

Włodzimierz Zuzga

Twórczy kontekst odkrycia w fizyce

Studia Philosophiae Christianae 24/1, 210-222

1988

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

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

procesu filozofowania. A może po prostu — do czasu dalszych dyskusji — przyjąć, że jest to „filozofia zjawiska biologicznego”.

7. Praca Piotra Lenartowicza *Elementy filozofii zjawiska biologicznego* zajmuje wysoką pozycję wśród nielicznych ciągle i na ogół przyczynkarskich prac z zakresu szeroko rozumianej filozofii przyrody ożywionej i filozofii nauk biologicznych. Jej Autor dał się poznać od lat czytelnikowi w szeregu publikacji jako znakomity znawca zasadniczych problemów biologicznych, genetycznych, embriologicznych, medycznych. Niektóre idee *Elementów* zarysowane zostały już w jego rozprawie doktorskiej z zakresu filozofii pt. *Phenotype — Genotype Dichotomy. An Essay in Theoretical Biology* (Roma 1975, ss. 233+XIX), tu jednak, w innym już kontekście, zyskały nowe ujęcie i pełniejszy wyraz. W omawianej pracy wraz z gruntownym przygotowaniem i rozległą wiedzą idzie w parze umiejętność analitycznego a zarazem samodzielnego ujmowania problemów przy stałej trosce o ścisłe i precyzyjne ich prezentowanie. Przy całej śmiałości, czasem nawet nowatorstwie stawiania problemów wykazuje świadcząca o dojrzałości naukowej ostrożność w pochopnym wyciąganiu wniosków i autorytatywnym rozstrzygnięciu kwestii spornych. W *Elementach* ujawniły się, podobnie, jak w jego wcześniejszych pracach, zdolności pisarskie plastycznego i interesująco prowadzonego, krok po kroku, wykładu. Te wartości dydaktyczne pracy zasługują także na wysokie uznanie. Na tle niewątpliwych walorów naukowych i dydaktycznych widać, że wskazane wyżej zastrzeżenia merytoryczne wynikały w dużej mierze bądź z odmiennych poglądów podzielanych przez piszącego (m.in. w kwestii życia wirusów czy odnośnie do abiogenezy i ewolucji życia), bądź też z natury samych problemów, często kontrowersyjnych i mało dotąd poznanych. Dla przeciwwagi wobec poczynionych uwag dyskusyjnych podkreślić należy niezwykłą celność szeregu analiz i propozycji własnych rozwiązań. Za takie uznac należy m.in. oryginalne analizy wielu pojęć dla pracy podstawowych, np. jedności, całości, porządku i chaosu, informacji i złożoności, celowości, funkcjonalności, stosunku struktury do funkcji czy biosystemu do maszyny, rozwoju do funkcji itp. Nowe spojrzenie, czasem nawet kontrowersyjne przez swą oryginalność, na wiele tego rodzaju problemów występujących w naukach biologicznych lub w uwiękanych w ich podstawach, zasługuje na to, aby stać się przedmiotem dalszych dociekań.

WŁODZIMIERZ ZUZGA

TWÓRCZY KONTEKST ODKRYCIA W FIZYCE

Termin „twórczość” stosowano niegdyś tylko w odniesieniu do działalności artystycznej człowieka. Dopiero w XX wieku zaczęto używać tego słowa do określania niektórych faz pracy badawczej w zakresie nauk ścisłych i przyrodniczych¹. Obecnie mówi się niekiedy o procesie twórczym w fizyce, mając na myśli przede wszystkim psychologiczny kontekst towarzyszący odkrywaniu praw i teorii, dostrzeganiu prawdziwości i związków przyczynowych, opracowywaniu oryginalnych

¹ W. Tatarkiewicz, *Dzieje sześciu pojęć*, Warszawa 1982, 299.

metod doświadczalnych itp. Niekiedy przez twórczość rozumie się same rezultaty procesu badawczego, których charakterystyczną cechą powinna być oryginalność i które muszą być istotne dla nauki. Podstawową cechą działalności twórczej jest zatem nowość (oryginalność) działania lub dzieła, które jest wynikiem tego działania. Pojęcie twórczości obejmuje nowe koncepcje, twory wyższych uzdolnień, odkrycia o doniosłych skutkach. Tak rozumiana twórczość została gruntownie przeanalizowana na gruncie filozofii przez W. Tatarkiewicza².

O twórczości stanowi nie tylko wysoki stopień nowości, ale również wyższy poziom działania, większa skuteczność, doniosłość odkrycia, niebanalność skojarzeń. W związku z tym mówi się o inwencji twórczej, której istotnym składnikiem jest zdolność do skutecznego operowania intuicją, gotowość do alogicznego kojarzenia faktów naukowych, odwaga w formułowaniu hipotez. Filozofowie chętnie stosują termin „energia umysłowa”, oznaczający objawy szczególnych zdolności, napięcia umysłowego, irracjonalnej niekiedy koncentracji myślenia na nielogicznym skojarzeniu, talentu, wręcz geniuszu³. Obok nowości właśnie owa „energia umysłowa”, zużyta na wytworzenie danej rzeczy, dokonanie odkrycia, jest „miarą” twórczości działania. Tworzący geniusz łączy w sobie silne napięcie myśli, uczucia i wolę, co pozwala mu osiągnąć cel. Ten cel należy rozpatrywać aksjologicznie — działanie twórcze jest warunkowane przez potrzebę osiągnięcia wartości (np. naukowych), przy czym jest ono podejmowane w warunkach niedostateczności konwencjonalnych środków lub sposobów⁴. Należy odróżniać tak rozumiany geniusz twórczy od inteligencji, która — co prawda — umożliwia rozumienie, ale sama w sobie nie wystarcza do stworzenia⁵.

Powyższe rozważania o twórczości, pełne nieostrych określeń i terminów o „rozmytym” znaczeniu, mogą nabrać treści wtedy, gdy oświetlimy je przykładami tego, co o własnej twórczości sądzą sami fizycy. Zanim do tego przejdziemy, przypomnijmy sobie, co o twórczości mówi psychologia. Otóż wśród psychologów zajmujących się procesami twórczymi w nauce panuje mniemanie, iż obok myślenia logicznego do odkrycia prowadzą inne rodzaje myślenia, w których zasadniczą rolę odgrywają takie „elementy” jak intuicja, fantazja, emocje⁶.

Problem twórczości w psychologii ściśle wiąże się z zagadnieniem myślenia. Myślenie rozpatruje się zazwyczaj w pewnych aspektach. Można patrzeć na proces myślenia z punktu widzenia logiki. Wymaga to analizy myślenia jako ciągu operacji na pojęciach i sądach. Aspekt cybernetyczny wiąże się z rozpatrywaniem mózgu (organu myślenia) jako układu złożonego, którego praca polega na odbiorze i przetwarzaniu informacji, z ostatecznym wytworzeniem sygnałów sterujących. Należy przy tym uwzględnić różnego rodzaju sprzężenia zwrotne⁷.

² *Tamże*, 302—306.

³ Termin „energia umysłowa” jest konsekwentnie stosowany np. w pracy W. Stróżewski, *Dialektyka twórczości*, Warszawa 1983.

⁴ A. Góralski, *Twórcze rozwiązywanie zadań*, Warszawa 1980, 25.

⁵ Zwraca na to uwagę Władysław Natanson w swoich pracach; por. np. *Oblicze natury*, Kraków 1924.

⁶ A. Nałczadzjan, *Intuicja a odkrycie naukowe*, Warszawa 1979, 23—112.

⁷ L. Brillouin, *Nauka a teoria informacji*, Warszawa 1969, rozdz. XII.

Fizjologiczny aspekt badania myślenia polega na śledzeniu fizyko-chemicznych procesów, przebiegających np. w tkance nerwowej. W procesie twórczym myśleniu intuicyjnemu, a także logicznemu formułowaniu wyników towarzyszą liczne składniki psychologiczne, takie jak emocje, co wiąże się z określonym rodzajem pracy ośrodków mózgu i innych fragmentów układu nerwowego⁸. Badania tego rodzaju nie są jeszcze zbyt zaawansowane, jednak prowadzą do określonych rezultatów, zwłaszcza w odniesieniu do pracy podświadomości oraz w zakresie zapamiętywania⁹.

Analiza procesów twórczych w aspekcie psychologicznym polega przede wszystkim na wyodrębnianiu psychologicznych składników i faz tego procesu. Najtrudniejsze do opisu są fazy formułowania problemu i poszukiwania dróg jego rozwiązania, ze względu na dominowanie myślenia intuicyjnego, nie poddającego się analizie logicznej. Te właśnie etapy są bardzo ważne i decydują o tym, że mamy do czynienia z pełnią twórczą („poprawne sformułowanie pytania, które stawiamy przyrodzie, to połowa sukcesu badawczego”). Trudno jest również badać składniki myślenia twórczego w oderwaniu od przedmiotu myślenia, celów oraz warunków, w jakich to myślenie przebiega. Wyróżnienie składników i faz procesu twórczego w czystej postaci jest w zasadzie niemożliwe, nawet jeśli bada się czynności umysłu w „spreparowanej” sytuacji, jaką jest tzw. rozwiązywanie zadań (dla dziedziny zajmującej się tym zagadnieniem utworzono nawet specjalną nazwę inwentyka — jest to dyscyplina z pogranicza psychologii i prakseologii, zajmująca się przede wszystkim rozwiązywaniem zadań matematycznych i strategiami wynalazczości technicznej). Tym niemniej psychologia stara się wyróżnić kluczowe komponenty myślenia w sytuacjach twórczych, określać rolę intuicji, a w szczególności olśnień twórczych i intuicyjnego wglądu (*insight*), mówić coś sensownego o fantazji i wyobraźni. Dzieje się to w warunkach niewypracowanego języka — psychologia odkryć naukowych jest w swym rozwoju na etapie przedteoretycznym, „embrionalnym”, ciągle w fazie oczekiwania na dużą liczbę studiów konkretnych przypadków.

Powstaje pytanie, czy fizyka może dostarczyć wartościowego materiału w tym względzie. Fizyka jest najwyżej rozwiniętą dyscypliną przyrodniczą, a jej metodologia może być — i jest — wzorem dla innych dziedzin nauki. Badania mechanizmu twórczości w fizyce są jednak nieliczne i oparte na fragmentarycznych materiałach introspekcyjnych¹⁰. Wynika to być może stąd, że wielu metodologów nie przywiązuje wagi do tego rodzaju analiz kontekstu odkrycia w fizyce. Przykładem mogą być poglądy K. Poppera, jednego z najwybitniejszych współczesnych metodologów fizyki, który pisze: „Wydaje mi się, że stadium początkowe, akt powzięcia pomysłu czy wymyślenia teorii, ani nie wymaga analizy logicznej, ani się takiej analizie nie poddaje. Pytanie, jak się to dzieje, że ktoś wpada na nowy pomysł — czy będzie nim temat muzyczny, intryga dramatyczna, czy teoria naukowa — może być niezmiernie interesujące dla psychologii empirycznej, jest jednak bez znaczenia dla logicznej analizy wiedzy naukowej [...]. Nie istnieje nic

⁸ A. Natczadzjan, *dz. cyt.*, 27.

⁹ *Tamże*, 177—196.

¹⁰ Por. J. Hadamard, *Psychologia odkryć matematycznych*, Warszawa 1964, 9—10.

takiego, jak logiczna metoda wpadania na nowe pomysły lub logiczna rekonstrukcją tego procesu"¹¹. Z Popperem można się zgodzić — wszystko wskazuje przecież na to, że np. olśnienie twórcze rzeczywiście nie poddaje się logicznej analizie, w każdym razie nie tak, jak można zbadać wnioskowanie dedukcyjne. Czy jednak nic sensownego nie można powiedzieć o psychologicznych komponentach procesu twórczego, których istnienia zresztą Popper nie neguje? Jeśli tak, to tego rodzaju sądy mogą być wartościowe poznawczo, nie mówiąc już o korzyściach utylitarnych, np. w dydaktyce („jak kształcić np. wyobraźnię?”). Przy pewnych założeniach metodologia fizyki musi koncentrować się na treściach samej nauki, eliminować wszelkiego rodzaju psychologizm, eliminować subiektywną składową procesów poznawczych, zajmować się wyłącznie analizą gotowych hipotez i teorii, metodami ich weryfikacji lub falsyfikacji. Tymczasem z pytaniami do przyrody zwraca się żywy człowiek. Dlatego w fizyce na każdym etapie jej rozwoju muszą istnieć dwie „składowe”: jedna pochodząca od badacza-twórcy, a druga — od samej przyrody¹². Pierwsza składowa istotnie zależy od stosowanego języka, od historii badań, od aparatu poznawczego i od psychologicznych kontekstów odkryć.

Istotnym składnikiem twórczości w fizyce jest formułowanie różnego rodzaju hipotez o dużej mocy wyjaśniającej, pozwalających np. przewidywać szeroką klasę zjawisk. Po weryfikacji hipotezy takie stają się mniej lub bardziej ogólnymi teoriami o określonej roli w strukturze całej fizyki. O twórczości można mówić również w przypadku rozwiązywania różnego rodzaju zagadnień szczegółowych, w tym również eksperymentalnych.

Wydaje się, że pogląd, iż psychologiczne składniki aktu twórczego nie poddają się żadnej analizie, nie jest słuszny. Człowiek nie tworzy nic z niczego — inwencja twórcza również podpada pod pewne normy¹³. Badacz jest nie tylko sterowany, ale i sam steruje strumieniem informacji, kształtuje go, ogranicza, dokonuje selekcji. Trudno jest wyobrazić sobie, że wszystko to nie ma wpływu na jego pomysły i hipotezy¹⁴. Rozszerzona refleksja nad procesem odkrywania winna konstataować pewne prawidłowości — o ile one są — procesu rodzenia się nowych idei w umyśle fizyka. Nie jest wykluczone, że pomogłoby to lepiej zrozumieć dzieje rozwoju fizyki, jej obecny stan, niechęć do odrzucenia zbędnych koncepcji (np. eteru) itd.

Czy z wypowiedzi wybitnych fizyków można uzyskać informacje o myśleniu twórczym, które można uznać za charakterystyczne przynajmniej dla pewnej grupy badaczy w określonym okresie rozwoju fizyki? W swej refleksji nad nauką Einstein przywiązywał dużą wagę do procesów myślenia. Według niego narodziny nowych koncepcji teoretycznych w fizyce nigdy nie są świadome. W twórczości naukowej myślenie świadome, oparte przede wszystkim na logicznej analizie i dedukcji, wykonuje jedynie czynności porządkujące, systematyzujące i interpretacyjne. Natomiast dochodzenie do odkrycia wiąże się przede wszystkim

¹¹ K. Popper, *Logika odkrycia naukowego*, Warszawa 1977, 32—33.

¹² M. Heller, *Spotkania z nauką*, Kraków 1974, 128.

¹³ A. G. Van Melsen, *Nauka i technologia a kultura*, Warszawa 1968, 375.

¹⁴ J. Kozielecki, *Koncepcje psychologiczne człowieka*, Warszawa 1977, 239.

z aktywnymi stanami emocjonalnymi i procesami przebiegającymi w głębokiej podświadomości. „Nie mam wątpliwości, że nasze myślenie przebiega w zasadzie omijając symbole (słowa) i do tego nieświadomie. Jeżeli byłoby inaczej, to dlaczego zdarza się nam czasem zdziwić się — przy tym zupełnie spontanicznie — temu albo innemu postrzeganiu (*Erlebnis*)? Ten fakt zdziwienia następuje widocznie wtedy, gdy postrzeganie wchodzi w konflikt z ugruntowanym u nas pojęciem o świecie. W tych wypadkach, kiedy taki konflikt przeżywamy ostro i intensywnie, ze swej strony okazuje on silny wpływ na świat naszych myśli. Rozwinięcie tego świata naszych myśli jest w tym sensie pokonaniem uczucia zdziwienia, jest to ciągła, nieprzerwana ucieczka od «dziwnego», od «cudu»¹⁵. Ta ledwo uświadomiona „ucieczka” od „zdziwienia” ma niewiele wspólnego z logiką. Einstein wielokrotnie podkreślał ową nielogiczność, brak logicznych kroków na drodze do rozwiązania, na której końcu pojawia się dopiero możliwość dokonania jakiegoś uporządkowania¹⁶. „Wydaje mi się, że słowa albo język, czy to mówione, czy pisane, nie odgrywają żadnej roli w moim procesie myślenia. Jednostki psychiczne służące mi, jak się zdaje, jako elementy myślenia, są pewnymi znakami, niejasnymi obrazkami, które można «swobodnie» odtwarzać i kombinować. Rzecz prosta, istnieje pewien związek między tymi elementami a odpowiednimi pojęciami logicznymi. Jest również rzeczą jasną, że pragnienie dojścia w końcu do logicznie spójnych pojęć stanowi emocjonalną bazę dla tej raczej niewyraźnej gry wspomnianych wyżej elementów. Ale z psychologicznego punktu widzenia owa gra kombinacji wydaje się być istotną cechą twórczego myślenia — nie poprzedza jej żadna logiczna konstrukcja wyrażona bądź w słowach, bądź przy pomocy innego rodzaju znaków, które mogłyby być zakomunikowane innym. Wspomniane wyżej elementy są, w moim przypadku, typu wzrokowego, a niektóre — mięśniowego. Konwencjonalnych słów albo innych znaków poszukuję mozolnie dopiero w drugim stadium, kiedy wspomniana gra kombinacji jest dostatecznie rozbudowana i może być dowolnie odtworzona”¹⁷. Elementami myślenia twórczego u Einsteina były przede wszystkim „obrazy”, „oglądy” i ich kombinacje. Nowa idea oszałamia, zadziwia, sprawia wrażenie cudu. Jednocześnie rozpoczyna się walka nowej idei ze starym, światem i logicznie zrozumiałym systemem naukowym. Pojawia się paradoks, który należy rozwiązać w świecie pojęć. Pojęciowe ujęcie nowej idei związane jest z dużym wysiłkiem umysłu, w którym istotny udział ma napięcie emocjonalne, akty woli. Więcej jest przy tym intuicji, zgadywania, „wczuwania” się, niż logiki. Niekiedy proces ten trwa bardzo długo. W przypadku szczegółowej teorii względności rozmyślanie nad paradoksem zajęło Einsteinowi blisko 10 lat, chociaż od początku było dla niego oczywiste, że charakter ruchu fali elektromagnetycznej powinien być taki sam z punktu widzenia różnych obserwatorów inercjalnych. „Intuicyjnie wydawało mi się oczywistym od samego po-

¹⁵ A. Einstein, *Twórcza autobiografia*. W *Literatura źródłowa do kursów Podstawy Fizyki i Podstawy Filozofii dla Wydziału Elektroniki PW*. Cz. A-II-HF-1, red. W. Kruczek, Warszawa 1977, 4.

¹⁶ R. S. Shankland, *Rozmowy z Albertem Einsteinem*. W *Literatura źródłowa...*, dz. cyt., 58.

¹⁷ A. Einstein, *Odpowiedź na ankietę J. Hadamarda*. W *Literatura źródłowa...*, dz. cyt., 83.

czątku, że z punktu widzenia takiego obserwatora wszystko powinno odbywać się zgodnie z tymi samymi prawami, co dla obserwatora nieruchomego względem ziemi [...]. Można zauważyć, że w tym paradoksie zawiera się już zarodek szczególnej teorii względności"¹⁸. Takim zarodkiem ogólnej teorii względności była natomiast myśl o równości mas grawitacyjnej i bezwładnej, a składnikami myślenia twórczego były wyobrażenia tzw. doświadczeń myślowych, m. in. w spadającej windzie¹⁹.

Udział ciągu obrazów, „ogładów”, w myśleniu twórczym był analizowany przez J. Hadamarda, który badał kontekst odkrycia u niektórych wybitnych matematyków i fizyków-teoretyków. Zebrany przez niego materiał poświadcza istnienie składników obrazowych, wyobrażeń ruchowych (u Einsteina — „mięśniowych”) i ich kombinacji²⁰. Z analiz tych wynika, że u pewnej grupy wybitnych fizyków — podobnie jak u Einsteina — proces twórczy jest drogą od zdziwienia, przez paradoks, do teorii naukowej, przy czym doznawanie zdziwienia („cudu”) towarzyszy procesowi twórczemu przez cały czas, także w końcowej fazie logicznego badania istniejącej i wyraźnie już sformułowanej hipotezy. Zdziwienie jest więc stanem, od którego się ucieka, ale — dopóki umysł pracuje twórczo — od którego nie ma ucieczki. Einsteina, na przykład, do końca nie opuściło to uczucie, nigdy nie przestawał dziwić go fakt, że przyroda daje się opisywać w kategoriach matematycznych, że świat jest poznawalny i podaje się racjonalnemu opisowi²¹.

Intuicyjny charakter roboczych hipotez Einsteina dostrzegli również inni fizycy, którzy go znali i wiele z nim dyskutowali. Niels Bohr, współtwórca mechaniki kwantowej, szczegółowo relacjonuje dyskusje z Einsteinem na tematy naukowe, filozoficzne i psychologiczne. Bohr nie miał wątpliwości, że w zakresie fizyki kwantów „nieomylna intuicja wiodła Einsteina krok za krokiem do wniosku, że każdy proces promieniowania zachodzi w wyniku emisji lub absorpcji indywidualnych kwantów świetlnych”, chociaż paradoksalność takiego poglądu wiązała się z ugruntowaną falową koncepcją natury fal elektromagnetycznych²². Einstein odczuwał paradoks, do końca zresztą nie potrafił w swym umyśle uzgodnić koncepcji kwantów z determinizmem. Miał jednak do obranej przez siebie drogi „zaufanie”, pewien emocjonalny, wręcz uczuciowy stosunek²³. Mimo tego „zaufania” uczony do końca życia dawał wyraz swej opozycji w stosunku do probabilistycznej interpretacji mechaniki kwantowej. Umysł Einsteina odznaczał się wyjątkową odwagą, która kazała mu wątpić nie tylko w podstawy uznanych przez wszystkich koncepcji, ale nawet w poprawność tych idei, do których sformułowania sam wniósł istotny wkład. Taką odwagę wykazał tworząc teorię względności, która, porządkując przecież znane już szczegółowe koncepcje i zjawiska, nie zawahała się — przez rozwiązanie paradoksów — zmienić podstawy ugruntowanego rozumienia czasu i przestrzeni²⁴. Werner Heisenberg twierdził, że tylko Einstein był

¹⁸ A. Einstein, *Twórcza autobiografia*, dz. cyt., 28—29.

¹⁹ *Tamże*, 34.

²⁰ J. Hadamard, *Psychologia odkryć...*, dz. cyt., 66—92.

²¹ M. Heller, J. Życiński, *Drogi myślących*, Kraków 1983, 113—121.

²² N. Bohr, *Fizyka atomowa a wiedza ludzka*, Warszawa 1963, 55.

²³ *Tamże*, 59.

²⁴ W. Heisenberg, *Ponad granicami*, Warszawa 1979, 18—19.

zdolny do tak odważnego uzgodnienia odległych idei, co pozwoliło mu stworzyć wspomnianą teorię. „Kombinując z niesłychaną śmiałością własne idee o świecie fizycznym z myślami Riemanna o geometrii, Einstein ujął pole grawitacyjne jako odchylenie geometrii w czterowymiarowym kontinuum czasoprzestrzennym od geometrii Euklidesowej i udało mu się, za pomocą tej hipotezy, podać wyjaśnienie nie tylko zwykłej mechaniki nieba, lecz również pewnych niezrozumiałych dotąd osobliwości w okołosłonecznych ruchach planet”²⁵.

Rolę intuicji w sukcesach twórczych Einsteina podkreślał również Louis de Broglie, autor idei fal materii: „Ten kluczowy krok dokonany był dzięki wybitnemu intelektowi Einsteina, który dysponował głęboką intuicją o naturze fizycznej rzeczywistości”²⁶. Natomiast Max Born w swym wykładzie wygłoszonym w 1955 r. stwierdził: „Uważałem i dotąd uważam, że jest to największe odkrycie dokonane przez myśl człowieka, odkrycie, w którym w przedziwny sposób połączyły się głębia filozoficzna, intuicja, fizyka i sztuka matematyczna. Jestem tym odkryciem oczarowany, jak dziełem sztuki”²⁷.

Postać Einsteina była z pewnością wyjątkową w historii fizyki. Prześledźmy więc, co o własnej twórczości mówili inni fizycy. De Broglie pisze: „Odkrycia naukowe powstają dzięki takim elementom życia psychicznego jak emocje, lotność umysłu, wyobraźnia, intuicja [...]. Wyobraźnia, pozwalająca nam przedstawić sobie od razu część fizycznego świata w postaci pogładowego obrazu, ujawniającego niektóre jego szczególności; intuicja, nagłe odsłaniająca nam z jakąś wewnętrzną przenikliwością, nie mającą nic wspólnego z ciężkim sylogizmem, głębię rzeczywistości, są możliwościami organicznie właściwymi ludzkiemu umysłowi; odgrywały one i codziennie odgrywają istotną rolę w kształtowaniu się nauki [...]. Oczywiście postulat racjonalności wszechświata, jeśli przyjąć go bez ograniczeń, doprowadziłby do twierdzenia, że wynikiem zastosowania ścisłego systemu rozumowań do obserwowanych faktów powinien być dokładny i pełny opis fizycznego świata. Jest to jednak prawdziwe jedynie w przypadku idealnym; systemu rozumowań, o którym przed chwilą była mowa, faktycznie nie można zbudować dlatego, że świat fizyczny charakteryzuje się niezwykłą złożonością, rzucającą wyzwanie naszemu pojmowaniu [...]. Bardzo często musimy przechodzić od jednego rozumowania do drugiego za pośrednictwem aktu wyobraźni lub intuicji, który sam w sobie nie jest aktem w pełni racjonalnym [...]. Rozrywając [...] sztywny krąg, w którym zamyka nas rozumowanie dedukcyjne, indukcja, oparta na wyobraźni i intuicji, pozwala wykonywać wielkie podboje myśli; leży ona u podstaw wszystkich prawdziwych osiągnięć nauki”²⁸.

Trudno jest zaprzeczyć roli wyobraźni i intuicji w rozumowaniu Galileusza o prawie swobodnego spadania ciał. Rozumowanie to było analizowane przez wielu psychologów twórczości²⁹.

Procesem poznania w fizyce interesował się Wolfgang Pauli. Tego wybitnego badacza nie zadawała płytki empiryzm, wedle którego pra-

²⁵ Tamże, 21.

²⁶ W. A. Ugarow, *Szczególne teoria względności*, Warszawa 1985, 274. W książce tej można znaleźć wiele materiałów z historii szczególnej teorii względności.

²⁷ Tamże, 275.

²⁸ L. de Broglie, *Po tropach nauki*, Moskwa 1962, 293—295.

²⁹ Por. np. A. Nałczadzjan, *dz. cyt.*, 238—240.

wa przyrody można wydobyć z samego li tylko materiału eksperymentalnego. Podkreślał on rolę, jaką w przypadku pojęć i idei niezbędnych do zbudowania teorii naukowej, zwykle daleko wykraczających poza doświadczenie, odgrywa ukierunkowanie uwagi oraz intuicji. „Logika jest z zasady niezdolna do kreowania takich więzi” — pisał Pauli o związku faktu naukowego z powstającą teorią fizyczną³⁰.

U Nielsa Bohra „znajomość istniejących związków nie była wynikiem matematycznej analizy założeń przyjętych za podstawę, lecz wytyężenia, z jakim zajmował się zjawiskami, co pozwalało mu zachodzące więzi raczej wyczuwać intuicją niż dedukować³¹. Rozwiązując zagadnienie przyczynowości promieniowania Bohr, jak sam przyznaje, mógł tylko „kombinować kontrastujące obrazy”³². W odczycie z 1913 r. uczyony ujawnia swe przekonanie, że podkreślenie konfliktu (paradoksu) idei elektrodynamiki klasycznej z fizyką kwantową pozwoli „nowe idee powiązać w układ o pewnej spójności”³³. W twórczości Bohra dużą rolę odgrywały analogie, nieraz bardzo dalekie, jak na przykład między opisem pomiaru w mechanice kwantowej a analizą myślenia w psychologii: „Starałem się zwrócić uwagę na daleko idącą analogię, która zarysowuje się w sprawach analizy i syntezy doświadczenia, gdy nową sytuację w fizyce porównamy z innymi dziedzinami wiedzy i zainteresowań ludzkich [...]. Trudności w psychologii pochodzą w dużej mierze z różnic w przeprowadzaniu linii podziału między przedmiotem a podmiotem podczas dokonywania analizy różnych aspektów doświadczenia psychicznego. Słów takich jak «myśl», «uczucie», w równej mierze niezbędnych do zobrazowania różnorodności i wymiaru świadomego życia, używamy w sposób podobny — komplementarny — jak w fizyce atomowej używamy opisu czasoprzestrzennego i dynamicznych praw zachowowczych³⁴. Oto co pisze Bohr o odkrywaniu praw przyrody: „Niemożliwe oczywiście byłoby celować w tak odległy punkt i trafić. Kiedy jednak ktoś jest tak bezczelny, że rzuca nie celując i jeszcze sobie wyobraża absurdalnie, iż mogłoby przecieżyć trafić — to tak, wtedy istotnie może się tak zdarzyć. Wyobrażenie, że coś mogłoby się zdarzyć, bywa mocniejsze niż wprawa i wola”³⁵.

Bohr nawiązuje tu do roli przypadku, ślepego trafu, podczas dokonywania odkrycia. Zagdnienie to było analizowane również przez psychologów³⁶.

Werner Heisenberg, wspominając próby rozszerzenia teorii dyspersji w ujęciu Kramersa na przypadek efektu Ramana, pisze: „chodziło o to, by wnioskując przez analogię odgadnąć prawidłowe wzory matematyczne; odgadnąć, nie wyprowadzić, gdyż tymczasem brakowało jeszcze podstawy do ich obliczeń”³⁷.

Wybitny polski kosmolog twierdzi, że „wyobrażenia jest niezastąpionym

³⁰ W. Heisenberg, *Ponad granicami*, dz. cyt., 51.

³¹ *Tamże*, 62.

³² N. Bohr, *Fizyka atomowa...*, dz. cyt., 56.

³³ N. Bohr, *The Theory of Spectra and Atomic Constitution*, Cambridge 1922, 17.

³⁴ N. Bohr, *Fizyka atomowa...*, dz. cyt., 81—82.

³⁵ W. Heisenberg, *Ponad granicami*, dz. cyt., 64.

³⁶ A. Nałczadzjan, dz. cyt., 41—45.

³⁷ W. Heisenberg, *Ponad granicami*, dz. cyt., 65—66.

czynnikiem naukowej twórczości”³⁸. Wyobraźnia ściśle wiąże się z fantazją, umiejętnością wyobrażania sobie czegoś niezwykle mało prawdopodobnego. Tak było z koncepcją Bondiego, którego kosmologia opierała się na założeniu, że materia powstaje z niczego³⁹. Lamaitre wyobrażał sobie „wszechświat, istniejący przed naszym Wszechświatem, który byłby dokładnie podobny do naszego, ale w którym wszystko odbywałoby się w przeciwnym kierunku; byłby to wszechświat kurczący się, kolapsujący do zera”⁴⁰. Tworzenie fantastycznych modeli prowadzi również do zdziwienia, zwłaszcza wtedy, gdy modele te „wpadają w rezonans” z rzeczywistością⁴¹.

Różnorodne uwarunkowania procesu twórczego w fizyce analizuje Ernest Hutten⁴². Zwraca on uwagę, że fizyka jest nauką twórczą, gdyż zawiera elementy pochodzące ze świata zewnętrznego oraz z wnętrza umysłu badacza. Podkreśla rolę wyobraźni w procesie odkrywania oraz analizuje napięcie twórcze, niezbędne do skutecznego formułowania hipotez. Szczególny nacisk kładzie na Einsteinowską „ucieczkę” od cudowności, od zdziwienia. Hutten należy do tej nielicznej grupy autorów, którzy proces twórczy ujmują wieloaspektowo, w kategoriach metodologicznych i psychologicznych.

Zebrane dotąd przykłady dotyczą przede wszystkim odkryć teoretycznych. Nie odbiega od nich wypowiedź fizyka-doświadczalnika, Davida Andersona. On również podkreśla wagę czynników psychologicznych w twórczości fizyka: „Istnieją klasyczne przepisy postępowania w nauce, które precyzyjnie ukazują kandydatowi na naukowca konsekwentną linię działania. Poprzez zbieranie faktów i danych, tworzenie próbnych hipotez i ich sprawdzanie doświadczalnie, prowadzi ona ostatecznie do utworzenia spójnej, dającej się sprawdzić teorii. Cały kłopot polega na tym, że choć takie przepisy nie są fałszywe, to prawdziwe są też tylko w połowie. Są one zbyt uproszczone, by w pełni odpowiadać prawdzie. Tylko w bardzo rzadkich przypadkach fizyk może dokładnie określić, na jakim etapie w danej chwili się znajduje. Co więcej, takie przepisy pomniejszają zwykle lub zaniedbują twórczą rolę wyobraźni”. Rodząca się nauka jest „mieszaniną rozumu i fantazji, charakteryzującą proces tworzenia, znajdowaniem kawałków układanki i próbnych zestawień”⁴³.

Wyobraźnia odgrywała istotną rolę w pracy innego wybitnego fizyka, odkrywcy prawa ciśnienia promieniowania w gwiazdach, Czesława Białobrzeskiego⁴⁴. „Przy powstawaniu idei fizycznych jest czynny swoisty rodzaj wyobraźni, której posiadanie i rozwinięcie są nieodzowne do owocnej twórczości naukowej w tej dziedzinie umiejętności”⁴⁵. Biało-

³⁸ M. Heller, *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, Warszawa 1985, 206.

³⁹ *Tamże*, 129.

⁴⁰ *Tamże*, 125.

⁴¹ M. Heller, *Moja przygoda z kosmologią*, „Jednota” 46 (1987) 1, 15, 23.

⁴² E. H. Hutten, *Idee fizyki*, Warszawa 1976, 174n.

⁴³ D. L. Anderson, *Odkrycie elektronu. Rozwój atomistycznej teorii elektryczności*, Warszawa 1966, 167.

⁴⁴ Filozofię fizyki Czesława Białobrzeskiego, nazywaną niekiedy „fizyką przemysłaną do końca”, przedstawił M. Sawicki, *Czesław Białobrzeki jako filozof przyrody*, w *Zagadnienia filozoficzne w nauce VII*, Kraków 1985, 28—42.

⁴⁵ Cz. Białobrzeki, *Podstawy poznawcze fizyki świata atomowego*, Warszawa 1984, wyd. 2, 336.

brzeski pisze też o intuicji: „Jest jeszcze nieodzowny i bodaj najważniejszy czynnik psychiczny, mianowicie intuicja twórcza. Niestety, jest to czynnik zarazem najmniej uchwytny. Prawdopodobnie hierarchia talentów naukowych najwięcej zależy od zasobu owej intuicji [...]. Gdy umysł jest chwilowo zniechęcony i zmęczony tematem, dobrze jest go zaniechać na pewien czas, aby powrócił doń później ze zdwojoną energią [...]. Wtedy duże jest prawdopodobieństwo, że intuicja nas nie zawiedzie: w pewnej szczęśliwej chwili z głębin podświadomych wypłynie rozwiązanie lub ujrzymy jasno drogę ku niemu wiodącą”⁴⁶. Pojawia się tu pierwsze świadectwo olśnienia twórczego, o którym, jak się przekonamy, mówią i inni fizycy. Białobrzeski podkreśla również dramatyczne uwikłanie emocjonalne twórcy: „Proces twórczości [...] składa się często ze wzlotów i upadków myśli, cichych triumfów i bolesnych rozczarowań, wymaga wysiłków szarpiących nerwy”⁴⁷.

Wydaje się, że problem twórczego, intuicyjnego olśnienia należy do najważniejszych zagadnień twórczości w fizyce. Niektórzy badacze twierdzą wręcz, że umysł twórczy najłatwiej poznać po zdolności do intelektualnych olśnień. Warto podkreślić, że olśnienie cechuje nie tylko uczonych — mówi się o olśnieniach w myśleniu zwyczajnych ludzi, rozwiązujących przecież różnego rodzaju problemy.

Olśnienie w twórczości matematyków było analizowane przez J. Hadamarda⁴⁸. Warto przytoczyć kilka przypadków olśnień przeżytych przez fizyków. Obok Białobrzeskiego, inny wybitny fizyk polski Marian Smoluchowski doznawał podobnych przeżyć. W opinii swej żony Smoluchowski żył w ciągłym napięciu umysłowym. „Na niedzielnym spacerze lub podczas posiłku przerywał rozmowę, przystawał, milkł, bo jakieś zagadnienie, nad którym od tygodni przemyślał, stanęło przed nim w nowym świetle”⁴⁹. Arkadiusz Piekara, wybitny dydaktyk i mentor fizyki polskiej, formułowanie hipotez nazywa uogólnieniem. Oto jego słowa: „Usiłuję odgadnąć mechanizm zjawiska czy grupy zjawisk i *przymierzam go do faktów*”. Nie jest to rzecz prosta, wymaga siły woli, długiej niekiedy koncentracji umysłu w oczekiwaniu na rozwiązanie. „Wystarczy, że takie natchnienie, taka iskra ciemność rozświetlająca, zabłyśnie uczonemu raz w życiu. Wtedy powstaje dzieło sztuki prawdziwej, prawdą swą wzruszające: uogólnienie”⁵⁰.

Jedno ze swoich olśnień opisuje Werner Heisenberg. Przeżył je na wieczornym spacerze po intensywnej — choć bezowocnej — dyskusji z Bohrem. „Kiedy tak chodziłem nocą pod rozgwieżdżonym niebem, przyszła mi do głowy dość oczywista myśl, że *przecież można postulować, iż natura zezwala tylko na takie sytuacje eksperymentalne, które dają się opisać w matematycznym schemacie teorii kwantów*”⁵¹. Pozwoliło to Heisenbergowi „popuścić cugli swoim myślom” i rdzeniem interpretacji fizyki kwantowej w języku empirycznym uczynić słynne relacje nieoznaczoności.

⁴⁶ *Tamże*, 336—337.

⁴⁷ *Tamże*, 334—335.

⁴⁸ J. Hadamard, *Psychologia odkryć*., dz. cyt., 37n.

⁴⁹ A. Teske, *Marian Smoluchowski. Życie i twórczość*, Warszawa 1955, 254.

⁵⁰ A. H. Piekara, *Najjaśniejszemu y najpotężniejszemu Panu, czyli o nauki horyzontach dalekich*, Warszawa 1976, 288—289.

⁵¹ W. Heisenberg, *Ponad granicami*, dz. cyt., 76.

Ołśnienie było udziałem Gaussa wiele razy. Oto jego świadectwo: „Od czterech lat rzadko upływał tydzień, abym nie zrobił tej lub owej nadaremnej próby rozplątania tego węzła [...]. Nareszcie przed kilku dniami udało się to, ale nie wskutek mojego żmudnego poszukiwania, lecz po prostu, rzekłbym, z łaski Bożej. Zagadka została rozwiązana błyskawicznie; sam nie umiałbym nawet nawiązać nici pomiędzy ostatnimi próbami a tym, co przywiodło do celu”⁵².

Ołśnienie często pojawia się podczas snu. Powszechnie znany jest sen Mendelejewa, w którym uczony ujrzał tabelę okresowego układu pierwiastków⁵³. Ołśnienie — na jawie i w snach — były udziałem wielu fizyków, matematyków i chemików. Polegały one na niespodziewanym dostrzeżeniu pewnych wyjątkowych kombinacji różnych czynników lub obrazów, albo — odwrotnie — zamiedbaniu pewnych komponentów w przeżywanym „ogłądzie”. Tak było w przypadku badacza widm kwazarów Maartena Achmidta: „Nagle spostrzegłem, że jeśli zamieścić dwie spośród sześciu linii, pomijając je, jakby w ogóle nie istniały, to cztery pozostałe linie wykazują pewną regularność”⁵⁴. Dużą wagę do umiejętności dostrzegania różnego rodzaju ikonograficznych komponentów, ich eliminowania lub kombinowania, przywiązywał wspomniany już Marian Smoluchowski⁵⁵.

Ołśnienie, jako kluczowy moment procesu twórczego w fizyce, było analizowane przez Poincarégo, który uważał je za zakończenie okresu podświadomej pracy mózgu: „Co uderza przede wszystkim, to że na pozór nagle ołśnienia, jawne oznaki długiej, poprzedzającej, nieświadomej pracy [...]. Często się zdarza, że kiedy pracujemy nad jakąś trudniejszą kwestią, za pierwszym razem nie dochodzimy do żadnych wyników; następnie urządzamy sobie krótszy lub dłuższy odpoczynek i znowu siadamy do stołu; w ciągu pierwszej pół godziny nie trafia się znów nic ciekowego, po czym raptem zjawia się w umyśle idea decydująca”⁵⁶. Koncepcja Poincarégo jest zgrubsza zgodna ze współczesnymi poglądami na temat ołśnienia w twórczości naukowej⁵⁷. Jest to zakończenie procesu myślenia, który w zasadniczej części odbywa się w podświadomości, ale często towarzyszą mu świadome dynamiczne „obrazy”, ich kombinacje i różnego rodzaju układy. Należy podkreślić, że uświadamiane elementy owego myślenia mają charakter wzrokowy, a nie np. słuchowy; chodzi o „widzenie” dynamicznych układów ikonograficznych, przy czym treść tych elementów może być konkretna (np. fragmenty widm spektroskopowych) lub abstrakcyjna, albo zupełnie niezrozumiała (widzenie związków w postaci pływających linii, przenikających się plam itp.). Einstein „widział” związki między pojęciami, ale w obrazach tych nie było symbolicznego (np. matematycznego) przedstawienia owych wielkości. Obrazy te nierozzerwalnie wiążą się

⁵² Cyt. za B. J. Gawęcki, *Myślenie i postępowanie*, Warszawa 1975, 159.

⁵³ A. Nałczadźżan, *dz. cyt.*, 165—166.

⁵⁴ M. Heller, *Ewolucja...*, *dz. cyt.*, 164.

⁵⁵ A. Teske, *dz. cyt.*, 259.

⁵⁶ Cyt. za B. J. Gawęcki, *dz. cyt.*, 159. Dodatkowe materiały dotyczące „widzeń” podczas ołśnień twórczych można znaleźć w P. L. Kapica, *Eksperyment, teoria, praktyka*, Warszawa 1987, 267, 272, 275, 281—282.

⁵⁷ J. Kozielecki, *Osobliwości procesu myślenia a twórczość naukowa*, „Zagadnienia Naukoznawstwa”, 1972, 3, 317.

z emocjami, a nawet uczuciami nadziei, zachwytu itd. Carl Friedrich von Weizsäcker umiejscawia tego rodzaju myślenie twórcze w rozwoju całej dyscypliny naukowej, jaką jest fizyka, pisząc: „Prawdziwie twórczego, naprawdę wybitnego badacza cechuje najczęściej to, że ma on jakiś instynkt, jakieś wycucie, jakieś nie dające się całkiem zracjonalizować widzenie związków, które sięga głębiej niż u większości innych ludzi, i dlatego właśnie prędzej dociera on do prawdy. Prawdę w nauce najpierw się przeczuwa, potem przypuszcza, potem jest ona kwestią sporną, a w końcu zostaje dowiedziona [...]. Później taka prawda być może staje się prawdą klasyczną [...], potem ktoś odkrywa, że jest problematyczna, a w końcu staje się przestarzałą. Ten jednak, kto tę prawdę dezaktualizuje, odkrywając jakąś przeczutą, hipotetyczną, dyskutowaną i w końcu dowiedzioną nową prawdę, ten patrząc wstecz uzyskuje wgląd w to, jak bardzo nieoczywste, a jak genialne było tamto poznanie, które dzięki niemu przestało obowiązywać”⁵⁸.

Próbie całościowego opisu procesu twórczego w fizyce podjął J. Bronowski. Autor ten wykorzystał introspekcyjne materiały — opinie i wspomnienia fizyków. Charakterystyczną cechą koncepcji Bronowskiego jest to, że proces twórczy — zaczynający się od zdziwienia — prowadzi przez paradoks (konflikt idei) do pewnej metafory, która może pojawić się w akcie olśnienia, Metafora ta jest pewnym obrazem, tworem intuicji i wyobraźni. Jest to z reguły twór fantastyczny (np. u Newtona — Księżyc jako gigantyczna kula armatnia, wystrzelona z Ziemi). Następnym etapem jest przechodzenie od owej metafory do logicznej, zmatematyzowanej teorii. Przez cały czas kluczową rolę odgrywa wyobraźnia. Wyobrażenia dotyczą obrazów, form, rodzajów „widzenia”.

Budowa metafory polega na wycięciu (por. wypowiedź de Broglie'a) w umyśle pewnego fragmentu rozważanej rzeczywistości i traktowanie reszty świata jako mało istotnego dodatku⁵⁹. Przypomina to konstruowanie wyidealizowanego modelu fizycznego (gaz doskonały, ciecz idealna, wahadło matematyczne itd.), przy czym jest to procedura w niewielkim stopniu logiczna. Akt „wycięcia” jest wynikiem pracy wyobraźni i — przynajmniej częściowo — emocji oraz uczuć. Wycięcie jest wyraźnie odnoszone do badacza, ma charakter subiektywny, bowiem „samoodniesienie jest zasadniczym aspektem naszej świadomości”⁶⁰. Następną fazą jest racjonalizacja — prowadzi do teorii owych wyciętych fragmentów natury, systematyzuje pojęcia, tworzy algorytmy, zamyka naukę, dąży do systemu zupełnego. Sytuacja trwa w takim stanie do momentu, w którym czyjaś wyobraźnia przekroczy granice wycięcia. Pojawiają się wtedy nowe obrazy, ich dynamiczne kombinacje, nowa metafora.

Kluczem otwierającym zamknięty system logiczny jest zawsze wyobraźnia. Ona wskazuje na jego braki, wykrywa podobieństwa elementów, które dotąd uchodziły za niepodobne do siebie. Nowa metafora jest zawsze paradoksem w systemie starej wiedzy. Rozwiązanie paradoksu jest możliwe dopiero w nowej teorii, której odpowiadają inne granice wycinanej rzeczywistości. „Wzrokowość” węzłowych etapów

⁵⁸ C. F. von Weizsäcker, *Jedność przyrody*, Warszawa 1978, 147—148.

⁵⁹ J. Bronowski, *Zródła wiedzy i wyobraźni*, Warszawa 1984, 64—67. Wcześniej idee te przedstawił Bronowski w świetle udokumentowanej przykładowi pracy: *Science and Human Values*, New York 1965.

⁶⁰ *Tamże*, 86.

twórczości naukowej jest przyczyną tego, że uczeni tak chętnie posługują się ikonografią — rysunkami, grafami, wykresami itd., nie jako wynikami rozumowania lub empirii, lecz jako narzędziami rozumowania.

Koncepcja Broniewskiego jest w ogólnych zarysach zgodna z materiałami zaprezentowanymi w tym artykule. Próbuje stworzyć spójny obraz aktu odkrycia w fizyce z uwzględnieniem aspektu metodologicznego oraz kontekstu psychologicznego. Bez odpowiedzi pozostawia wiele pytań szczegółowych — co jest zrozumiałe w świetle „embrionalnego” stanu rozwoju psychologii myślenia. Nie rozwiązany jest także bardziej ambitny problem: czym jest poznanie, realizowane w tak opisanym akcie twórczym w fizyce. Być może ma rację Krzysztof Maurin, gdy pisze: „Poznanie jest procesem jednoczącym i płodzącym, zgodnie z greckim źródłosłowem *gignoskein* czy hebrajskim *jada*. Proces ten nie jest jednostronnie przebiegającym od poznającego ku poznawanemu. Poznawane w pewnym sensie chce być poznane i wywiera działanie na poznającego, przyciągając go, wabiąc go, dając także do zjednoczenia. Poznane nabiera pełniejszego bytu, istnieje intensywniej. Poznanie jest zejściem się, *co-itus*, w którym płodzi i rodzi się wyższa jedność. W poznaniu ma się zrodzić nowa rzeczywistość. Poznanie jest procesem wysoce twórczym, a nie biernym odbiciem. Kontemplacja nie jest poznaniem jakiejś prawdy, jest stawianiem się tą prawdą”⁶¹.

Kto wie, czy motorem, siłą zmuszającą do takiego poznawania nie jest owo zdziwienie, zwłaszcza zdziwienie nad faktem, że przyroda pozwala opisywać się matematycznie. „Najwyższe zdziwienie budzi fakt, gdy stworzony przez nas sposób rozumowania, zwany matematyką, wpada w tak niezwykle skuteczny rezonans ze strukturą świata. Stworczy plan najłatwiej można odkryć nie w lukach naszej wiedzy, lecz w obszarach, w których ta wiedza tak nadzwyczajnie przenika Wszechświat”⁶². A czy Bóg też dziwi się, że owa ludzka matematyka tak skutecznie rozszyfrowuje Jego plan? Byłoby to piękne, „twórcze” sprzężenie myśli Boga i człowieka. Nadawałoby nowego znaczenia człowiekowi stworzonemu na „obraz i podobieństwo” Stwórcy.

⁶¹ K. Maurin, *Logos, symbol, reprezentacja*, „Studia Filozoficzne”, 1983, 5—6, 108.

⁶² M. Heller, *Moja przygoda...*, dz. cyt., 23.