

STANISŁAW KICZUK

## ZYGMUNTA ZAWIRSKIEGO KONCEPCJA TEORII FIZYKALNEJ NA TLE INNYCH UJĘĆ

Faktem jest, że logika współczesna różnicuje znaczenie różnych struktur metodologicznych nauki, preferując teorię jako składnik główny. Zwraca się uwagę, że teorie nauk empirycznych budowane są z reguły w języku potocznym, który jest ubogaczany terminologią specjalną. Trudno jest jednoznacznie określić elementy takiej teorii. Logik, który dąży do jasności myśli, do ścisłości i jednoznaczności ich wyrażania, nie może pozostać obojętny wobec faktu niedookreśloności teorii empirycznych, a szczególnie teorii fizykalnych, które obficie korzystają z języka matematyki. Dokładne określenie elementów teorii fizykalnych, zdaniem logików współczesnych, ułatwia aksjomatyzacja i formalizacja tych teorii.

Ponieważ na gruncie polskim po raz pierwszy obszernie zagadnieniem aksjomatyzacji fizyki zajął się Zygmunt Zawirski, pewne problemy z tym związane przedyskutuje się z uwzględnieniem jego poglądów, by z kolei dokonać ich oceny i wyeksplikować momenty ważne dla filozofii nauki. W pierwszej części artykułu zwróci się uwagę na możliwość korzystania z rezultatów badań poczynionych nad systemami aksjomatycznymi logiki i matematyki w teoriach fizyki. W drugiej części pracy wyeksplikuje się słuszny pogląd, na który zwrócił uwagę Zawirski, że obok matematycznych aksjomatów fizyki są pewne założenia najogólniejsze, które uczony przyjmuje przed przystąpieniem do badań naukowych. Skrótowo przedyskutuje się, niewystarczająco w literaturze opracowany, problem możliwości zmian tych filozoficznych założeń. Zwróci się również uwagę na niewystarczalność analiz współczesnej filozofii nauki odnośnie do tych najogólniejszych zasad.

### 1. DONIOSŁOŚĆ BADAŃ NAD METODĄ NAUK APRIORYCZNYCH DLA TEORII FIZYKALNYCH

Z. Zawirski wymienia dwie metody naukowe: dedukcyjną, stosowaną przez nauki matematyczne i logikę formalną, oraz indukcyjną, stosowaną przez nauki empiryczne. Metodę dedukcyjną da się scharakteryzować wyłą-

cznie przez rozumowanie dedukcyjne<sup>1</sup>. Istotą tego rozumowania, według autora, sprowadza się do wyprowadzania konsekwencji z przyjętych założeń według pewnych reguł logicznych. Metoda aksjomatyczna z kolei polega na reformie i pogłębieniu metody dedukcyjnej<sup>2</sup>. Do rozwoju metody aksjomatycznej przyczyniły się badania nad podstawami geometrii nieeuklidesowych. Geometrie te pozwoliły zwrócić uwagę na fakt, iż aksjomaty nie muszą być oczywiste.

Zawirski zaznacza, że nie jest nowością zauważenie, iż sam proces logiczny dedukowania nie zależy od tego, czy się dedukuje z przesłanek oczywistych czy nieoczywistych. Nowe i niezwykle cenne jest, według autora, odkrycie, że dedukcje oparte na zasadach nieoczywistych mogą stać się doniosłą zdobyczą naukową.

Nasz autor jest świadom faktu, że z metodą dedukcyjną mają do czynienia nie tylko matematycy. Współczesna jemu logika formalna była już zbiorem systemów dedukcyjnych, których tezy zbudowane są ze stałych logicznych i zmiennych symboli<sup>3</sup>. Logika tradycyjna natomiast, jak słusznie utrzymuje Zawirski, nigdy nie umiała ująć swoich praw w system dedukcyjny i prowadziła często beznadziejne spory na temat, które prawa są najbardziej podstawowe. Współczesna logika formalna dba o aksjomatyzację swych teorii. Jako przykład dobrej, kunsztownej roboty wymienia on systemy dedukcyjne teorii zmiennych zdaniowych, które nazywa systemami sformalizowanymi, ponieważ poprawność definicji i dowodów tam występujących można śledzić przypatrując się jedynie zewnętrznym kształtom i porządkowi napisów.

Trzeba podkreślić, iż Zawirski był świadom faktu, że stosowanie metody dedukcyjnej, aksjomatycznej, chociaż w logice jest czymś stosunkowo nowym, to jednak nie jest nowością w historii myśli ludzkiej. Była ona używana w filozofii jako sposób pisania „more geometrico”<sup>4</sup>. Przykład metody aksjomatycznej filozofia czerpała z geometrii Euklidesa. Geometrię tę ocenia on jako pierwowzór niedoskonały. Dziś pierwowzoru dostarcza logika matematyczna, która według autora stworzyła najwyższą miarę słuszności naukowej.

Nie będzie przesady, jeśli myśli Zawirskiego wyrazi się w ten sposób, że szkołą kunsztu budowania systemów dedukcyjnych, laboratorium wzorowego postępowania dla innych nauk dedukcyjnych jest logika formalna. Minął czas, kiedy logika ta miała „za punkt honoru” upodobnić się do algebry. Teraz nauki matematyczne w dążeniu do aksjomatyzacji i formalizacji muszą czerpać wzory z logiki formalnej. Zawirski chce, aby tą drogą poszła też i fizyka.

<sup>1</sup> Por. Z. Zawirski. *Science et philosophie*. Varsovie 1937 s. 2.

<sup>2</sup> Tenże. *Metoda aksjomatyczna a przyrodznawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 1:1922-1923 s. 509.

<sup>3</sup> Tenże. *Logika teoretyczna*. Kraków 1938 s. 2.

<sup>4</sup> Tenże. *Dotychczasowe próby aksjomatyzacji systemów metafizycznych*. „Sprawozdanie

Lecz czym jest dla naszego autora fizyka i jaka jest jej metoda? Tę metodę nazywa Zawirski odwrotnością metody dedukcyjnej stosowanej w matematyce i logice. W naukach przyrodniczych bowiem szuka się racji, z których wynikają sądy o faktach, jako konsekwencje tych racji. Według autora obserwacja faktów powinna być połączona z dokładnym pomiarem ilościowym. Racje to prawie zawsze wyrażenie pewnych stałych związków ilościowych między wielkościami fizycznymi<sup>5</sup>. Dzięki temu, pisze Zawirski, znaczna część nauk przyrodniczych stała się terenem matematyki stosowanej. Nauki te nazywa przyrodnozawstwem matematycznym. Do nich należy fizyka, której przypisuje rangę „podstawy wszystkich innych nauk przyrodniczych”. Ona to bada zjawiska, o ile są mierzalne i poszukuje związków matematycznych wiążących wielkości występujące w zjawiskach<sup>6</sup>. Jako zjawisko należy traktować również to, co da się przedstawić na przedłużeniu linii zjawisk, chociażby naocznie nie dało się ująć<sup>7</sup>. Zawirski dodaje, że nie chce przeoczyć roli pierwiastka konstrukcyjnego i intuicyjnego w poznaniu matematyczno-przyrodniczym. Teoria względności jest argumentem potwierdzającym znaczenie tego elementu. Aby odróżnić poznanie przyrodnicze, fizykalne, od filozoficznego, autor czyni uwagę, że poznanie przyrodnicze wyraża zawsze tylko to, czym dany przedmiot jest względem innych i dla innych, a nie to, czym jest dla siebie.

Fizyka, jak wspomniano, staje się pewnym działem matematyki stosowanej. Autor wyciąga stąd wniosek, że pogłębienie logiczne metody badań matematycznych przez aksjomatyzację (formalizację) nie może pozostać bez wpływu na fizykę. To, że metoda fizyki jest inwersją dedukcji stosowanej przez matematykę i logikę formalną, ma doniosłość tylko dla heurezy. Zdobyte widomości fizyk stara się uporządkować, nadać nauce wygląd wykończonyj teorii, której prawa ogólniejsze idą przed szczegółowymi itp.<sup>8</sup> Fizyka, pisze Zawirski, w bardzo wielu swoich działach ma charakter nauki dedukcyjnej, pomimo że prawa jej zostały zdobyte na drodze indukcyjnej. Autor, mając na uwadze korzyści płynące z aksjomatyzacji systemów matematyki i logiki formalnej, postuluje doskonalenie systemów dedukcyjnych fizyki (wykończonyj teorii) przez konstruowanie systemów aksjomatycznych. Zachodzi więc, według niego, możliwość wykorzystania rezultatów badań nad metodą nauk dedukcyjnych w teoriach fizykalnych. Okoliczność, iż symbole matematyczne fizyki muszą być tak dobrane, aby można było im przyporządkować pewne dane empiryczne, nie przeszkadza aksjomatyzacji, lecz sprawia lub może sprawić, że aksjomatyka może ulegać pewnym zmia-

z Czynności i Posiedzeń PAU” 1945 z. 6 s. 108.

<sup>5</sup> Zawirski odróżniał prawo przyrodnicze od hipotezy.

<sup>6</sup> Por. Z. Zawirski. *Metoda aksjomatyczna a przyrodnozawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 2:1923–1924 s. 138.

<sup>7</sup> Tamże s. 150.

<sup>8</sup> Tenże. *Metoda aksjomatyczna a przyrodnozawstwo*. Tamże 1:1922–1923 s. 524.

nom, gdyż fizyka nie jest nauką zamkniętą<sup>9</sup>. Aksjomatyzacja w zasadzie dotyczy tylko wiedzy już zdobytej, czasami służy jako ważny środek heurystyczny w zdobywaniu praw, nigdy jednak nie uzasadnia tych praw, którego fizyce może dostarczyć tylko sprawdzalność w doświadczeniu<sup>10</sup>.

Aksjomatami fizyki nazywa Zawirski pewne wyrażenie wiążące w pewien sposób symbole matematyczne stosowane do doświadczenia. Aksjomaty te stanowią niejako definicję przyrody. Każdorazowa zmiana aksjomatów zmienia pojęcia o świecie. Jednakże tylko pod tym warunkiem określają one przedmiot fizyki teoretycznej, o ile zachodzą zjawiska, które dadzą się przyporządkować symbolom tych aksjomatów w sposób jednoznaczny<sup>11</sup>. Zbiór też i aksjomatów w oderwaniu od tego, co można im empirycznie przyporządkować Zawirski nazywa formą albo szkieletem logiczno-matematycznym teorii fizykალnej (ewentualnie całej fizyki)<sup>12</sup>. Aksjomaty fizyki nie muszą być oczywiste i intuicyjnie pewne. Jako przykład takiego aksjomatu autor prezentuje aksjomat ogólnej inwariacji (występujący w aksjomatyce D. Hilberta), który narusza inwariacyjny charakter czasu i przestrzeni, czyniąc kontinuum czasowe zależne od kontinuum przestrzennego, a to ostatnie od rozmieszczonych w nim mas, a więc zasobów energii. Ponieważ ten aksjomat operuje pojęciami mającymi nie zawsze zrozumiały sens intuicyjny, jak np. pojęcie krzywizny samej przestrzeni, więc w fizyce ma się do czynienia z tym samym stanem rzeczy, do którego przyzwyczała nas metoda aksjomatyczna w matematyce i logice formalnej<sup>13</sup>.

Zawirski podkreśla więc, że logika formalna i matematyka nie tylko dostarczają wzoru metody dla fizyki, ale również usposabiają odpowiednio fizyka do przyjęcia tej metody. Usiłuje on również usprawiedliwić możliwość nieoczywistych aksjomatów w fizyce. Na pierwszy rzut oka taki stan rzeczy wydaje się być niemożliwy w nauce przyrodniczej, skoro w niej pod każdy symbol trzeba podstawić wielkość fizyczną odpowiadającą doświadczeniu. Autor jednak konkluduje, że możliwość przyporządkowania symbolom ich znaczeń konkretnych czy też odczytania związków między tymi symbolami jako zdań oczywistych jest ograniczona szczupłością zmysłowego doświadczenia, poza które fizyka ustawicznie usiłuje wyjść drogą rachunku w kierunku mikro- i makrokosmosu. W fizyce bliższa charakterystyka jakościowa

<sup>9</sup> Tamże s. 525 n.

<sup>10</sup> Tenże. *Próby aksjomatyzacji fizyki i ich znaczenie filozoficzne*. „Przegląd Filozoficzny” 30:1927 s. 289.

<sup>11</sup> Tenże. *Metoda aksjomatyczna a przyrodznawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 2:1923–1924 s. 22.

<sup>12</sup> Myśl tę jaśniej wypowiedzieli neopozytywiści, wyróżniając w systemie fizyki pod względem formalnym trzy działy. Zob. S. Mazierski. *Prolegomena do filozofii przyrody inspiracji aristotelesowsko-tomistycznej*. Lublin 1969 s. 132–133.

<sup>13</sup> Por. Z. Zawirski. *Metoda aksjomatyczna a przyrodznawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 2:1923–1924 s. 24.

badanej wielkości może być niemożliwa, o ile odnośny przedmiot nie okazuje żadnej analogii z czymś danym w bezpośrednim oglądzie zmysłowym.

Różny przedmiot fizyki od przedmiotu matematyki i logiki sprawia, że aksjomatyzacja poszczególnych teorii fizykalnych jest rzeczą trudną, ale możliwą do zrealizowania. Zawirski wyraźnie stwierdza, że aksjomatyzacja teorii fizykalnych nie może mieć charakteru prawd wiecznych, niewzruszalnych. Cechą natomiast matematycznych aksjomatów fizyki powinno być to, by wiązały rezultaty doświadczeń w system wolny od sprzeczności<sup>14</sup>. Trzeba jeszcze nadmienić, iż Zawirski widział możliwość połączenia wszystkich działów fizyki w jedną teorię naukową i aksjomatyzacji tak pojętej teorii.

Aby móc w jakiś sposób ocenić to, co Zawirski mówi o doniosłości badań nad metodą nauk formalnych dla teorii fizykalnych, a co wyżej staraliśmy się pokrótce przedstawić, jawi się konieczność prezentacji ujęć tej problematyki przez autorów współczesnych Zawirskiemu i najnowszych. Trzeba podkreślić, że w Polsce o aksjomatyzacji fizyki i filozofii mówiono wiele w okresie międzywojennym. Nastąpiło to zwłaszcza po Drugim Polskim Zjeździe Filozoficznym w r. 1927<sup>15</sup>. Ujawniły się odmienne stanowiska. Nie wszyscy widzieli potrzebę korzystania z rezultatów badań nad systemami dedukcyjnymi logiki i matematyki w celu doskonalenia teorii fizykalnych. Przepisy dotyczące budowania systemu dedukcyjnego w stadium aksjomatycznym, omawiane przez metodologów dedukcji, wydawały się niektórym uczonym zbyt rygorystyczne i niezgodne z duchem fizyki jako nauki empirycznej.

Przeciwnikiem doskonalenia teorii fizykalnej przez aksjomatyzację, która byłaby czymś więcej niż podporządkowaniem praw poszczególnych grup zjawisk pod najogólniejsze zasady, był i jest B. Gawecki<sup>16</sup>.

Na gruncie polskim w okresie międzywojennym za możliwością aksjomatyzacji poszczególnych działów fizyki oprócz Zawirskiego opowiadali się: J. Łukasiewicz<sup>17</sup>, T. Kotarbiński<sup>18</sup>, B. Bornstein<sup>19</sup>, W. Wilkosz<sup>20</sup>, A. Tarski<sup>21</sup>, C.

<sup>14</sup> Tamże s. 39.

<sup>15</sup> Zawirski swą pracę pt. *Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo* ogłosił w latach 1923–1924. Niewątpliwie w związku z tą pracą w Warszawskim Instytucie Filozoficznym w dniu 24 X 1924 r. odbyła się publiczna dyskusja na temat aksjomatyzacji w fizyce. Dyskusję zagał B. Gawecki, który w tym czasie opublikował recenzję wyżej wspomnianej rozprawy Zawirskiego. Głos w dyskusji zabrali: B. Gawecki, J. Łukasiewicz, Cz. Białobrzęski, S. Kobyłecki, B. Bornstein, T. Kotarbiński. Zob. „Biuletyn Posiedzeń Naukowych Warszawskiego Instytutu Filozoficznego” 1924–1925 s. 24–26.

<sup>16</sup> Głos w dyskusji. Tamże s. 24. Por. tenże. *Zygmunt Zawirski 1882–1948*. „Przegląd Filozoficzny” 54:1948 s. 438. Por. tenże. *Zagadnienie przyczynowości w fizyce*. Warszawa 1969 s. 12.

<sup>17</sup> Głos w dyskusji. „Biuletyn Posiedzeń Naukowych Warszawskiego Instytutu Filozoficznego” 1924–1925 s. 25.

<sup>18</sup> Głos w dyskusji. Tamże.

<sup>19</sup> Głos w dyskusji. Tamże.

<sup>20</sup> *Znaczenie logiki matematycznej dla matematyki i innych nauk ścisłych*. „Przegląd Filozoficzny” 39:1936 s. 346.

<sup>21</sup> Głos w dyskusji. Tamże.

Białobrzeski<sup>22</sup>, K. Ajdukiewicz<sup>23</sup>, J.M. Bocheński<sup>24</sup>.

Białobrzeski, który był fizykiem, nie podzielał poglądów Zawirskiego dotyczących aksjomatyzacji całej fizyki i uczynienia z niej jednej teorii naukowej. Należy podkreślić, że stanowisko Białobrzeskiego potwierdza praktyka naukowa.

Również w okresie powojennym pojawiają się publikacje traktujące o metodzie aksjomatycznej w fizyce. Problematykę tę poruszają m. in. K. R. Popper<sup>25</sup>, F.S.C. Northrop<sup>26</sup>, P. Suppes<sup>27</sup>, M. Przełęcki<sup>28</sup>, R. Wójcicki<sup>29</sup>. Dla omawianych przez nas zagadnień cenne uwagi poczynił Przełęcki. Zwraca on uwagę na to, że logika współczesna widzi w teorii główny składnik nauki, jej podstawową strukturę metodologiczną<sup>30</sup>. Logika ta chce traktować każdą teorię jako pewien system aksjomatyczny i sformalizowany. Aksjomatyzacja i sformalizowanie teorii empirycznej jest drogą do jej precyzyjnego określenia i jedyną drogą jej zadowalającej pod względem logicznym charakterystyki. Przełęcki również dodaje, że ujęcie teorii empirycznej w postaci sformalizowanego systemu aksjomatycznego nie stanowi jej wiernego odzwierciedlenia, lecz raczej logiczną rekonstrukcję. Postępowanie takie jest dopuszczalne, gdyż odchylenia nie prowadzą w zastosowaniu do rozważanych problemów, do błędnych konsekwencji. Przełęcki zajmuje również stanowisko wobec sprzeczności nadawania teoriom empirycznym postaci systemów aksjomatycznych. Jego zdaniem błędnie utożsamia się stosunek wynikania logicznego ze stosunkiem uzasadniania. Stąd też wyróżnianie aksjomatów teorii jako tych tez, z których wynikają logicznie wszystkie pozostałe twierdzenia, bywa pojmowane nieraz jako przypisywanie im charakteru tez, które mają uzasadniać twierdzenia pozostałe. Wyróżnienie jakichś twierdzeń teorii jako aksjomatów nie przesądza niczego o ich roli w procedurze uzasadniania. Autor przyznaje, że aksjomatyzacja teorii empirycznych jest trudna. Może to przerażać umiejętności fizyka teoretyka. W wielu wypadkach tylko logik może skonstruować adekwatną aksjomatykę dla danej teorii.

Podsumowując przedstawioną dyskusję można stwierdzić, że istnieje możliwość stosowania rezultatów uzyskanych przez logika-metodologa dedukcji

<sup>22</sup> *O aksjomatyzacji fizyki*. Tamże 31:1928 s. 23–26.

<sup>23</sup> *Głos w dyskusji*. Tamże s. 346.

<sup>24</sup> *Ó relatywizmie logistycznym*. „*Studia Gnesnensia*” 15:1937 s. 109.

<sup>25</sup> *The Logic of Scientific Discovery*. London 1959 s. 75.

<sup>26</sup> *The Logic of the Sciences and the Humanities*. New York 1960 s. 61, 63, 135.

<sup>27</sup> *Axioms for Relativistic Kinematics with or without Parity*. W: *Studies in the Methodology and Foundations of Science*. Dordrecht 1969 s. 194–196.

<sup>28</sup> *Teorie empiryczne w ujęciu logiki współczesnej*. W: *Fragmenty filozoficzne*. Warszawa 1967 s. 75–101. Seria trzecia.

<sup>29</sup> *Metodologia formalna nauk empirycznych*. Wrocław–Warszawa–Kraków 1974 s. 24, 41, 47.

<sup>30</sup> Zawirski opowiadając się za tym, że nie można weryfikować żadnego wyizolowanego zdania teorii, również dał dowód, że teorię uznaje za główny składnik nauki. Zob. Z. Zawirski. *Uwagi o metodzie nauk przyrodniczych*. „*Przegląd Filozoficzny*” 44:1948 s. 315–318.

w konstruowaniu teorii fizykalnych. System aksjomatyczny może równie dobrze reprezentować dedukcyjną teorię matematyki i logiki formalnej, jak i indukcyjną teorię empiryczną. Uwagi Zawirskiego dotyczące możliwości wykorzystania przepisów (reguł) budowania systemów dedukcyjnych w teoriach fizyki pozostają aktualne do dziś. Obecnie jednak, jeśli jakąś teorię fizykalną ujmujemy się w system dedukcyjny, to zazwyczaj w system sformalizowany. Miał rację Zawirski podkreślając rozwój w czasie każdej teorii fizykalnej. Każda próba przedstawienia takiej teorii w postaci systemu sformalizowanego ujmuje co najwyżej pewien przekrój czasowy zmieniającej się nauki empirycznej. Przez aksjomatyzację i formalizację teoria jest w pewien sposób deformowana, aczkolwiek określona w sposób jednoznaczny.

W najnowszej literaturze z zakresu metodologii formalnej nauk empirycznych mówi się nie tyle o aksjomatyzacji, formalizacji teorii empirycznych, ile o ich logicznej rekonstrukcji<sup>31</sup>. Podkreśla się jednak pokrewieństwo tych pojęć. Rekonstrukcja logiczna teorii fizykalnej polega na takim jej zmodyfikowaniu, że każdy element składowy tej teorii zostaje jednoznacznie określony. Chodzi przede wszystkim o jednoznaczne określenie aparatury pojęciowej, którą się posługujemy w danej teorii, o określenie zbioru zdań zaakceptowanych jako prawa teorii, o określenie środków dowodowych stosowanych na gruncie danej teorii.

Należy stwierdzić, że Zawirski w swojej twórczości pominął milczeniem zagadnienie, w jaki sposób w przeprowadzanych na terenie teorii fizykalnych rozumowaniach wykorzystuje się aparat matematyczny. Dyskutował on zagadnienie stosowalności logiki w teoriach fizyki. Ponieważ pomijał rolę aparatu matematycznego w rozumowaniach w fizyce, był zmuszony swoje rozważania dotyczące aplikacji logiki eksplikować teoriami fizykalnymi nie w ich właściwej szacie matematycznej, ale wyrażonymi za pomocą języka potocznego.

Dotychczas skrótowo wspomniano o pewnych czynnościach związanych z konstruowaniem systemów dedukcyjnych aksjomatycznych i sformalizowanych. Metoda dedukcyjna to jednak nie tylko dobór i układ czynności budowania systemów dedukcyjnych, ale również i badanie właściwości tych systemów. Zawirski omawiając teorie fizykalne zwraca uwagę, że te teorie nadbudowane są na logice i arytmetyce. Ponieważ w grę wchodzi arytmetyka, autor przypomina rezultaty uzyskane przez K. Gödla, który odkrył ogólną metodę konstruowania zdań nierozstrzygalnych we wszystkich systemach nadbudowanych na arytmetyce. Rezultat Gödla ma wartość również dla teorii fizykalnych. Każda teoria fizykalna nosi w sobie, jako arytmetyka stosowana, zagadnienia w pewnym stopniu nierozstrzygalne<sup>32</sup>. To, że mogą być w systemach dedukcyjnych twierdzenia sensowne, a jednocześnie ich prawdziwości

<sup>31</sup> Por. Wójcicki, jw. s. 19–67.

<sup>32</sup> Oceniając pracę Gödla Zawirski wyraża się niezbyt ściśle. Według Gödla np. system sformalizowany arytmetyki liczb całkowitych, w którym jest mowa wyłącznie o działaniu

ani fałszywości nie da się rozstrzygnąć na terenie tych systemów, osadza na mieliźnie, jak pisze Zawirski, wielki ideał Leibniza, że każdy problem naukowy może otrzymać rozwiązanie ze ścisłością matematyczną. To nie może być obojętne dla nauki empirycznej<sup>33</sup>.

Ostatnie wypowiedzi zdają się wskazywać na to, że rezultaty Gödla częściowo osłabiły entuzjazm Zawirskiego, z jakim pisał w trzecim 10-leciu naszego stulecia o możliwościach stosowania metody dedukcyjnej w przedstawianiu teorii fizykalnych. Ale i rezultaty badań Gödla autor nazywa doniosłymi dla teorii fizyki współczesnej. Nie ma w tym przesady. Dziś nikt nie uważa metody aksjomatycznej za „cudowne” narzędzie tworzenia i porządkowania wiedzy. Jest to narzędzie precyzyjne, pożyteczne dla fizyka, ale mające wady. Wiedza nie daje się wtłoczyć w sztywne ramy rachunku. Rozumowania przy precyjnym języku dochodzą do zdań nierozstrzygalnych. Te ostatnie mogą być intuicyjnie oczywiste. Prawdą jest, że tę nierozstrzygalność można przesunąć na inne zdania, ale nie da się jej usunąć całkowicie.

Nie da się więc wszystkiego sformalizować. Każdy bogatszy system musi zawierać elementy intuicyjne, które przeplatają elementy formalne. Nie da się tego rozdzielić. Należy podkreślić, że formalizacja im bardziej jest formalna, tym bardziej służy tylko uporządkowaniu wiedzy, a nie odkrywaniu nowej. Jeśli mówi się nieraz, że formalizacja może służyć odkrywaniu nowej wiedzy, da się to zrozumieć tylko w ten sposób, że sens formalny, jaki nadaje się terminom pierwotnym przez postulaty, nie jest jedyny i wyłączny. Zostaje miejsce na inny sens intuicyjnie ujmowany. Nowe treści zdobywa się dzięki sensowi intuicyjnemu terminów pierwotnych w systemach sformalizowanych.

Kończąc pobieżne uwagi o doniosłości badań nad metodą nauk apriorycznych dla teorii fizykalnych warto poczynić jeszcze pewne uzupełnienia

Zawirski miał rację, że metoda dedukcyjna, zmienna dla nauk formalnych, może być stosowana z pożytkiem w poszczególnych teoriach fizykalnych. Trudno utrzymać tezę o możliwości ujęcia w system sformalizowany całej fizyki. Metoda nauk formalnych, nawet w odniesieniu do poszczególnych teorii fizykalnych, nie jest bez cienia wady. Trzeba jeszcze podkreślić ten moment, iż Zawirski zbyt mało wyeksplikował to, że dedukcja czy też sformalizowanie to nie środek do całkowitej eliminacji intuicji

Ta ostatnia jest eliminowana w kontrolowaniu dowodów sformalizowanych. Nie jest ona jednak wyeliminowana w odkrywaniu nowych twierdzeń i dowodów.

---

• dodawania lub wyłącznie o działaniu mnożenia, ma wszystkie zdania rozstrzygalne. Natomiast system arytmetyki liczb naturalnych, w którym jest mowa o dodawaniu i mnożeniu, zawiera już zdania nierozstrzygalne. Sformalizowane systemy arytmetyki liczb rzeczywistych lub zespolonych nie zawierają zdań nierozstrzygalnych. Zob. A. Mostowski *O zdaniach nierozstrzygalnych w sformalizowanych systemach matematyki*. „Kwartalnik Filozoficzny” 16:1946 s. 226

<sup>33</sup> Por. Zawirski. *Sciences* s. 6



Należy jednak stwierdzić, że Zawirski nie zwrócił w ogóle uwagi na eksplikację roli terminów matematycznych w systemach fizyki.

## 2. ZASADY FILOZOFICZNE A FIZYKA

Aksjomatami fizyki nazywa Zawirski wyrażenia wiążące w pewien sposób symbole matematyczne zinterpretowane empirycznie. Dodaje jednak, że zbiór takich aksjomatów, chociażby wystarczał fizykom do ujmowania wszelkich zjawisk fizycznych, nie może uchodzić za kompletne wykończenie aksjomatyki przyrodoznawstwa. Obok matematycznych aksjomatów powiązania muszą być pewne zasady, które dokładnie określają warunki i podstawy, na jakich opiera się stosowanie symboli matematycznych do doświadczenia<sup>34</sup>.

Mówiąc o najogólniejszych zasadach poznawczych Zawirski miał na myśli założenia dotyczące stosunków przestrzenno-czasowych oraz związków funkcjonalnych lub przyczynowych<sup>35</sup>. Przez długi czas panowało przekonanie, że niezmiennikami ludzkiego poznania, obok praw logiki, są czas i przestrzeń w ujęciu I. Newtona<sup>36</sup>. Sądy o absolutnym czasie i absolutnej przestrzeni uchodziły za oczywiste, zgodne ze zdrowym rozsądkiem. Szczególna teoria względności zrelatywizowała czas. Relatywizacja czasu pociągnęła za sobą relatywizację stosunków przestrzennych. Zasady głoszące bezwzględność czasu i przestrzeni uniemożliwiają zrozumienie napisów fizyki relatywistycznej sporządzonych w języku matematyki<sup>37</sup>, czynią niemożliwym powiązanie rezultatów doświadczenia w system wolny od sprzeczności<sup>38</sup>.

Zawirski obok teorii względności, która burzyła naturalne pojęcia o czasie i przestrzeni oraz w nowym świetle okazywała stosunek materii i energii, zwraca uwagę również na mechanikę kwantową, która z kolei przez swe konsekwencje zagraża innym zasadom poznania przyrodniczego, a mianowicie zasadzie przyczynowości oraz w nieoczekiwany sposób rozwiązuje zagadnienie ciągłości lub nieciągłości zjawisk przyrody.

Newtonowska fizyka posługiwała się zasadą przyczynowości, która w ujęciu najogólniejszym wyrażała przeświadczenie o stałym porządku w otaczającym nas świecie. Na jednostajności przyrody opierano schemat przewidywania, który zakłada dokładną znajomość początkowego stanu układu mate-

<sup>34</sup> Tenże. *Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 2:1923–24 s. 1.

<sup>35</sup> Tamże s. 16.

<sup>36</sup> Por. Z. Zawirski. *Refleksje filozoficzne nad teorią względności*. „Przegląd Filozoficzny” 23:1920 s. 349.

<sup>37</sup> Tenże. *Teoria kwantów a zasada przyczynowości*. Tamże 33:1930 s. 300.

<sup>38</sup> Tenże. *Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 2:1923–1924 s. 39.

rialnego. W. Heisenberg zwrócił uwagę, że człowiek często nie zna i nie może poznać dokładnie teraźniejszych zjawisk atomowych. Nie może więc przewidzieć późniejszych zjawisk tego typu. Heisenberg, dla którego zasada przyczynowości wyrażała się w schemacie przewidywania, uznał ją za pozbawioną treści, za nieposiadającą żadnej sfery zastosowań. Niektórzy poszli jeszcze dalej. Zaczęli mówić o bezprzedmiotowości, braku sensu fizycznego zasady przyczynowości<sup>39</sup>. Relacje nieoznaczoności Heisenberga niektórzy odczytali jako przekreślenie determinizmu w świecie atomów i kwantów.

Zawirski w tej sprawie zajął nieco inne stanowisko. Zwrócił uwagę, że utożsamianie relacji Heisenberga, będących wyrazem ograniczonej mierzalności, z brakiem determinacji w przyrodzie nastąpiło w myśl zasady, że dla fizyka istnieje to, co da się zmierzyć. Ale ta zasada nie wymaga, żeby za rzeczywiste w fizyce uważać to, co bezpośrednio mierzymy. Rzeczywiste jest również to, do czego uprawniają dedukcje matematyczne oparte na pomiarach<sup>40</sup>, czyli to, do czego można dojść za pomocą rachunku, na podstawie zaobserwowanych faktów<sup>41</sup>. Zawirski przypomina, że mechanika kwantowa podważając zasadę przyczynowości nie przyjmuje absolutnego chaosu. Wręcz przeciwnie, istnienie przypadkowości ogranicza tylko do mikrokosmosu. Ale i tam, przypomina autor, ta przypadkowość jest rządzona prawami statystycznymi. Zawirski zauważa również, że statystyczne prawa przyrodnicze, chociaż nie domagają się głębszych praw dynamicznych, przyczynowych, to ich również nie podważają. Można stosować wzory rachunku prawdopodobieństwa, opierając się tylko na tym, że jedno zjawisko powtarza się częściej niż inne. Zdaniem Zawirskiego człowiek jest upoważniony do postawienia pytania, dlaczego tak jest, że jedno zjawisko powtarza się częściej niż inne? To jest zagadką. Tę zagadkę rozwiązuje przyjęcie zasady przyczynowości.

Trzeba zwrócić uwagę, że Zawirski poza tym, że odrzuca tezę o fałszywości zasady przyczynowości, próbuje bez większych zastrzeżeń stanowisko J. Metallmanna, zajęte po raz pierwszy w literaturze światowej a dotyczące uogólnienia pojęcia determinizmu i zerwania z utożsamieniem determinizmu przyczynowego z determinizmem w ogóle.

Należy podkreślić, że mówienie o najogólniejszych zasadach poznawczych zakładanych przez nauki w okresie, kiedy filozofię wykreślono z rejestru wiedzy rzetelnej zbliża Zawirskiego do bardziej współczesnych filozofów nauki<sup>42</sup>. Trzeba nadmienić, że gruntowna analiza zasady przyczynowości

<sup>39</sup> Por. A. Wiegner. *Uwagi nad indeterminizmem w fizyce*. Poznań 1932 s. 5.

<sup>40</sup> Por. Z. Zawirski. *Teoria kwantów a zasada przyczynowości*. „Przegląd Filozoficzny” 33:1930 s. 299

<sup>41</sup> Tenże. *Refleksje filozoficzne* s. 347.

<sup>42</sup> H. Mehlberg w r. 1948 pisząc m. in. o bazie zewnętrznej nauk umieszcza w niej tzw. założenia niesprawdzalne systemu naukowego, a nie wspomina o zakładanych przez nauki zasadach filozoficznych. Zasady wymienione przez Mehlberga dotyczą przedmiotu nauki w punkcie dojścia. Zob. H. Mehlberg *O niesprawdzalnych założeniach nauki*. „Przegląd Filozoficzny” 44 1948 s. 332 n

dokonana przez Metallmanna jest zgodna z ustaleniami poczynionymi na początku lat dwudziestych przez Zawirskiego. Metallmann zalicza swoją pracę do zakresu dociekań z filozofii przyrodoznawstwa. Analizuje on gruntownie treść tej zasady, dyskutuje jej funkcje. Zwraca uwagę, że nie ma doświadczenia naukowego bez zasady przyczynowości. Ukazuje związek między zasadą przyczynowości a zasadą indukcji i zasadą częściowej tożsamości. Zasada indukcji jest aksjomatem natury ontologicznej. Mówi ona, że w przyrodzie istnieje ład polegający na tym, że elementy są powtarzalne. Bez tego założenia przyrodoznawstwo jest niemożliwe<sup>43</sup>. Zasada indukcji i zasada częściowej tożsamości potrzebne są do sformułowania zasady przyczynowości<sup>44</sup>. Ta ostatnia opiera się na założeniach dotyczących porządku w przyrodzie.

Zawirski przyjął pracę Metallmanna z aplauzem. Praca ta niejako uzupełnia wcześniej wypowiedziane przez niego, ale bardziej skrótowo i mniej systematycznie, myśli o fizykalnej zasadzie przyczynowości.

W pracach nowszych i najnowszych z zakresu filozofii fizyki i fizyki podkreśla się wyraźnie, że zasada przyczynowości jest jednym z najogólniejszych założeń, które przyjmuje się przed przystąpieniem do badań naukowych<sup>45</sup>. M. Bunge nazywa zasadę przyczynowości zasadą naukowej ontologii, założeniem filozoficznym nauki, potwierdzanym przez wyniki badań naukowych<sup>46</sup>. Można ją teraz nazwać tezą ontologii hipotetycznej.

W dorobku naukowym Zawirskiego ważne są jego uwagi dotyczące zmian konstytutywnych zasad przyrodoznawstwa, które uchodziły od czasów Newtona do początków w. XX za oczywiste. Autor mając na względzie niewątpliwie rezultaty, do jakich dochodzi metoda dedukcyjno-aksjomatyczna w naukach formalnych, stwierdza, że założenia najogólniejsze, przyjmowane przed przystąpieniem do badań naukowych, niekoniecznie muszą być zgodne z oczywistością.

Zawirski zastanawiając się nad tym jak zrozumieć fakt, iż doświadczenie może przeczyć ogólnym zasadom, mimo że wydawały się niezależne od doświadczenia, dochodzi do następującej konkluzji: a) zasady takie jak zasada ciągłości, wyrażona w zdaniu „natura non facit saltus”, o ile uchodziły za oczywiste, były rezultatem źle zaobserwowanych faktów; b) zasady związane z przedstawieniem czasu i przestrzeni są przystosowane do pewnej ograniczonej dziedziny rzeczywistości. Autor dodaje, że byłaby możliwa intuicja przestrzeni riemanowskiej, gdyby człowiek miał możliwość obejmowania zmysłami całości świata. Z kolei, gdyby człowiek był wszechobecny, może

<sup>43</sup> Por. J. Metallmann. *Determinizm nauk przyrodniczych*. Kraków 1934 s. 387.

<sup>44</sup> Tamże s. 393.

<sup>45</sup> Por. B. J. Gawecki. *Zagadnienie przyczynowości w fizyce*. Warszawa 1969 s. 17; O. Oldenberg. *Fizyka współczesna*. Warszawa 1970 s. 244.

<sup>46</sup> Por. M. Bunge *O przyczynowości*. Warszawa 1968 s. 40, 52.

nie trudno byłoby mu zrozumieć, dlaczego momenty czasowe, które intuicja czasu absolutnego chce wskazać jako równoczesne, nie pozostają do siebie w relacji równoczesności. Umysł człowieka jest przystosowany do ograniczonej sfery rzeczywistości, do dziedziny praktycznych wpływów, przy czym nie jest w stanie przerobić intuicji raz utworzonych<sup>47</sup>. Tylko rozwój badań naukowych może wpłynąć modyfikująco na zasady konstytutywne przyrodoznawstwa kierujące badaniami przyrodniczymi (na tych zasadach może opierać się stosowanie symboli matematycznych do doświadczenia). Modyfikacja ta powinna dokonać się w ten sposób, żeby zasady zdroworozsądkowe były zawarte w nowych, jako ich przypadek graniczny, ważny przynajmniej w pewnych warunkach<sup>48</sup>. Modyfikacja dotyczy również fizykalnej zasady przyczynowości.

Niedowierzenie zdrowemu rozsądkowi przez Zawirskiego w przedstawianiu czasu i przestrzeni było ze wszech miar słuszne<sup>49</sup>. Zdrowy rozsądek bowiem jest niczym innym, jak tylko uogólnieniem naszych wyobrażeń i przyzwyczajęń życia codziennego. Fizykalna wiedza o czasie może rozwijać się z wiedzy potocznej, ale nie musi mieć zawsze zdroworozsądkowego charakteru tej ostatniej.

Miał rację Zawirski mówiąc o potrzebie modyfikacji fizykalnej zasady przyczynowości. Wydaje się, iż mówiąc o tej modyfikacji autor miał na myśli zakres stosowalności tej zasady. Trzeba jednak dodać, że w miarę rozwoju fizyki schematycznemu sformułowaniu zasady przyczynowości należy nadać sens uwzględniający punkt dojścia tej dyscypliny w najnowszym stadium<sup>50</sup>.

Lektura prac naukowych Zawirskiego oraz prawie wszystkich cytowanych wyżej prac innych autorów, które można zaliczyć do rozpraw z zakresu filozofii nauki, pozostawia jednak pewien intelektualny niedosyt. W tych pracach ukryte jest założenie, że rzeczywistość można badać tylko w aspekcie ilościowo-jakościowym, jak czynią to nauki szczegółowe, a przede wszystkim fizyka. Fizykalna zasada przyczynowości jest zasadą uwzględniającą również tylko ten aspekt. Taka jest obecnie moda w nauce. Biorąc pod uwagę kryteria historyczne, pragmatyczne i teoretyczno-filozoficzne nic nie stoi na przeszkodzie aby badać świat w takim aspekcie, w jakim go bada klasyczna filozofia bytu. Pytanie, dlaczego w ogóle coś istnieje, skoro nie musi istnieć, interesuje również człowieka dzisiejszego<sup>51</sup>. Odpowiadając na to pytanie i inne pokrewne, przy zajęciu (w wyniku pewnej refleksji filozoficznej) stanowiska realisty-

<sup>47</sup> Por. Z. Zawirski. *Metoda aksjomatyczna a przyrodoznawstwo*. „Kwartalnik Filozoficzny” 2:1923-1924 s. 40 n.

<sup>48</sup> Tenże. *Les tendances actuelles de la philosophie polonaise*. „Revue de synthese” 10:1935 s. 138.

<sup>49</sup> Por. E. Nikitin. *Wyjaśnienie jako funkcja nauki*. Warszawa 1975 s. 7-13

<sup>50</sup> W obecnym stadium rozwoju fizyki nie może być pominięty w sformułowaniu tej zasady moment dynamicznej zależności zjawisk, moment następstwa czasowego skutku i przyczyny itp.

<sup>51</sup> Por. S. Kamiński. *Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*. Lublin 1970 s. 274

cznego oraz stosowaniu odpowiedniego doboru i układu elementarnych zabiegów poznawczych, można dojść do tez stwierdzających jedyne konieczne racje, czynniki uniesprzeczniające realnie istniejący, doświadczany byt przygodny. W tak pojętej filozofii dochodzi się również do sformułowania zasady przyczynowości, ale innej niż fizykalna<sup>52</sup>. Filozoficzna zasada przyczynowości, historycznie rzecz biorąc, była wcześniej znana niż fizykalna. Termin „przyczyna” jest terminem teoretycznym filozofii klasycznej i wystąpił już w systemie Arystotelesa.

Wydaje się, że pomijanie lub nieznajomość pewnych rozwiązań filozofii klasycznej dostarcza wielu kłopotów filozofom nauki. Wielka różnorodność stanowisk, mętność wypowiedzi odnośnie do fizykalnej zasady przyczynowości też ma w tym swoje źródło<sup>53</sup>. W ramach ogólnej, filozoficznej teorii bytu można również badać czym jest czas. Rezultaty tam uzyskane odbiegają od zdroworozsądkowych ustaleń negatywnych dotyczących czasu i przestrzeni<sup>54</sup>, odbiegają też od nikłych rezultatów odnośnie do zgłębienia natury czasu, uzyskanych w tak zwanej naukowej filozofii czasu<sup>55</sup>.

Kończąc te często pobieżne i może zbyt ogólnikowe uwagi dotyczące poglądów Zawirskiego na teorię fizykalną trzeba stwierdzić, że autor poczynił szereg trafnych spostrzeżeń odnośnie do formy systemów fizyki. Gdy chodzi o nauki przyrodnicze, można bez zastrzeżeń przyjąć, że teoria jest definitywnie akceptowana przez naukę, jeżeli jest uporządkowana według metod pozwalających uzyskać największą ścisłość. Niedostatkim w twórczości naukowej Zawirskiego jest to, że nie ukazał roli, jaką odgrywają operacje matematyczne w systemach fizyki. Brak u niego również zadawalającej charakterystyki innych terminów matematycznych występujących w teoriach fizykalnych.

Zwrócenie uwagi przez autora na filozoficzne założenia nauki szczegółowej oraz podjęcie dyskusji nad możliwością zmiany tych założeń zasługuje na podkreślenie. Jednakże realizacja nakreślonego przez Zawirskiego programu badawczego rodzi pewien intelektualny niedosyt, gdyż brak mu jakiejś szerszej koncepcji filozofii, w ramach której można by było uzyskać głębsze, racjonalne wyjaśnienia dyskutowanych przez niego zagadnień.

<sup>52</sup> Por. M. A. Krąpiec. *Metafizyka*. Poznań 1966 s. 470–486; S. Mazierski. *Zasada przyczynowości w aspekcie fizykalnym i metafizycznym*. „Zeszyty Naukowe KUL” 1:1958 z. 4 s. 27 n.; A. B. Stępień. *Wprowadzenie do metafizyki*. Kraków 1964 s. 77.

<sup>53</sup> Filozof nurtu klasycznego nie zaprzecza istnieniu fizykalnej zasady przyczynowości. Badając świat w aspekcie ogólnobytowym może on ostrzej widzieć i jaśniej myśleć o problemach wiążących się z fizykalną zasadą przyczynowości. W ramach filozofii rozumianej nieautonomicznie (opartej na naukach szczegółowych) brak jest szerszego tła, na którym można dojrzeć tę zasadę.

<sup>54</sup> Negatywne ustalenia dotyczące tego, czym nie jest czas i przestrzeń, można znaleźć w książce A. Zinowiewa *Logika nauki* (Moskwa 1971 s. 227).

<sup>55</sup> W tej ostatniej filozofii badania fizykalne czasu zazębiają się z tzw. dociekaniem filozoficznymi. Zob. Z. Augustynek *Natura czasu*. Warszawa 1975 s. 10.

## Z. ZAWIRSKI'S CONCEPTION OF THEORY OF PHYSICS AS COMPARED TO OTHER FORMULATIONS

### Summary

Following the analysis of selected texts by Z. Zawirski, the article attempts to present his attitude concerning the deductive method characteristic of logic and mathematics. It also gives a cursory synthesis of Zawirski's opinions on the object and proper method of physics. The article stresses the contemporary value of his thesis on the possibility of expressing the theory of empirical sciences through axiomatic system, and the related problems. It emphasizes the inadequacy of analyses examining the role particular groups of mathematical terms play in the systems of physics. Considering the scarcity of philosophical literature devoted to the problem, the article attempts to discuss briefly the possibility of altering the most general assumptions which precede any scientific research. The issue was mentioned by Zawirski. Zawirski's opinions are presented against other authors' attitudes concerning the same problems.