ARTYKUŁY

ZAGADNIENIA FILOZOFICZNE
W NAUCE
XXII / 1998, s. 3–14*

Michał HELLER

CZY ŚWIAT JEST MATEMATYCZNY?

1. Racjonalność typu matematycznego

W poprzednim artykule[1] przyjąłem wyjściową hipotezę (jak sądzę, dobrze umotywowaną już w punkcie wyjścia) głoszącą, że światu należy przypisać pewną cechę, dzięki której można go racjonalnie badać. Cechę tę nazwałem *racjonalnością świata.* Istnieje wiele metod badawczych i jedne są bardziej skuteczne (w danej dziedzinie) od drugich. W badaniu świata przyrody szczególnie skuteczną okazała się metoda matematycznego modelowania połączona z eksperymentowaniem (w dalszym ciągu dla uproszczenia będę mówić po prostu o metodzie matematycznej). Postęp uzyskany w fizyce, od kiedy zaczęła ona stosować na szeroką skalę właśnie tę metodę, jest tak wielki, że trudno go porównać z postępem w jakiejkolwiek innej dziedzinie ludzkich wysiłków poznawczych. Ten bezsporny fakt pozwala nieco dokładniej sprecyzować moją wyjściową hipotezę: *światu należy przypisać cechę, dzięki której szczególnie skutecznie można go badać przy pomocy metody matematycznej.* Świat posiada więc racjonalność szczególnego typu — typu matematycznego. W tym sensie będę mówić o *matematyczności świata.*

Winienem tu uczynić dwie uwagi. Po pierwsze, używając umownego określenia „matematyczność świata", nie chcę pomniejszać znaczenia empirycznej składowej metody jego badania. Bez tej składowej nie byłoby badania świata, lecz tylko co najwyżej konstruowanie abstrakcyjnych modeli. Z drugiej jednak strony, należy z naciskiem podkreślić, że bez „przeniknięcia matematycznością" eksperymentowanie w fizyce byłoby niemożliwe; odnosi się to do wszystkich eksperymentów: od najbardziej elementarnych

*UWAGA: Tekst został zrekonstruowany przy pomocy środków automatycznych; możliwe są więc pewne błędy, których sygnalizacja jest mile widziana (obi@opoka.org). Tekst elektroniczny posiada odrębną numerację stron.

[1] Niniejszy artykuł jest kontynuacją artykułu: *Czy świat jest racjonalny?* „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce" 20 (1997), s. 66–78.

doświadczeń z maszynami prostymi aż do najbardziej zaawansowanych doświadczeń wykonywanych we współczesnych akceleratorach cząstek elementarnych. Nawet gdyby było tak, jak sądzą skrajni racjonaliści (nie brak ich wśród fizyków), według których całą informację o świecie można by wydedukować ze szczęśliwie odgadniętej teorii matematycznej, to i tak doświadczenie byłoby niezbędne, choćby tylko po to, aby stwierdzić, że zmatematyzowana teoria (tzw. teoria wszystkiego) została odgadnięta trafnie. Wszystko to należy mieć na uwadze, używając określenia „matematyczność świata". Po drugie, skupiając uwagę na tej cesze świata, dzięki której wyjątkowo skutecznie można go badać przy pomocy matematyki, nie chcę dyskredytować innych metod badawczych. Po prostu w moich analizach interesuje mnie ta cecha świata a nie inna. Inne metody również okazywały swoją skuteczność. Na przykład w biologii istotny postęp został osiągnięty przy minimalnym zastosowaniu matematyki. Dopiero ostatnio obserwuje się inwazję metod matematycznych w tej dziedzinie nauki.

Pozostańmy jeszcze przez chwilę przy kwestiach terminologicznych. Niektórzy autorzy zamiast o matematyczności świata, mówią o jego *matematyzowalności*. W zasadzie różnica pomiędzy tymi dwoma terminami jest taka, jak na przykład między orientowalnością a zorientowaniem powierzchni w geometrii. Orientowalność oznacza możliwość zorientowania: daną powierzchnię można zorientować tylko wtedy, gdy jest ona orientowalna. Ponieważ jednak w moim rozumieniu matematyczności świata, mam na myśli tę jego cechę, dzięki której *można* go matematycznie badać, różnica pomiędzy matematycznością świata (w moim rozumieniu) a jego matematyzowalnością zaciera się. Wolę jednak używać określenia „matematyczność", ponieważ zwraca ono uwagę nie tylko na potencjalną skuteczności matematycznego badania świata, lecz podkreśla „fakt dokonany": metoda ta funkcjonuje i rzeczywiście jest skuteczna. Ale przy konwencjach językowych się nie upieram; byle tylko zawsze wiedzieć, o czym się mówi.

Niektórzy autorzy używają jednak określenia „matematyzowalność świata" w nieco innym znaczeniu. Wychodzą oni z faktu, że w nowożytnej fizyce świat faktycznie bada się przy pomocy metod matematycznych. A jeżeli tak, to *świat jest matematyzowalny* (analogicznie do rozumowania w geometrii: ta powierzchnia jest zorientowana, a więc jest orientowalna). I na tym dla nich problem się kończy. Można co najwyżej pytać o (metateoretyczne) własności zabiegu konstruowania matematycznych modeli świata, lub „matematycznego opisu" świata, jak niekiedy wolą mówić zwolennicy tego poglądu (często rekrutują się oni spośród filozofów o analitycznej orientacji).

W ten sposób „problem matematyzowalności” redukuje się do technicznych analiz matematycznego modelowania w nowożytnej fizyce.

Widzimy więc, że terminologiczne spory (matematyczność czy matematyzowalność) niekiedy przybierają postać sporów zasadniczych: czy problem matematyczności świata jest rzeczywiście problemem, czy pseudoproblemem? To pytanie w znacznej mierze wyznacza dalszy kierunek moich rozważań.

2. Światy niematematyczne

Trzeba więc sprawdzić, czy hipoteza matematyczności świata nie jest trywialna. Wśród matematyków i fizyków przyjął się zwyczaj nazywania stwierdzenia trywialnym, jeżeli jest ono treściowo puste lub przynajmniej informacyjnie jałowe, tzn. „nie wnosi nic zasadniczo nowego”. Ażeby wykazać, że nie zachodzi to w przypadku hipotezy matematyczności świata, należy zastanowić się nad tym, czy możliwy (i w jakim sensie) byłby świat, odnośnie którego nie dałoby się sformułować hipotezy jego matematyczności, czyli świat niematematyczny (a więc nie posiadający cechy umożliwiającej jego badanie metodami matematycznymi). Okazuje się, że można — na zasadzie doświadczenia myślowego — podać szereg przykładów „światów”, które nie posiadają cechy matematyczności, albo inaczej — posiadają cechę lub cechy uniemożliwiające ich matematyczne badanie; nazwijmy je *światami niematematycznymi*. Przykłady, jakie niżej przytoczę, tworzą pewną hierarchię: od światów „bardziej niematematycznych” do światów „mniej niematematycznych”.

Zacznijmy od świata „najbardziej niematematycznego”. Byłby to świat, w którym żadne zasady matematyki (i logiki) nie obowiązują; lub nawet silniej — w którym nie obowiązują zasady żadnej matematyki (i żadnej logiki). Taki (fikcyjny) świat nazwijmy *całkowicie niematematycznym*. Dodajmy, że w takim świecie wykluczone są także wszelkie prawa typu probabilistycznego czy stochastycznego (probabilistyka i stochastyka są tak samo dobrą matematyką, jak geometria różniczkowa czy analiza funkcjonalna; do zagadnienia probabilistycznych aspektów matematyczności świata powrócę przy innej okazji). Świat całkowicie niematematyczny, w którym nie obowiązywałyby żadne prawidłowości, albo — co wychodzi na to samo — obowiązywałyby wszystkie prawidłowości równocześnie, byłby „rozrywany sprzecznościami” i nie mógłby „wejść w istnienie”. Jeżeli ta ontologiczna hipoteza jest prawdziwa, to „pewien stopień matematyczności” jest niezbędny, by świat był racjonalny w sensie określonym w rozdziale 2 (tzn., by posiadał cechę, dzięki której można go skutecznie badać). Świat całkowicie niematematyczny byłby więc równocześnie światem *całkowicie irracjonalnym.*

Nasza obecna znajomość matematyki pozwala nam wyobrazić sobie świat, którego struktura odpowiadałyby strukturom matematycznym, całkowicie dla nas niepoznawalnym. W historycznym rozwoju matematyki działa potężny efekt selekcji: badamy tylko takie struktury matematyczne, które możemy badać. Wiadomo na przykład, że istnieje wiele matematycznych funkcji, które są zbyt skomplikowane, by nimi manipulować, lub nawet, by je wyrazić w postaci jakiejś formuły[2]. Zilustrujmy tę możliwość przykładami.

Rozważmy następujący, skrajnie uproszczony „model świata”[3].

Załóżmy, że nasz hipotetyczny świat może się znajdować tylko w dwu stanach; nazwijmy je stanem „zero” i stanem „jeden”. Historia świata jest więc reprezentowana przez ciąg zer i jedynek. Załóżmy dalej, że świat ten miał początek, co możemy zaznaczyć, umieszczając kropkę na początku ciągu zer i jedynek. Otrzymamy więc na przykład ciąg:

$$.011000101011...$$

Zadaniem fizyka badającego ten świat jest stworzenie teorii, na podstawie której mógłby on przewidywać następne stany świata. Teoria taka sprowadzałaby się więc do zwinięcia ciągu zer i jedynek do postaci wzoru (krótszego niż sam ciąg zer i jedynek), na podstawie którego dałoby się wyliczać kolejne wyrazy ciągu. Fizyk ma szanse na znalezienie teorii rozważanego świata tylko wówczas, gdy ciąg zer i jedynek jest — jak powiadamy — *algorytmicznie ściešnialny.* Ale tu pojawia się problem. Tego rodzaju ciąg można bowiem interpretować jako dziesiętne rozwinięcie liczby z odcinka $[0, 1]$, a — jak wiadomo — zbiór liczb algorytmicznie ściešnialnych zawartych w odcinku $[0, 1]$ jest miary zero[4]. A więc jeśli tylko nasz hipotetyczny świat nie powstał dzięki bardzo starannemu zaprojektowaniu przez swojego Stwórcę, lecz na przykład przez ślepe losowanie liczb z odcinka $[0, 1]$, to ciąg zer i jedynek, reprezentujący historię tego świata, ma praktycznie

[2]Zdaniu temu można by nadać bardziej precyzyjną postać pod warunkiem określenia przestrzeni funkcyjnej, jaką mamy na myśli, ale dla obecnych rozważań aż taka precyzja nie jest konieczna.

[3]Przykład ten zawdzięczam A. Staruszkiewiczowi (por. jego art. w „Rocznikach Filozoficznych” (KUL) 28 (1980), nr 3, s. 67–69).

[4]Liczba $\pi = 3,14159...$ należy do tego wyjątkowego zbioru, ponieważ można ją „algorytmicznie ścieśnić”, stwierdzając, że liczba π równa się stosunkowi obwodu dowolnego okręgu do jego średnicy.

zerowe szanse, by należeć do wyróżnionego zbioru algorytmicznie ścieśnialnych ciągów, a zatem fizyk badający ten świat nie może żywić rozsądnej nadziei na odkrycie jego teorii. Badany przez niego świat ma strukturę matematyczną, ale jest matematycznie niebadalny. Albo w bardziej technicznym języku: podzbiór matematycznie badalnych światów rozważanego typu tworzy podzbiór miary zero w zbiorze wszystkich matematycznych światów.

Oczywiście fizyk mógłby uznać za matematyczną teorię tego świata sam ciąg zer i jedynek, ale wówczas teoria byłaby w istocie kopią historii świata. Otrzymujemy więc interesujący wniosek: fizyk może dysponować albo dokładną teorią (kopią) badanego przez siebie świata, albo nie dysponować żadną teorią. Jego świat jest nieprzybliżalny przez żadne prostsze struktury matematyczne (prostsze od struktury samego świata).

Wiadomo, jak bardzo ważną rolę w metodzie fizyki odgrywają zabiegi idealizacji i aproksymacji. Gdyby fizyka musiała stawiać czoła światu w całej jego złożoności i skomplikowaniu bez możliwości wyizolowywania pewnych aspektów i przybliżania złożonych struktur prostszymi, prawdopodobnie do dziś bylibyśmy skazani na czysto jakościowy opis świata w stylu fizyki Arystotelesa. Chwila, w której Newton zrozumiał, że warto rozważać ciała o punktowych rozmiarach, poruszające się jednostajnie i prostoliniowo, na które nie działają żadne siły, stała się przełomem w historii fizyki.

Istnieje jeszcze inna możliwość. Wyobraźmy sobie świat dokładnie taki sam jak nasz z jednym „małym” wyjątkiem: niech siła grawitacji pomiędzy dwiema masami nie działa (zgodnie z prawem Newtona) odwrotnie proporcjonalnie do drugiej potęgi odległości pomiędzy nimi, lecz odwrotnie proporcjonalnie do odległości pomiędzy nimi podniesionej do potęgi $1,999$. Wówczas orbity planet byłyby krzywymi na ogół nieokresowymi i niezamkniętymi, i jeżeli nawet życie na którejś z planet mogłoby się rozwinąć, to tamtejsi astronomowie na długie millenia musieliby się zadowolić astronomią typu ptolemejskiego z całą hierarchią deferensów i epicykli. Należałoby wątpić, czy prawo grawitacji w ogóle zostałoby odkryte. Oczywiście można sobie wyobrazić inne „poprawki” do praw przyrody, które by w jeszcze większym stopniu udaremniały badanie świata.

3. Czego uczą przykłady?

Spróbujmy wyciągnąć wnioski z powyższych przykładów. Matematycznością świata nazwałem tę jego cechę, dzięki której można go badać przy pomocy matematyczno–empirycznych metod. A więc matematyczność świata w takim rozumieniu jest zrelatywizowana do możliwości jego badania przez racjonalnych badaczy. Rozważone wyżej przykłady pokazują jednak, że (przynajmniej myślowo) mogą istnieć światy, którym należy przypisać pewnego rodzaju matematyczność (podleganie prawidłowościom typu matematycznego), ale które nie mogłyby być badane przez żadnych racjonalnych badaczy (np. świat „zbudowany" z matematyki nieprzybliżalnej żadnymi prostymi strukturami). W przyjętej dotychczas konwencji terminologicznej takim światom nie przysługuje cecha matematyczności (bo nie można ich badać matematycznie). Taka konwencja okazuje się więc zbyt sztywna; należy ją zatem ulepszyć. Na określenie świata, posiadającego cechę, dzięki której można go badać metodami matematycznymi, będę w dalszym ciągu używał terminu *świat poznawczo matematyczny*; będę również mówić po prostu o *poznawczej matematyczności świata*. Natomiast dla światów, które nie są całkowicie niematematyczne (w sensie określonym w poprzednim paragrafie) zarezerwuję określenie *światy ontycznie matematyczne*; będę również mówić o *matematyczności w sensie ontologicznym*.

Powyżej rozważone przykłady wskazują więc, że może istnieć świat ontycznie matematyczny, ale nie posiadający cechy poznawczej matematyczności. Stawiam natomiast hipotezę, że matematyczność w sensie ontologicznym jest koniecznym warunkiem istnienia.

W tym i w poprzednim artykule (*Czy świat jest racjonalny?*) starałem się przytoczyć argumenty na rzecz tez, że światu należy przypisać dwie (ściśle ze sobą związane) cechy: racjonalność (to, że można go racjonalnie badać) i matematyczność (to, że można go badać matematycznie). Sformułowanie takie sugeruje, że matematyczność świata jest czymś pochodnym w stosunku do jego racjonalności, że jest jej szczególnym przypadkiem. Jednakże wprowadzone powyżej rozróżnienie matematyczności ontologicznej i poznawczej nakazuje zachować ostrożność w wyciąganiu takiego wniosku. Jeżeli matematyczność w sensie ontologicznym jest koniecznym warunkiem istnienia, to nie może istnieć świat racjonalny, który by równocześnie nie był światem ontycznie matematycznym. Świat posiadający cechę, dzięki której daje się go racjonalnie badać (przy pomocy jakichkolwiek, niekoniecznie matematycznych, metod), musi być światem przynajmniej ontycznie matematycznym.

Powstaje pytanie: czy jest możliwy świat racjonalny (a więc również matematyczny w sensie ontologicznym), ale który nie byłby światem poznawczo matematycznym? Świat taki można by badać racjonalnie, ale przy pomocy metod innych niż matematyczne. Wszystko wskazuje na to, że taką możliwość należy brać pod uwagę. W końcu istnieją nauki, które nie posługują się metodami matematycznymi, a które odnoszą poważne sukcesy badawcze. Ale kwestię tę na razie pozostawmy na boku.

4. Naturalna selekcja fizycznych teorii

Jest rzeczą zastanawiającą, że dyskusje wokół problemu matematyczności świata znacznie bardziej polaryzują poglądy dyskutantów niż to ma miejsce w przypadku innych polemik. Jedni (przeważają wśród nich fizycy–teoretycy) uważają, że choć fakt matematyczności świata jest oczywisty, ma on głęboką wymowę filozoficzną; inni (dominują wśród nich filozofowie) utrzymują, że cały problem jest banalny i nie wart dyskutowania. Czemu przypisać taką polaryzację stanowisk? Myślę, że racji wyjaśniającej to interesujące zjawisko należy szukać w powszechności tej cechy, jaką jest matematyczność świata. Jeżeli ontyczna matematyczność świata jest warunkiem koniecznym istnienia, to wokół nas nie ma niczego, co nie byłoby matematyczne. Nie mając „punktu odniesienia" (czy raczej „czegoś dla kontrastu"), trudno tę cechę dostrzec. Podobnie jak nie dostrzega się prędkości naddźwiękowego odrzutowca, siedząc w tym odrzutowcu.

Diagnozę tę potwierdza fakt, że przeciwnicy matematyczności świata, przytaczając argumenty mające świadczyć o trywialności całego problemu, milcząco zakładają to, co chcą obalić. Dla przykładu rozpatrzmy rozumowanie van Fraassena. Cytuje je J. Placek w artykule polemizującym z obrońcami tezy o matematyczności świata[5]. J. Placek, powołując się na własną korespondencję z van Frassennem i na jego książkę *The Image of Science*[6], w następujący sposób streszcza poglądy tego ostatniego: „[f]izycy budują wiele teorii mających wyjaśniać jakąś dziedzinę zjawisk. Wyprowadzają z nich empiryczne konsekwencje. Przeprowadzają doświadczenia mające sprawdzić, czy owe konsekwencje zgodne są z danymi eksperymentalnymi. Podczas takiego sprawdzania okazuje się, że większość teorii nie jest adekwatna empirycznie[7]. Na placu boju pozostaje coraz mniej teorii, co do których można mieć nadzieję, że są adekwatne. W końcu jedna z nich uzyskuje miano obowiązującej. Pojawiające się tu podobieństwo wyboru teorii do procesu doboru naturalnego sprawia, że sukces teorii czy skuteczność matematyki w modelowaniu zjawisk fizycznych przestają być tajemnicze.

[5] J. Placek, *O pojęciu matematyzowalności przyrody*, „Kwartalnik Filozoficzny" 23 (1995), s. 61–86.

[6] B. van Frassenn, *The Image of Science*, Clarendon Press, Oxford 1980.

[7] Van Frassenn uważa, że celem nauki nie jest prawda, lecz jedynie osiągnięcie „empirycznej adekwatności".

Uczeni postępowali tak, aby wybrać najlepszą teorię, czyli taką, w której matematyka okazała się najbardziej 'skuteczna'. Zwykle proces budowy teorii trwał przez jakiś czas; jego efektem jest teoria, która prawdopodobnie w przyszłości zostanie zastąpiona przez inną, bardziej poprawną empirycznie i lepszą pojęciowo"[8].

Jeżeli dla celów dyskusji zgodzić się z zasadniczym tokiem tej argumentacji[9], natychmiast pojawia się pytanie: dlaczego proces „naturalnej selekcji teorii" funkcjonuje? Podstawą wszelkich procesów selekcji są zjawiska o charakterze probablistycznym (można tu mówić o pewnego rodzaju „konkurencji prawdopodobieństw"). A więc w świecie działają prawidłowości, których badaniem zajmuje się rachunek prawdopodobieństwa. Rachunek prawdopodobieństwa jest tak samo dobrą teorią matematyczną jak każda inna teoria matematyczna. Wracamy więc do wyjściowego pytania: dlaczego świat jest matematczny?

To prawda, że uczeni postępują tak, „aby wybrać najlepszą teorię, czyli taką, w której matematyka okazała się najbardziej skuteczna". Ale dlaczego postępowanie takie jest możliwe? W światach niematemtycznych, których przykłady analizowałem w paragrafie 2, byłoby ono wykluczone.

Jak widzieliśmy, problem matematyczności świata jest „składową" problemu racjonalności świata. W przypadku (ontycznej) racjonalności świata, jeszcze łatwiej wykazać, że każdy argument usiłujący przekonać o tym, że twierdzenie o racjonalności świata jest treściowo puste, w istocie racjonalność tę zakłada. Po prostu w świecie ontycznie irracjonalnym nie mogłyby funkcjonować żadne argumenty i każdy, kto posługuje się jakimikolwiek argumentami, tym samym zakłada, że świat nie jest irracjonalny.

5. Matematyczność świata a „usprawiedliwienie indukcji"

Jest faktem zadziwiającym, że jak długo w naukach stosowano niezawodne metody rozumowania (metody dedukcyjne), postęp w nich był znikomy; natomiast z chwilą gdy zastosowano metody zawodne (oparte na obserwacji i eksperymencie), postęp natychmiast stał się lawinowy. Fakt ten

[8]Tamże s. 65–66.

[9]Choć w istocie można by kwestionować niektóre jej fragmenty. Na przykład, czym różni się empiryczna adekwatność teorii ze zgodnością danej teorii z danymi eksperymentalnymi, czyli z jej 'empiryczną prawdziwością'? Albo: w przeciwieństwie do tego, co sugeruje van Frassenn, fizycy bardzo rzadko konstruują „wiele teorii mających wyjaśnić jakąś dziedzinę zjawisk". Na ogół zaledwie kilka teorii konkuruje ze sobą (inne pomysły od początku nie są brane pod uwagę). I to też jest rzecz godna zastanowienia.

nie kompromituje metod dedukcyjnych, które są *niezawodne*, kompromituje jedynie metodę uprawiania nauk o świecie ograniczającą się *wyłącznie* do dedukcji. Nie zmienia to jednak w niczym tego niezwykłego faktu, że to właśnie wprowadzenie metod zawodnych, zapewniło naukom tak zawrotny postęp.

W czasach, w których metodę nauk empirycznych utożsamiano z metodą indukcyjną, problem ten nazywano problemem *usprawiedliwienia indukcji.* Z grubsza rzecz biorąc problem ten formułowano następująco: indukcja (niezupełna) polega na przebadaniu skończonej liczby przypadków, na podstawie których wyciąga się wniosek ogólny. Co zapewnia niezwykłą skuteczność tej metodzie? Jakie dodatkowe założenia należy przyjąć, aby *usprawiedliwić* wniosek ogólny wyciągnięty na podstawie przebadania skończonej liczby szczególnch przypadków? Dziś już powszechnie wiadomo, że tak rozumiana metoda indukcyjna znajduje w naukach empirycznych ograniczone zastosowanie. Metoda nauk empirycznych jest znacznie „mniej mechaniczna” i znacznie bardziej twórcza. Zwykle — za Popperem — określa się ją mianem *metody hipotetyczno–dedukcyjnej.* Nie będę jej tu opisywać, zresztą związane z nią szczegóły techniczne nie są istotne dla moich dalszych rozważań. Wystarczy uświadomić sobie, że — zgodnie z tym, co sugeruje nazwa „metoda hipotetyczno–dedukcyjna” — jest ona kombinacją niezawodnych metod typu dedukcyjnego z elementem twórczym odnoszącym się do stawiania różnego rodzaju hipotez. Ten ostatni element sprawia, iż w sumie jest to zbiór metod z logicznego punktu widzenia zawodnych. I to zawodnych w dużym stopniu, tzn. do tego zbioru metod trzeba by dołączyć silne założenia, żeby uczynić z nich metody niezawodne.

Warto zapytać: czy można wskazać takie założenia? Jeżeli metoda hipotetyczno–dedukcyjna tak skutecznie funkcjonuje w naukach, to coś musi ją „usprawiedliwiać”. I istotnie, nie trudno takie „usprawiedliwienie” wskazać. Cała historia nowożytnych nauk empirycznych świadczy, że jest nim ta własność świata, którą nazwałem jego matematycznością (w sensie ontologicznym)[10]. Jeżeli struktura świata jest w jakimś sensie podobna do pewnej struktury matematycznej (lub pewnych struktur matematycznych), to staje się rzeczą zrozumiałą, że uchwycenie (intuicją lub doświadczeniem) tylko pewnych elementów tej matematycznej struktury może pozwolić, posługu-

[10]Zrozumienie tego faktu jest wynikiem dyskusji na prowadzonym przeze mnie seminarium z filozofii przyrody na Wydziale Filozoficznym Papieskiej Akademiii Teologicznej w Krakowie w roku akademickim 1996/97. Na podkreślenie zasługuje szczególny wkład, jaki do tych dyskusji wniósł ks. dr Adam Olszewski.

jąc się matematyczną dedukcją, na zrekonstruowanie całej struktury. Lub nieco bardziej formalnie: jeżeli do zbioru zdań wyrażających hipotetyczno–dedukcyjną metodę fizyki (znowu dla konkretności ograniczam się do fizyki) dołączyć zdanie stwierdzające matematyczność świata, to otrzymamy opis metody o wysokim stopniu niezawodności. Możemy nawet zaryzykować twierdzenie, że jest to opis metody po prostu niezawodnej, a fakt, że dość często zdarzają się jednak nietrafne teorie (lub modele) fizyczne, należy przypisać temu, iż na ogół nie jest rzeczą łatwą przy pomocy intuicji lub doświadczenia (najczęściej przy pomocy kombinacji intuicji z doświadczeniem) uchwycić właściwe elementy właściwej struktury matematycznej.

W tym sensie problem „usprawiedliwienia indukcji", w jego uwspółcześnionej wersji jako problemu „usprawiedliwienia metody empirycznej" nowożytnej fizyki, można uznać za rozwiązany. Usprawiedliwieniem metody empirycznej jest matematyczność świata.