⁵, to potrzeba czegoś więcej niż zdania czysto egzystencjalnego. Na przykład pierwiastek o liczbie atomowej 72 (hafn) nie został odkryty jedynie na podstawie odosobnionego [*isolated*] zdania czysto egzystencjalnego. Przeciwnie, wszystkie wysiłki zmierzające do znalezienia go okazywały się daremne, póki Bohrowi nie udało się przewidzieć kilku własności owego pierwiastka dzięki dedukcji ze stworzonej przez niego teorii. Jednakże teoria Bohra oraz jej konkluzje, które dotyczyły tego pierwiastka i były pomocne w jego odkryciu ...[s]ą to zdania ściśle uniwersalne.

W świetle tego wywodu odmowa relegowania wszystkich zdań czysto egzystencjalnych do nienaukowej dziedziny metafizyki okazuje się słuszną nie tylko „na pierwszy rzut oka”. Nienaukowe okazują się tylko te koniektury ściśle egzystencjalne, które są „odosobnione”; tzn. widocznie niepodbudowane przez jakieś hipotezy nomologiczne.

Nie wyobrażam sobie, jak mogłaby wyglądać koniektura o istnieniu atomów pierwiastka zwanego obecnie hafnem niewymieniająca żadnych ich właściwości. Mendelejew przypisał im pewne właściwości przez to, że zarezerwował dla tego pierwiastka określone miejsce w swojej tablicy. Tak samo uczynił z kilkoma odkrytymi później pierwiastkami. Tablica Mendelejewa inspirowała program doświadczalnego poszukiwania atomów tych pierwiastków. Bohr, jak rozumiem, wzbogacił na podstawie swojej teorii charakterystykę hafnu, przyczyniając się w ten sposób do znalezienia jego już przedtem poszukiwanych atomów. Jednakże, o ile sądzić mogę, zajął się tą sprawą m.in. dlatego, że *uważał istnienie tych atomów za wiarygodne*. Uważał zaś tak wraz z dawniejszymi poszukiwaczami atomów hafnu, ponieważ upatrywał w periodycznym układzie pierwiastków wyraz swoistej prawidłowości przyrody. W istocie, tablica Mendelejewa była wszak kamieniem milowym na drodze do odkrycia struktury atomów.

W obliczu klasyfikacji z pustymi zrazu klatkami, przynajmniej jeśli klasyfikacje te dotyczą stosunkowo prostych struktur materialnych (takich jak atomy albo jeszcze prostszych) i charakterystycznych dla nich zjawisk typowo dochodzi w umysłach naukowców do głosu hipoteza metafizyczna zwana obecnie *totalitarną zasadą* [Murraya] Gell-Manna: *cokolwiek nie jest zakazane, jest obowiązujące*, czyli musi mieć egzemplifikacje w przyrodzie⁶. Z zasady tej m.in. wynika, że nie powinno być wewnętrznych pustych miejsc w takiej klasyfikacji, a sama klasyfikacja uznawana jest za przejaw jakiejś podbudowującej ją prawidłowości przyrody. Ma się rozumieć, nie jest to zasada dająca się uwiarygodnić w jakiś inny sposób niż przez powodzenie inspirowanych przez nią programów poszukiwania takich niezarejestrowanych poprzednio składników rzeczywistości. W razie

⁵ Tekst przekładu poddałam pewnej poprawce stylistycznej – H.E.

⁶ Nie potrafię podać reguły precyzyjcej, do jakich rodzajów obiektów i zjawisk odnosi się totalitarna zasada Gell-Manna.

powodzenia owych programów zyskuje ona na wiarygodności i umacnia się jej wpływ na heurystykę.

Mimo że nie było to, o ile wiem, brane pod uwagę w epoce Mendelejewa, powyższa hipoteza metafizyczna inspiruje również poszukiwanie wyjaśnienia sprowadzania się pewnych klasyfikacji do skończonej liczby pozycji. Dlaczego tablica Mendelejewa się urywa? Dziś jest to tłumaczone przez odrzucenie tezy o niemożliwości istnienia pierwiastków o jeszcze wyższych liczbach atomowych oraz wyjaśnienie, dlaczego odnośne atomy powstają rzadko i są niezmiernie nietrwałe. Zarejestrowanie takich unikatów w doświadczeniu potwierdza współczesną teorię atomu, nawet jeśli uzyskano je w drodze przypadku, a nie dowolnej i celowej czynności eksperymentatora.

Analogonem Mendelejewa problemu klasyfikacji pierwiastków i odkrycia jej nomologicznej podbudowy jest we współczesnej fizyce poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, dlaczego w świetle doświadczenia zdają się istnieć (poza kwarkami) dokładnie trzy rodziny cząstek rzeczywiście elementarnych, tzn. niezbudowanych z prostszych składników, i dlaczego cechują je takie, a nie inne wartości masy spoczynkowej oraz innych parametrów fizycznych, nieukładające się w jakiś uchwyt dla nas wzór. Rzecznicy teorii strun, według których

istnieje tylko jeden elementarny składnik [struktury materii] – struna, a całe bogactwo rodzajów cząstek odzwierciedla po prostu różne rodzaje drgań, które może wykonywać struna (B. Greene, *Struktura kosmosu*, s. 379)

po niej spodziewają się wyjaśnienia tego zagadnienia, które wielce przyczyniłoby się do uwiarygodnienia tej teorii. Na razie jednak nie zdołali takiego sukcesu uzyskać. Co więcej,

nie mogą nawet być pewni, że ich formalizm zawiera opis takich obiektów jak protony i elektrony (cytat z tekstu Glashowa, *TP*, s. 125)

Powróćmy jednak do tablicy Mendelejewa. Nadzieja odkrycia w doświadczeniu (w drodze odpowiednich poszukiwań albo przypadkiem) atomów pierwiastków, dla których pierwotnie zarezerwowane w niej były puste klatki, miała u swojego podłoża nie tylko totalitarną zasadę Gell-Manna, ale również hipotezę metafizyczną, którą pozwolę sobie nazwać *hipotezą zwykłości*. Polega ona na przypuszczeniu, że przynajmniej w dziedzinie najprostszych struktur materialnych i charakterystycznych dla nich zjawisk rodzaje naturalne (odpowiadające pozycjom w odnośnej klasyfikacji) mają bardzo liczne, jeśli nie nieskończone liczne, egzemplifikacje indywidualne i że odnośne indywidua powinny występować w zasięgu naszego doświadczenia, (co wiąże tę hipotezę z inną hipotezą metafizyczną, a mianowicie z tzw. doskonałą zasadą kosmologiczną). W świetle tej hipotezy oczekiwać można, że indywidua takie ujawnią się w doświadczeniu,

potwierdzając odnośną teorię, natomiast trwale niepowodzenia w ich poszukiwaniu przemówią przeciw tej teorii. Hipoteza zwykłości jest jednak obecnie z wielu względów nie do przyjęcia. Mamy np. do czynienia z teoriami głoszącymi, że nawet w zasięgu naszego doświadczenia zachodzą pewne zjawiska *o bardzo małym prawdopodobieństwie*. Pewne nasze aranżacje doświadczalne mogą wzmacniać prawdopodobieństwo ich zachodzenia, które jednak pozostaje niezmiernie małe. Zarejestrowanie takiego zjawiska potwierdzałoby odnośną hipotezę czysto egzystencjalną oraz wzmacniałoby wiarygodność podbudowującej ją teorii, zwłaszcza w jej konfrontacji z teoriami zaprzeczającymi zachodzeniu takich zjawisk, jednakże ich niewykrycie nie falsyfikuje ani tej hipotezy egzystencjalnej, ani tej teorii, chociaż podsyca wątpliwości w stosunku do nich. Tak się np. ma sprawa z rozważaną na gruncie pewnych teorii współczesnych, m.in. na gruncie teorii strun, hipotezą o podległości protonów rozpadowi, czy to w procesie swoistej promieniotwórczości, czy to w kolizjach z innymi cząstkami. Mimo aranżacji warunków, które powinny, w miarę tego, co eksperymentatorzy ziemscy mogą uczynić, uprawdopodobnić zachodzenie odnośnych zjawisk w obrębie naszego doświadczenia (por. *TP*, s. 64), zdarzenia takie nigdy dotychczas nie zostały zarejestrowane.

Powyższa hipoteza metafizyczna podważana jest też przez współczesne teorie i koniektury dotyczące *ewolucji wszechświata*. Tak np. istnieje koniektura, według której na pewnym wczesnym etapie ewolucji naszego wszechświata i tylko na tym etapie istniały w nim monopole magnetyczne. O ich doświadczalnym wykryciu nie ma mowy, przypuszczenie to jednak może być uwiarygodnione *przez mającą inne doświadczalne potwierdzenia teorię* albo, jeśliby się tak okazało, przez jego rolę w *wyjaśnianiu* jakichś dostępnych naszemu doświadczeniu zjawisk.

Mniej egzotyczny jest występujący w relatywistycznej kosmologii wniosek o istnieniu zasadniczo niedostępnych naszym obserwacjom obszarów wszechświata. Nie można wykluczyć, że obszary takie różnić się mogą pod pewnymi istotnymi względami od obszaru, do którego zasadniczo ograniczać się muszą nasze obserwacje.

Tym bardziej przeciwko hipotezie zwykłości, przy odpowiednio ogólnym jej rozumieniu, przemawiają rozmaite koniektury o mnogości niedostępnych dla nas empirycznie wszechświatów generowanych przez odwieczny i wieczny byt fizyczny, a różniących się pod takimi lub innymi względami od naszego wszechświata. Rozważana w kontekście refleksji nad tablicą Mendelejewa hipoteza ta odnosiła się jednak oczywiście do naszego wszechświata, którego jedyność do niedawna nie budziła w nauce wątpliwości.

Powróćmy wszakże do Poppera. Z koniekturami o charakterze czysto egzystencjalnym miano w fizyce do czynienia nie tylko na podłożu totalitarnej zasady Gell-Manna. Jeden z autorów analizujących w *Sch* filozofię Poppera, Grover Maxwell, wspomina o sytuacji innego rodzaju, w której koniekturze wyraża-

nej w zdaniu czysto egzystencjalnym przyznać trzeba było charakter naukowy: Omawiany przez niego przykład dotyczy hipotezy produkcji neutrin w rozpadzie radioaktywnym β , w czasie przed jej doświadczalnym potwierdzeniem, kiedy to, co więcej, wątpić można było o możliwości doświadczalnego zarejestrowania neutrin:

Kiedy ta hipoteza została połączona z odpowiednimi hipotezami pomocniczymi, pojawiły się nowe [w stosunku do popierającego ją faktu, że jej przyjęcie pozwalało powstrzymać się od porzucenia praw zachowania masy-energii, pędu i spinu] i *potwierdzone*, aczkolwiek nie *falsyfikowalne* konsekwencje. Obecnie okazuje się na przykład, że ta hipoteza, która *prima facie* wydawała się koniekturą *ad hoc* [lansowaną wyłącznie jako środek uchronienia przed falsyfikacją powyższych praw zachowania], otwarła nową obszerną i ogromnie ciekawą dziedzinę badań, mianowicie astronomię neutrinową... Wyciągam z tego wniosek, że niekiedy jesteśmy usprawiedliwieni, wcielając do jakiejś teorii stwierdzenia niefalsyfikowalne (aczkolwiek potwierdzone [confirmable] i uniewiarygodnialne [disconfirmable], nawet jeśli wskutek tego cała teoria staje się mniej falsyfikowalna. To zapewne najczęściej zachodzi, kiedy *wyda się*, że podważona zostaje jakaś fundamentalna, w wysokim stopniu potwierdzona, zasada, taka jak prawo zachowania. W takiej sytuacji możemy nawet być usprawiedliwieni, wprowadzając hipotezę mocno naznaczoną piętnem bycia *prima facie ad hoc*. Pewni autorzy słusznie stwierdzili, że takie zasady wydają się „zatracać atrybut falsyfikowalności”, ponieważ nie mogą być obalone przez jakiś jeden rodzaj wyników doświadczenia (a nawet kilka rodzajów takich wyników) niezależnie od tego, jak często by się te wyniki dały reprodukcować. Zasady te są tak mocno potwierdzone, że rozsądniej jest mniemać, iż jakaś (odgrywająca istotną rolę w rozważaniu odnośnej kwestii) „hipoteza pomocnicza” jest fałszywa albo że jakiś czynnik w warunkach początkowych, taki jak unoszenie brakującej energii przez neutrina, powoduje niezgodność wyników doświadczenia z rozważaną zasadą, niż przypuścić, że odnośna zasada jest fałszywa. Oczywiście jednak nie można czynić takich zasad niepodważalnymi (chyba że się je przekształci w zdania analityczne, a przeto puste). Zawsze pozostaje możliwość, że wobec dużej różnorodności uniewiarygodniających świadectw doświadczalnych rzeczą rozsądną stanie się odrzucenie odnośnej zasady (s. 299–300).

Odpowiadając Maxwellowi, Popper zauważa:

Pauli wprowadził hipotezę neutrina świadom, że jest ona *ad hoc*. Początkowo nie żywił nadziei, że kiedyś uzyskane zostanie niezależne świadectwo doświadczalne istnienia neutrin... Był on początkowo bynajmniej nieusatisfakcjonowany tą hipotezą, która zapewne zostałaby porzucona, gdyby nowe metody nie pozwoliły na niezależne sprawdzanie hipotezy istnienia neutrin (s. 986).

Jednakże faktem jest, że Pauli opublikował swoją czysto egzystencjalną hipotezę uprawdopodobnianą jedynie przez nader mocno potwierdzone prawa zachowania.

Było to rozwiązanie atrakcyjne i zostało przyjaźnie przyjęte przez fizyków, chociaż zdawano sobie sprawę z ogromnych trudności jego eksperymentalnego potwierdzenia (A.K. Wróblewski, 2007, *Historia fizyki*, cyt. poniżej jako *HF*, s. 493)

Koniektura Pauliego zainspirowała program doświadczalnego poszukiwania neutrin, który ostatecznie został uwieńczony powodzeniem (por. *HF*, s. 520).

Analogonem tej sprawy jest wiarygodność przypisywana we współczesnej fizyce czysto egzystencjalnej hipotezie istnienia tzw. cząstek Higgsa. Hipoteza ta ma „uratować” tzw. standardowy model dominujący we współczesnej teorii cząstek elementarnych, pozwalając pogodzić ten model z bezspornym faktem posiadania masy przez owe cząstki (i przeto przez wszelkie obiekty materialne). Dotychczasowe usiłowania odkrycia cząstek Higgsa w doświadczeniu nie dały pozytywnych wyników. Istnieje nadzieja, że zostaną one odkryte przy pomocy mającego niebawem rozpocząć pracę Wielkiego Zderzacza Hadronów, WZH (LHC – Large Hadron Collider). Jednakże, jeśli ta nadzieja okazała się płonna i cząstki Higgsa pozostałyby nieuchwytnie doświadczalnie, to zamiast wyrzec się tej czysto egzystencjalnej hipotezy na ogół starano by się wyjaśnić przyczyny doświadczalnej nieuchwytności owych cząstek, postulując np., że winę za to ponosi ich masa, widocznie tak ogromna, że uniemożliwia to ich produkcję nawet w WZH.

Zdaniem niektórych fizyków, zwłaszcza przedstawicieli teorii strun, doniosła dla wykazania podstawowej jedności wszystkich znanych oddziaływań fizycznych jest czysto egzystencjalna koniektura o istnieniu tzw. supercząstek, która przyporządkowuje każdemu znanemu rodzajowi cząstek-fermionów odpowiadający mu pod pewnymi odnośnymi względami rodzaj bozonów i każdemu znanemu rodzajowi cząstek-bozonów odpowiadający mu rodzaj fermionów. Supercząstek nie zarejestrowano w doświadczeniu. Niektórzy uważają to za argument przeciwko teorii strun (por. *TP*, s. 68–69), gdy inni przypuszczają, że być może przypisać im należy wielkie masy (bardzo pod tym względem różne od mas znanych cząstek) uniemożliwiające ich wykrycie w naszych akceleratorach, podczas gdy argumenty uwiarygodniające teorię strun mają uwiarygodniać również ich istnienie.

Odstąpienia Poppera od ciasnego falsyfikacjonizmu nie można sprowadzać do problemu hipotez czysto egzystencjalnych. W istocie rzeczy odstąpił on od tego stanowiska, kiedy zaczął mówić o „koroboracji” hipotez. Urszula Niklas słusznie tłumaczy występujący często w *LON* termin „corroboration” jako „potwierdzenie”, ponieważ różnica pomiędzy koroboracją a potwierdzeniem jest czysto słowna, skoro nikt nie utrzymuje, że jakaś hipoteza empiryczna może zostać „potwierdzona” w sensie znalezienia dla niej logicznie niepodważalnego dowodu. Tak więc również w odniesieniu do koniektur wyrażanych w zdaniach ściśle uniwersalnych kryterium naukowości polegać ma na ich empirycznej sprawdzalności, tzn. na tym, że mogą być bądź podważane, bądź uwiarygodniane przez doświadczenie.

4. Na zakończenie tej popperiady poczynię jeszcze dwie uwagi, Pierwsza, mniej polemiczna, odnosi się do charakterystycznego dla metodologii Poppera *aktywizmu*, że wprowadzę tu ten termin. Świadectwa empiryczne podważające albo

potwierdzające daną hipotezę uzyskuje się, zdaniem Poppera, realizując pewien program badawczy prowadzący do aranżacji odpowiednich sytuacji i ukierunkowujący uwagę badacza na odpowiednie obserwacje. Nie można pono obserwować, nie wiedząc, co się ma obserwować. (Czy jednak nie czynimy tego na każdym spacerze? Czy nie zdarza się nam zaobserwować przy tym czegoś niespodziewanego i, być może, przynajmniej zrazu niewytłumaczonego?). Jest to wyraz sprzeciwu Poppera przeciwko najnaiwniejszej wersji indukcjonizmu zalecającej badaczowi przyrody niedyskryminującą rejestrację wszystkich nasuwających się jego spostrzeżeniu zjawisk w nadziei jakiegoś ich późniejszego usystematyzowania.

Aktywizm charakteryzujący metodologię Poppera nie musi, jak sędzę, choć Popper się *explicitie* tą sprawą nie zajmuje, uwzględniać tylko doświadczenia laboratoryjne: wypełniając jakiś program badawczy, uczony może podróżować do miejsc, gdzie jest w stanie badać jakieś egzotyczne dla siebie zjawiska, albo też może manipulować przyrządami astronomicznymi. Ten sposób testowania hipotez, polegający na sprawdzaniu, czy spełniają się przepowiadane przez odnośną hipotezę prognozy w warunkach, z którymi badacz styka się dzięki swojej dowolnej i celowej działalności, nazwę tu *bezpośrednim*, chociaż werdykt o sprawdzeniu się albo niesprawdzeniu odnośnej prognozy wymagać może interpretacji, na gruncie odpowiedniej akceptowanej przez badacza teorii, danych uzyskanych przy pomocy odpowiednich przyrządów. Pojęcie bezpośredniego sprawdzania hipotezy rozciągnąć można, posuwając się poza to, co uwzględnia Popper, na aranżację przez badacza warunków w istotny sposób wzmagających prawdopodobieństwo wystąpienia danego obiektu albo zjawiska.

Jak o tym będzie poniżej mowa, zdaniem „popperazzich”, takich jak Smolin, o naukowości hipotezy w istocie rzeczy decyduje możliwość jej bezpośredniego testowania. Tu jednakże zwróćmy uwagę na to, że

zdarzają się oczywiście odkrycia przypadkowe, są one jednak względnie rzadkie (LON, s. 104).

Niektóre z nich wszakże miały w ciągu dziejów fizyki istotne znaczenie, jak np. odkrycia Galvaniego czy Roentgena czy niewytłumaczone zrazu zaczernienie kliszy fotograficznej w szufladzie H. Becquerela, które zainicjowało badania nad promieniotwórczością. Z jeszcze bliższych nam w czasie można wymienić odkrycie w promieniowaniu kosmicznym cząstki zwanej obecnie mionem, powitane przez Isidora Rabiego pamiętnym okrzykiem: „Ale kto to zamówił?” (por. HF, s. 513), a zwłaszcza odkrycie mikrofalowego promieniowania tła. Można też np. wymienić stosunkowo świeże obserwacje niewytłumaczonych jaki dotąd pewnego rodzaju rozbłysków w odległych galaktykach. Albo, poza fizyką, np. odkrycie szczątków „hobbitów” na wyspie Flores, zapewne doniosłe dla poznania ewolucji człowieka, dla zrozumienia pracy mózgu, dla badania czynników

umożliwiających rozwój cywilizacji poza pierwociny znane z badań nad małpami człekokształtnymi.

Przypadkowe odkrycia mogą być niereprodukowalne, mogą to też być odkrycia obiektów lub zjawisk niepowtarzających się w naszym doświadczeniu. Odnośne obserwacje mogą być udziałem niewielu ludzkich świadków albo jednego. Czy przypisanie im wartości naukowej, a w szczególności odwoływanie się do nich przy uwiarygodnianiu albo uniewiarygodnianiu hipotez nie przeczy intersubiektywności badania naukowego? Nie, jeżeli istnieje intersubiektywny dostęp do zjawisk, jakie w świetle uznawanych teorii są skutkami, możliwie różnorodnymi, wystąpienia takich unikatowych w obrębie naszego doświadczenia obiektów lub zdarzeń. Jak widać z powyższego, walor w intersubiektywnym poznaniu, a m.in. w sprawdzaniu hipotez, mogą nawet mieć obiekty i zjawiska nigdy przez badaczy ludzkich nieobserwowane, jeżeli intersubiektywnie badać można zjawiska lub stany rzeczy będące w świetle uznawanych teorii naukowych ich śladami.

Uwaga druga jest istotniejsza. Za H. Reichenbachem Popper w odniesieniu do hipotez rozróżnia dwa konteksty: odkrycia i uzasadnienia, sam przy tym eliminuje ten pierwszy z zakresu metodologii. W istocie rzeczy jednak wzięcie pod uwagę tych dwu kontekstów nie wystarcza. Pomiędzy „odkryciem” koniektury, tzn. przyjęciem jej komuś na myśl, a podjęciem prób zmierzających do jej sprawdzenia jest coś, co nazwę tu *filtrem* albo *kontekstem selekcji*. W razie pomyślnego przebycia tego filtru *koniektura naukowego typu* zostaje *hipotezą naukową* inspirującą program badawczy zmierzający do jej sprawdzania. Sprawdzanie wymaga niekiedy znacznej inwencji. Zaprojektowanie odpowiedniego eksperymentu bywa wielkim osiągnięciem badawczym, zapisanym pod odpowiednią nazwą w annałach nauki. Wspomnieć tu można doświadczenie Michelsona i Morleya albo eksperyment Alaina Aspecta i jego współpracowników testujący empirycznie nierówności Bella. Bywa więc, że w kontekście sprawdzania odnośnej hipotezy natrafiamy na „kontekst odkrycia” wyrafinowanego sposobu, na jaki można ją sprawdzać. Ten jednak aspekt sprawy tu pominę. Pominę też konieczność rozważenia, czy w naszych warunkach kosmicznych i na obecnym stadium rozwoju techniki doświadczalnej można daną hipotezę sprawdzać w sposób bezpośredni.

Skupię się natomiast nad tym, że zanim rozpocznie się sprawdzanie, odnośna koniektura okazać się musi pod rozmaitymi względami *zasługująca na sprawdzanie*. W swoim wstępnym kompendium do filozofii nauki, *The Web of Belief* [*Sieć przekonań*], W.V.O Quine i J.S Ullian (1978) podają w rozdz. VI pewne proste kryteria, które spełnić powinna hipoteza (koniektura) zarówno w życiu potocznym, jak i w nauce, aby zainspirować jej sprawdzanie w konkurencji z niespełniającymi tych kryteriów koniekturami. Wymieniają konserwatyzm; umiarkowanie, tj. słabość logiczną w porównaniu z innymi koniekturami (z których ta koniektura wynika, gdy natomiast żadnej z nich nie implikuje); oraz nie-

postulowanie zachodzenia jakichś niezwykłych, nieznanych zjawisk; prostotę matematyczną; ogólność. Wskazują, że kryteria te mogą ze sobą konkurować. Dodajmy, że są sytuacje w nauce, kiedy trzeba jedno czy drugie, czy wszystkie porzucić i zdecydować się na śmielsze koniektury. W swojej monografii *Prawa nauki* (1982) Władysław Krajewski oprócz podawania kryteriów analogicznych do wymienionych przez Quine'a i Ulliana wskazuje (s. 141), iż brana pod uwagę hipoteza m.in. musi być heurystycznie płodna oraz, w odpowiednich warunkach, powinna zadowalać postulat korespondencji z uznawaną dawniej teorią, który to wymóg Krajewski rozwija w odpowiednim fragmencie swojej książki (s. 142–114)⁷. I tego postulatu, podobnie jak podawanych przez Quine'a i Ulliana, nie można jednakże absolutyzować.

Pomyślnemu przejściu hipotezy przez filtr sprzyja również to, że w razie swojego potwierdzenia pozwoliłaby rozwiązać jakieś istotne problemy praktyki użytkowej.

W każdym razie w umyśle swojego „odkrywcy” oraz szerzej, na forum naukowym i w gremiach pozanaukowych wpływających na faktyczną realizowalność określonych programów badawczych, odnośna koniektura w jej konkurencji z innymi koniekturami, niekoniecznie na ten sam temat, musi być uznana za godną tego, by jej sprawdzeniu poświęcić opłacany przez kogoś czas pracy badaczy, kosztu i czasu użycia odpowiednich instalacji, np. akceleratorów czy teleskopów.

Przypomnieć trzeba, że współczesny badacz typowo nie jest wolnym strzelcem, którego duch leci kędy chce ku sprawdzaniu atrakcyjnej dla niego koniektury. Nie jesteśmy w epoce, kiedy po wizycie u Michaela Faradaya Herman Helmholtz donosił żonie:

Pokazywał mi wszystko, co było do zobaczenia. Było tego jednak niewiele, gdyż, jak się zdaje, kilka starych kawałków drewna, drutu i żelaza wystarcza mu do największych odkryć (HF, s. 301, z drobną zmianą stylistyczną).

Wyrzekając się jakiegoś programu badawczego, naukowcy mogą nieopatrznie postawić szkodliwy szlaban przed rozwojem nauki. Jednakże zwłaszcza obecnie programy badawcze muszą być przedmiotem selekcji. Tu uwaga zwraca się ku pominiętemu w tym szkicu socjologicznemu składnikowi pracy Smolina.

⁷ Autor poświęcił temu postulatowi monografię *Correspondence Principle and Growth of Science*, 1977.

III. Popperazzo Smolin

5. Powracam do autora *TP*. Jego krytyka teorii strun, do której rozwoju sam dawniej miał pewien wkład, jest przynajmniej w jego intencji miażdżąca⁸.

Na początku książki w rozdziale, który sam w sobie jest ogromnie pouczający, Smolin wskazuje „pięć wielkich problemów fizyki teoretycznej” (s. 3–17).

Problem *pierwszy* polega na tym, „jak znaleźć sposób połączenia ogólnej teorii względności i teorii kwantów w jedną teorię, która by mogła być uważana za kompletną teorię natury. [Jest to problem stworzenia] *kwantowej teorii grawitacji*”.

Problem *drugi* dotyczy tego, „jak rozwiązać podstawowe problemy mechaniki kwantowej albo przez sensowne wyjaśnienie tej teorii w jej obecnej postaci, albo przez wynalezienie nowej, dającej się sensownie przedstawić teorii”. Cała ta tematyka nosi miano *fundamentalnych problemów mechaniki kwantowej*.

Problem *trzeci* polega na tym, „czy można całą rozmaitość cząstek i sił połączyć w teorii, która przedstawi je wszystkie jako przejawy jednego, fundamentalnego, bytu [*entity*]. [Jest to problem] *unifikacji cząstek i sił* [który odróżniać należy od problemu unifikacji praw]”.

Problem *czwarty* dotyczy tego, „jak przyroda wyznaczyła wartości wolnych stałych w standardowym modelu cząstek elementarnych”, tzn. wartości nie zdeterminowane przez ten model, ale ustalane jedynie na podstawie doświadczenia.

Problem *piąty* dotyczy „wyjaśnienia, czym są ciemna materia i ciemna energia, a jeśli one nie istnieją, to jak i dlaczego grawitacja ulega modyfikacji na wielkich odległościach. Ogólniej, czemu stałe standardowego modelu kosmologii, włączając ciemną materię, mają takie wartości, jakie mają”.

Smolin przedstawia podłoże każdego z tych problemów i trudności ich rozwiązywania.

Wszelka teoria pretendująca do miana fundamentalnej teorii przyrody powinna rozwiązywać każdy z tych problemów (s. 17).

Werdykt Smolina w odniesieniu do teorii strun głosi, że zawodzi tu ona kompletnie – patrz s. XII–XV, 170, 352. Autor odmawia jej nie tylko mocy prognostycznej, ale i eksplanacyjnej, stwierdzając, w szczególności, że nie wyjaśnia ona stosowności tzw. modelu standardowego fizyki cząstek elementarnych.

6. Tu pozwolę sobie na dygresję zainspirowaną przez wzmiankę Smolina o czwartej i piątej (na jego liście) grupie problemów stojących przed fizyką współczesną. Występują w niej koniektury mówiące o generowaniu poszczególnych wszechświatów przez najbardziej fundamentalny byt fizyczny. Niekiedy idzie

⁸ To samo odnosi się do książki P. Woita, 2006, pod znamienym tytułem *Not Even Wrong* [*Nie zasługuje nawet na nazwanie jej błędną*].

o generowanie wszechświatów przez wszechświaty, niekiedy o inny mechanizm ich powstawania.

Einstein wyznał kiedyś, że nic go tak nie interesuje, jak czy Bóg miał jakiś zakres wolności przy stwarzaniu wszechświata. Szło mu o to, czy wszechświat fizyczny ma z konieczności takie właściwości, jakie go cechują, czy też mógłby mieć inne. Niewątpliwie [? – H.E.] pewne z cechujących go subtelnych szczegółów, takie jak lokalizacja tego czy innego atomu, mogłyby być inne. Cóż jednak, jeśli idzie o prawidłowości u jego podłoża? Na przykład, czy mógłby istnieć wszechświat, w którym grawitacja byłaby odrobinę mocniejsza albo elektron odrobinę cięższy? (P.C.W. Davies, *John Archibald Wheeler and the Clash of Ideas [J.A.W. i kolizja idei]*, w: J.D. Barrow, P.C.W. Davies, C.L. Harper jr., eds, *Science and the Ultimate Reality [Nauka i rzeczywistość ostateczna]*, 2004, s. 14)⁹.

Powyższe wyznanie Einsteina widocznie pochodzi z czasu, gdy nie były rozpowszechnione koniektury o mnogości wszechświatów rzeczywistych a nieidentycznych pod względem ogółu swoich prawidłowości¹⁰. W razie akceptacji którejś z takich koniektur przyznać wypada, posługując się metaforycznym językiem Einsteina, że „Bóg miał przy stwarzaniu naszego świata jakiś zakres wolności”. Nawet jeśli się uzna, że pewne fundamentalne prawidłowości bytu fizycznego wyznaczają „krajobraz kosmiczny” (por. tytuł książki Susskinda), czyli klasę „fizycznie możliwych” wszechświatów, to wśród rzeczywistych wszechświatów zachodzić powinny różnice pod względem właściwości, które nazwać wobec tego możemy *fizycznie przygodnymi*.

Jednakże w umysłach wielu uczonych żywa wydaje się intuicja, którą wysłowić by można było w postaci metafizycznej hipotezy o „małej” *przygodności* fizycznej owych wszechświatów, a w szczególności naszego wszechświata. Jest to intuicja, według której dostatecznie kompletna znajomość fundamentalnych prawidłowości fizycznych powinna prowadzić do drastycznej redukcji zbioru cechujących nasz wszechświat „wolnych” parametrów, czyli parametrów o wartościach niczym się nietłumaczących i dających się co najwyżej wyznaczyć z pomiaru. Poszukuje się więc teorii, czy też ceni się teorię, na której gruncie fizyczna przygodność naszego wszechświata zostaje zredukowana.

Ta intuicja o charakterze metafizycznym wiąże się z metodologiczną tendencją do unikania hipotez pomocniczych *ad hoc*, mających tłumaczyć niezgodność, przynajmniej *prima facie*, danej teorii z wynikami doświadczenia – np. kiedy uporczywe usiłowania nie doprowadzają do rejestracji w doświadczeniu obiektów lub zjawisk, których istnienie postulowane jest przez daną teorię. Odpowiednie manipulowanie wartościami pewnych „wolnych” stałych może np. „wyjaśnić”, że

⁹ Zagadnienie to omawia Michał Heller w artykule „Koncepcja wielu wszechświatów – nauka czy fantazja?”, por. bibliografia do niniejszego artykułu.

¹⁰ Problematykę tę omawia M. Heller, jw.

postulowane przez odnośną teorię cząstki istnieją, ale są zbyt ciężkie, aby mogły się pojawić w naszych akceleratorach.

Czy na gruncie uznawania określonego zbioru fundamentalnych prawidłowości fizycznych wyznaczających „krajobraz kosmiczny” bytu fizycznego mogą istnieć jakieś powody do ograniczenia zbioru *prima facie* „wolnych” parametrów charakteryzujących strukturę naszego wszechświata?

Wielu uczonych wskazuje, że pomocą tu może być tzw. *słaba zasada antropiczna*. Dotyczy ona życia, a zwłaszcza inteligentnego (takiego jak nasze) życia w naszym wszechświecie. W pewnym sformułowaniu sprowadza się ona do banału głoszącego, że skoro istniejemy, to warunki panujące w naszym wszechświecie oraz jego dzieje, które ukształtowały te warunki, muszą być takie, aby nasze istnienie było możliwe. W istocie rzeczy jednak idzie o to, aby *ustalać* cechy owego przebiegu dziejów i współczesne warunki umożliwiające nasze istnienie. Mogą to być wartości pewnych „wolnych” parametrów albo przedziały, w których obrębie wartości te muszą się znajdować.

Istnieją pewne „klasyczne” zastosowania zasady antropicznej, o których mówi zarówno Susskind (zwolennik tej zasady), jak i Smolin (jej przeciwnik). Jednym z nich jest odkrycie Freda Hoyle’a. Oparty na nim argument jest traktowany jako dowód, iż na zasadzie antropicznej mogą bazować rzeczywiste prognozy fizyczne.

Argument ten zaczyna się od stwierdzenia, że do istnienia życia niezbędny jest węgiel. Hoyle zauważył, że niezbędnym warunkiem produkcji węgla w gwiazdach jest istnienie pewnego stanu rezonansowego w jądrach węgla. Zakomunikował tę prognozę grupie doświadczalników, którzy znaleźli ten rezonans (*TP*, s. 165).

Innym często cytowanym przykładem [...] jest prognoza zawarta w słynnym artykule Stevena Weinberga z 1987 r. Mowa tam o tym, że stała kosmologiczna musi mieć wartość mniejszą od pewnej danej wartości, ponieważ w przeciwnym razie wszechświat rozszerzyłby się tak gwałtownie, że nie mogłyby się uformować galaktyki [wobec czego nie mogłoby w nim powstać życie] (s. 165, 166).

Smolin krytykuje te przykłady, wskazując, że podają one, odpowiednio, warunki niezbędne do produkcji węgla we wszechświecie i do uformowania się galaktyk, nie zaś do powstania życia. (W każdym razie jednak przyznać trzeba, że wychodząc od charakterystyki naszego wszechświata, mówią one coś na temat cechujących go wartości pewnych stałych).

Tak czy inaczej, odwoływanie się do słabej zasady antropicznej nie może być w tym kontekście bardzo pomocne, ponieważ zasada ta, o mylącej zresztą nazwie, jeśli nie jest sprowadzana, jak to wskazałam wyżej, do banału, to ma treść wielce nieokreśloną. O ile wiem, nie mamy precyzyjnej definicji życia i nie wiemy, czy może ono istnieć jedynie na bazie związków węgla. Zakładając, że inteligencja istnieć może jedynie na bazie materialnej, nie wiemy, czy to, co nazywamy inteligencją, istnieć może jedynie na bazie tego, co zgodzilibyśmy się

nazwać życiem. W tych okolicznościach trudno mówić o warunkach, jakie musi spełniać dany wszechświat, aby być siedliskiem życia i inteligencji.

Pozostawiając na uboczu kwestię słabej zasady antropicznej, stwierdźmy, że w poczuciu Smolina mnogość „wolnych” parametrów jest jednym z aspektów niezadowalającego stanu współczesnej fizyki:

[W]yjściowy model standardowy [fizyki cząstek elementarnych] ma około 20 wolnych stałych, które muszą być „ręcznie” [*by hand*] dostosowane, aby uzyskiwać prognozy zgodne z doświadczeniem. *Minimalnie supersymetryczny model standardowy* [– popierany przez zwolenników teorii strun model wprowadzający supercząstki] [...] dodaje 105 wolnych stałych. [Teorię wprowadzającą taką mnogość wolnych stałych] trudno jest potwierdzić albo uniewiarygodnić w eksperymencie (s. 76).

7. Smolin z aprobatą cytuje następujący werdykt Daniela Friedana, dawniej zresztą entuzjasty teorii strun:

Teoria strun zawiodła jako teoria fizyczna z powodu istnienia mnogości możliwych czasoprzestrzeni dających się rozważać jako podłoże procesów fizycznych [*because of the existence of possible background spacetimes*]... Długotrwały kryzys teorii strun polega na jej kompletnym niepowodzeniu, jeśli idzie o wyjaśnienie albo przewidywanie czegokolwiek w dziedzinie fizyki zajmującej się zjawiskami zachodzącymi na długich dystansach. [...] Teoria ta nie jest w stanie wyznaczyć liczby wymiarów [przestrzeni], geometrii, widma cząstek i wartości stałych sprzężenia w czasoprzestrzeni makroskopowej. [Wobec tego] teoria ta nie może dostarczyć jakichkolwiek konkretnych wyjaśnień dotyczących posiadanej przez nas znajomości realnego świata i nie może czynić jakichkolwiek określonych prognoz. Wiarygodności teorii strun nie można ocenić, a tym bardziej nie można jej potwierdzić. Nie ma ona prawa do tego, by ją uważać za kandydatkę na teorię fizyczną (cyt. w *TP*, s. 194).

Jakże kontrastuje z tym werdyktem „atmosfera bliska kultowi” [*TP*, s. 116], jaka otaczała teorię strun w latach osiemdziesiątych! Zdaniem pewnych jej reprezentantów jej powstanie stanowiło rewolucyjny przełom w całej historii fizyki:

Na Harvardzie seminarium poświęcone teorii strun nosiło nazwę seminarium *Fizyki Ponowoczesnej* [*Postmodern Physics*]... Tematem rzadko dyskutowanym na seminariach i konferencjach poświęconych teorii strun było to, jak sprawdzać ją doświadczalnie. [Niektórzy] ludzie [...] uważali, że nie ma takiej potrzeby. Przekonani byli, że może istnieć tylko jedna spójna teoria unifikująca całą fizykę, a ponieważ teoria strun wydawała się taką teorią, to *musiała być słuszna* [kursywa autora]. Koniec z odwoływaniem się do eksperymentu celem sprawdzania naszych teorii. To była fizyka Galileusza [*That was the stuff of Galileo*]. Obecnie do zgłębiania praw przyrody powinna wystarczyć matematyka (s. 116–117).

Koncepcja „fizyki ponowoczesnej” nie stanowiła, jak widać, zupełnego zerwania z pojęciem fizyki jako nauki odwołującej się do doświadczenia (a nie do prawd ustalanych w zupełności *a priori*), ponieważ, ostatecznie, owa „jedyna” teoria „unifikująca całą fizykę” miała mieć u swojego podłoża doświadczenie już uzyskane. Odtąd jednak fizyka rozwijać się miała wyłącznie w drodze dokony-

wania niewymagających doświadczalnego sprawdzenia dedukcji z niepodważalnie ustalonych założeń!

Dla Smolina ta zdumiewająca koncepcja fizyki jest, oczywiście, absolutnie nie do przyjęcia. Nigdy nie zaniknie konieczność i możliwość konfrontowania teorii uznanych na podstawie dotychczasowej empirii z nowymi danymi doświadczalnymi oraz konieczność i możliwość poszukiwania i doświadczalnego sprawdzania teorii wyjaśniających i przewidujących zjawiska, którym fundamentalna teoria fizyki danego czasu nie jest w stanie sprostać.

Na każdym etapie rozwoju fizyki

[w] nauce, aby teoria zyskała uznanie, musi ona ugruntowywać jakąś nową prognozę, różną od prognoz ugruntowywanych przez dawniejsze teorie – prognozę, którą sprawdzić by można było, aranżując nigdy dotąd nie wykonywany eksperyment (s. XIII).

Smolin przyznaje, że wyniki eksperymentalnego sprawdzania prognoz ugruntowywanych przez daną teorię nie są jedynym czynnikiem przyczyniającym się do naszej skłonności do uznania tej teorii:

Może się okazać, że jedna z [rozważanych w danym czasie] propozycji unifikacji [fizyki] tłumaczy więcej niż inne. Jest to zazwyczaj propozycja najprostsza. Kiedy pewna propozycja znacznie przewyższa inne pod względem inspirowania lepszego pojmowania zjawisk, zgodności z doświadczeniem, mocy eksplanacyjnej i prostoty, to poczyną ona uchodzić za jedyną nadającą się do przyjęcia. Mówimy, że zdaje się ona nosić znamiona prawdy (s. 27).

Niemniej, kwestią najważniejszą pozostaje los inspirowanych przez daną teorię prognoz.

8. W świetle krytyki Smolina teoria strun nie może inspirować jednoznacznych prognoz, ponieważ w istocie rzeczy po prostu nie istnieje jako teoria o jednoznacznie określonej treści. Istnieje co najwyżej odnośny program badawczy.

[F]akt, że dany program badawczy inspiruje pewne piękne koniektury, nie może ocalić teorii, która nie ma jasno sprecyzowanych podstawowych zasad [*has no clearly articulated core principles*] i nie czyni prognoz (s. 196).

Miałoby być, że jedną teorią strun mamy ich oszałamiającą mnogość. Niektóre z nich mogą być dla siebie wzajem logicznymi równoważnikami albo być opisami przypadków szczególnych względem teorii ogólniejszej, ale stosunek logiczny pomiędzy wariantami „teorii strun” często nie jest jasny. Ostatecznie, biorąc pod uwagę wszystkie warianty,

mamy do czynienia z 10^{500} odmiennymi teoriami. Jest ich więcej niż atomów w znanym obszarze wszechświata. Wobec tak ogromnej liczby teorii mało jest nadziei na to, że możemy uzyskać taki wynik eksperymentu, jaki nie będzie odpowiadał żadnej z nich. Tak więc, niezależnie od

tęgo, co wykażą eksperymenty, teoria strun nie może być obalona. I na odwrót jednak: żaden eksperyment nie może jej uwiarygodnić (s. XIV).

W szkicu niniejszym nie będę streszczała całej wielowątkowej Smolina krytyki teorii strun. „*Czytajcie tę fascynującą książkę, aby wyrobić sobie własne zdanie*”!

Zajmę się natomiast pewnymi wypowiedziami Smolina na temat doświadczalnego sprawdzania hipotez.

Smolin ogniskuje swoją uwagę na „eksperymentcie”, niewątpliwie jednak mimo tego, co orzeka w cytowanym powyżej zdaniu, równą wagę ma dla niego sprawdzanie hipotez np. w drodze obserwacji astronomicznych. Podciągając je tu można pod miano eksperymentów.

Będąc stwierdzeniem sprawdzalnym empirycznie, prognoza nie musi więc dotyczyć jakiegoś zdarzenia mającego według niej dojść do skutku w wyniku aranżacji jakichś nowych warunków przez eksperymentatora¹¹. Prognoza zresztą dotyczyć może jakiejś nieznannej przedtem właściwości naszego wszechświata, tak jak np. Hoyle’a hipoteza o istnieniu nieznanego przedtem stanu rezonansowego jąder atomów węgla. W pewnym sensie „prognozą” opartą na jakiejś teorii może być coś znanego niezależnie od danej teorii, ale bez odwołania się do niej występującego w nauce jako „nagi”, znany jedynie z doświadczenia, ale nie tłumaczony, fakt. Tak np. „prognozą” generowaną przez odnośną teorię może być wynikająca z jej założeń znikoma wartość stałej kosmologicznej w naszym wszechświecie. Zaciera się tu, jak widać, różnica pomiędzy przewidywaniem a wyjaśnianiem.

Autor zwraca uwagę, że doświadczalne sprawdzanie hipotez polegające na testowaniu prognoz występowania nieznananych przedtem zjawisk częstokroć nie jest sprawą prostą:

Jeśli idzie o eksperymenty na granicy tego, co dla nas możliwe, to prawie zawsze trudno je powtórzyć i na ogół trudno jest odróżnić szum od mającego znaczenie sygnału. Zrozumienie i eliminacja wszystkich źródeł błędu w eksperymencie nowego rodzaju często wymaga wielu lat i wysiłków rozmaitych ludzi (s. 365).

Przy tym poziom naszej techniki doświadczalnej nie zawsze pozwala na natychmiastowe bezpośrednie sprawdzanie danej hipotezy. Rozróżnić należy przypadki, kiedy mamy uzasadnione nadzieje, że stanie się to w przyszłości, od przypadków, kiedy oczekiwania takie nie są usprawiedliwione:

Od stuleci mieliśmy dobre powody do wierzenia, że skoro istnieje mnóstwo gwiazd, to istnieje mnóstwo planet [Tak więc można mieć rozumne powody do uznawania jakiejś hipotezy za wiarygodną mimo niemożności jej bezpośredniego sprawdzania – H.E.] – a niedawno bezpośrednio potwierdziliśmy istnienie planet poza naszym układem słonecznym (s. 164).

¹¹ Władysław Krajewski (1998) wskazuje, że „możemy podzielić przewidywania zdarzeń [przez daną hipotezę] na prognozy, postgnozy i diagnozy [dotyczące teraźniejszości]” (s. 57).

Ponieważ hipoteza ta została potwierdzona, ma ona też, zdaniem Smolina, walor eksplanacyjny w odniesieniu do życiulubności naszej planety. Walor eksplanacyjny mają bowiem jedynie hipotezy uwiarygodnione.

Skoro wiemy, że istnieje ogromna liczba gwiazd i wiele planet, to rozumiemy, że po prostu na mocy przypadku powinno być wiele planet życiulubnych. [Warto by się było chyba ograniczyć do koniektury, że Ziemia nie jest jedyną planetą życiulubną. – H.E.]. Nie dziwi nas przeto, że znajdujemy się na jednej z nich. Wielka różnica zachodzi jednak pomiędzy analogią dotyczącą planet a sytuacją kosmologiczną. [Idzie o próbę wytłumaczenia życiulubności naszego wszechświata przez odwołanie się do hipotezy istnienia mnogości izolowanych wszechświatów, z których każdy podlega na mocy przypadku takim, a nie innym prawidłowościom – H.E.]. Nie wiemy bowiem o żadnych wszechświatach oprócz naszego własnego. Istnienie mnogości innych wszechświatów jest hipotezą, która nie może być potwierdzona przez bezpośrednią obserwację, a więc nie może mieć waloru eksplanacyjnego. Prawdą jest, że jeśli istnieje wiele wszechświatów rządzonych przypadkowymi prawidłowościami, to nie powinno nas dziwić to, iż przebywamy w takim, który zapewnia nam możliwość życia. Jednakże fakt, że przebywamy w życiulubnym wszechświecie, nie może być uznany za potwierdzenie teorii o istnieniu ogromnej mnogości wszechświatów (p. 163).

Rzecz ciekawą jest to, że przy pewnej (reprezentowanej przez niego) koncepcji wieloświata autor nie wyłącza możliwości uzyskiwania eksperymentalnie sprawdzalnych prognoz opartych na założeniu istnienia owych różnych od naszego realnych wszechświatów:

Czy możliwe jest [...] wyjaśnienie życiulubności naszego wszechświata oparte na sprawdzalnych hipotezach? W r. 1993 wystąpiłem z taką propozycją. Aby uzyskiwać sprawdzalne prognozy z teorii wieloświata, mnogość wszechświatów nie musi bynajmniej nosić charakteru przypadkowości [tzn. jednakowego „prawdopodobieństwa” tego, że jakiś dany wszechświat będzie miał takie, a nie inne z możliwych właściwości]. Musi ona mieć strukturę wewnętrzną polegającą na istnieniu właściwości posiadanych przez wszystkie wszechświaty albo przez ich większość, i muszą to być właściwości nie mające nic wspólnego z naszym istnieniem [tzn. pierwotne względem naszego istnienia, skoro mają ową życiulubność tłumaczyć – H.E.]. Na tej podstawie możemy ugruntować prognozę, że nasz wszechświat ma te właściwości (s. 167).

Tu autor odwołuje się do swojej teorii rodzenia się wszechświatów we wnętrzach czarnych dziur – teorii, według której owo generowanie wszechświatów podobne jest do procesów doboru naturalnego w biologii – patrz m.in. książkę Smolina (2002), *Życie wszechświata*.

Na gruncie tej teorii możliwe się okazało formułowanie rzeczywistych prognoz. W r. 1992 opublikowałem dwie z nich i, jak dotąd, wytrzymały one próbę doświadczenia, chociaż mogły być podważone przez wiele dokonanych później obserwacji. Jedna z nich głosi, że nie powinno być gwiazd neutronowych o masie większej od 1,6 masy Słońca; druga orzeka, że widmo fluktuacji generowanych przez inflację – i zapewne obserwowanych w kosmicznym promieniowaniu tła – powinno być zgodne z najprostszą dającą się pomyśleć wersją inflacji, z jednym parametrem i jednym polem inflacji (TP, s. 167).

Na tle wywodów Smolina zachodzi jednak pytanie, czy uwiarygodniane empirycznie mogą być hipotezy, które wiarygodności nie mogą czerpać bezpośrednio z testów empirycznych. Uznać trzeba nieodzowność odpowiedzi twierdzącej na to pytanie. Hipoteza uwiarygodniona dzięki jej bezpośredniemu empirycznemu sprawdzaniu uwiarygodnia hipotezy będące jej niedającymi się tak sprawdzić wnioskami. Jest to ważne, ponieważ, mimo że liczymy się ze wzrostem mocy eksperymentalnej nauki w najbliższej przyszłości – por. np. oczekiwanie na mające nastąpić niebawem uruchomienie Wielkiego Zderzacza Hadronów – to zarazem mamy coraz bardziej wszechstronną świadomość ograniczoności naszej mocy dokonywania doświadczeń.

Wiemy dziś, że na przeszkodzie do bezpośredniego sprawdzania hipotez stać mogą pewne fundamentalne prawidłowości przyrody i globalne właściwości naszego wszechświata. Pewne jego obszary na zawsze pozostaną poza ludzkim „horyzontem zdarzeń”, czyli nigdy nie otrzymamy sygnałów od pewnych obszarów wszechświata, nie dowiemy się „bezpośrednio” o tym, co się tam rozgrywało. W naszym obszarze wszechświata niedostępne są dla naszej empirii wnętrza czarnych dziur. Niedostępne są też dla naszej nauki zdarzenia, które się rozgrywały w naszym wszechświecie tuż po Wielkim Wybuchu, zanim wszechświat nie stał się „przezroczysty”, ok. 300 000 lat po Wybuchu. Jeśli, jak uważa np. Smolin, Wielki Wybuch poprzedzony był dziejami innego wszechświata, który najpierw się kurczył, aby z kolei w akcie „wielkiego odbicia” dać początek naszemu rozszerzającemu się wszechświatowi, to towarzysząca temu aktowi „wielka amnezja” uniemożliwi nam wgląd w dzieje owego poprzedzającego wszechświata. Mimo optymizmu Smolina nie wiemy, czy – lub w jakiejś mierze – będziemy kiedyś w stanie „obserwować” zjawiska rozgrywające się w tzw. dziedzinie Plancka.

W obliczu tych ustaleń trudno być ortodoksyjnym *popperazzo* niebiorącym pod uwagę innych niż bezpośredni sposobów uwiarygodniania hipotez.

9. Na uwagę zasługuje następujący wywód Susskinda z *CL*:

[T]rudności sprawdzenia Krajobrazu, Wiecznej Inflacji i Zasady Antropicznej są realne, jednakże istnieje wiele sposobów sprawdzania teorii. Spójność matematyczna może nie robić wrażenia na zatwardziałym doświadczalniku, a jednak nie należy jej nie doceniać. Nie mamy bynajmniej do czynienia z wieloma spójnymi teoriami łączącymi mechanikę kwantową z ogólną teorią względności. Dlatego to, w istocie, Teoria Strun ma tak mało konkurentek. [Zdaniem Smolina konkurentką jest reprezentowana przez niego pętlowa teoria grawitacji – H.E.] [...] Niewątpliwie jednak za wcześnie byłoby zaprzeczyć możliwości bardziej bezpośrednich testów. To prawda, że na ogół teoria i eksperyment posuwają się „ręka w rękę”, ale nie jest tak zawsze. Potrzeba było z górą dwudziestu lat, zanim Alana Gutha teoria inflacyjnego wszechświata mogła być obserwacyjnie sprawdzona. Początkowo nieomal wszyscy myśleli, że jest to pomysł ciekawy, który jednak nigdy nie będzie mógł być sprawdzony. [...] Przypadkiem jeszcze bardziej skrajnym była teoria Darwina. Opierała się ona na ogólnej obserwacji świata i na bardzo mądrym domysle.

Jednakże bezpośredni, kontrolowany test doświadczalny musiał się wydawać niemożliwy. Potrzebny by był do tego wehikuł czasu, który by przeniósł badacza na miliony czy też miliardy lat w przeszłość. W rzeczywistości dopiero po około stu latach wybitni biolodzy i chemicy znaleźli sposób na poddanie tej teorii ścisłym testom laboratoryjnym. Bywa tak, że teoria musi przeć naprzód, aby utorować drogę (s. 375–376).

Skontrastować to można z następującą wypowiedzią Smolina, który po przytoczeniu opinii Friedana (por. s. 47 niniejszego szkicu) pyta:

Jak to się jednak dzieje, że w obliczu omawianych przez nas problemów tak wiele osób o wybitnych umysłach nadal poświęca się teorii strun? [...] Jednym z elementów wytłumaczenia jest to, że reprezentanci teorii strun entuzjasmują się jej pięknem, czyli „elegancją”. Jest to jakby sąd estetyczny, co do którego ludzie mogą się nie zgadzać, tak że ja sam nie wiem, jak się mam do niego odnieść. W każdym razie nie pełni on żadnej roli w obiektywnej ocenie osiągnięć tej teorii [...]. Mnóstwo pięknych teorii nie miało, jak się z czasem okazało, nic wspólnego z naturą (s. 195).

Susskind powoływał się jednak, np. w przytoczonej powyżej wypowiedzi, na inne niż elegancja zalety teorii strun.

Na tych cytatach kończę moje sprawozdanie z omawianej kontrowersji.

Czytajcie obie te fascynujące książki, aby wyrobić sobie własne zdanie.

Bibliografia

- Davies, P.C.W., „John Archibald Wheeler and the Clash of Ideas”, w: J.D. Barrow, P.C.W. Davies, Ch.L. Charper, (2004) eds, *Science and Ultimate Reality*, Cambridge Univ. Press.
- Eilstein, H. (2006), *Biblia w ręku ateisty*, Warszawa, IFiS PAN.
- Greene, B., *Struktura kosmosu*, Warszawa, Prószyński i S-ka.
- Heller, M., „Koncepcja wielu wszechświatów – nauka czy fantazja?” (praca ukaże się w zbiorze *Prawa nauki*, wyd. OBI i PAU).
- Johnson, P.E. (1997), *Sąd nad Darwinem*, Warszawa, Vocatio.
- Krajewski, W. (1998), *Prawa nauki*, Warszawa, Książka i Wiedza.
- Maxwell, G., „Corroboration without Demarcation”, w: Schilpp P.A., ed., (1974), *The Philosophy of Karl Popper* (w serii *The Library of Living Philosophers*, La Salle, Illinois, Open Court).
- Popper, K., „Autobiography”, w: Schilpp, P.A., *The Philosophy of Karl Popper* (o.c.).
- Popper, K., „Replies to My Critics”, w: Schilpp P.A., *The Philosophy of Karl Popper*, (o.c.).
- Popper, K. (2002), *Logika odkrycia naukowego*, Warszawa, Fundacja Aletheia.
- Ratzinger, J. – wypowiedź cytowana w „Tygodniku Powszechnym”, 22 kwietnia 2007, s. 2.
- Quine, W.V.O. and Ullian, J.S. (1978), *The Web of Belief*, McGraw Hill.

- Smolin, L. (2006), *The Trouble with Physics...* Boston and New York, Houghton Mifflin Company.
- Smolin, L. (2002), *Życie wszechświata*, Warszawa, Amber.
- Susskind, L. (2005), *The Cosmic Landscape*, New York and Boston, Little, Brown and Company.
- Woit, P. (2006), *Not Even Wrong*, New York, Basic Books.
- Wróblewski, A.K. (2007), *Historia fizyki*, Warszawa, PWN.

Popperazzi

Key words: *string theory, falsificationism, metaphysics, physics, methodology*

Basing her discussion on the books by L. Susskind (2005) and L. Smolin (2006) the author focuses on the controversy concerning the scientific character of string theory in contemporary physics. Since both the above authors refer to quote K.R. Popper, various aspects of Popper's conception of falsificationism are discussed. Against this background some relations between methodology and metaphysical hypotheses also are examined.