

Koniec nauki? Na razie nam nie grozi!

Grzegorz Karwasz ^{†)}

Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Prof. Michał Tempczyk, filozof przyrody a przy tym kolega fizyk, stawia w numerze 50 „EF” istotne pytanie „Czy istnieje granica rozwoju nauki?” [1]. Czy w niedalekiej przyszłości osiągniemy wiedzę tak kompletną, że dalsze poznanie nie będzie konieczne i/lub możliwe? Pytanie pojawiło się w książce J. Horgana „Koniec nauki” [2] tłumaczonej przez M. Tempczyka. Autor, dziennikarz Scientific American, w oparciu o wywiady z naukowcami z różnych dziedzin wnioskuje nie tyle o końcu nauki, co raczej o załamaniu tradycyjnych paradygmatów. J. Horgan wyciąga wniosek z widocznego (ale właściwszym słowem byłoby *apparent*, czyli pozornego) stanu stagnacji, w jakim znalazły się nauki przyrodnicze wobec wielu nierozwiązanych zagadnień. Również M. Tempczyk reasumuje swój tekst stwierdzeniem: „- Teza o zbliżającym się końcu nauki jest coraz bardziej uzasadniona”.

Pęknięć w strukturze współczesnej nauki jest wiele. Jednym z zagadnień jest na przykład teoria ewolucji. Świątowano niedawno rocznicę darwinizmu a teoria ta nadal nie odpowiada na wiele podstawowych zagadek, jak choćby przeżywalność form pośrednich (słonia ze *średnią*, nie długą ale i nie krótką trąbą), zagadnienie zbieżnej ko-ewolucji organów komplementarnych, czy choćby zbyt szybkie tempo ewolucji całości życia biologicznego, w porównaniu z wiekiem Ziemi i znanymi częstotliwościami powstania mutacji.

Przeświadczenie o końcu nauki było również powszechne pod koniec XIX stulecia, w mechanicystycznej filozofii Macha czy w głosach fizyków, że dalszego rozwoju można oczekiwać w postaci poprawiania kolejnych cyfr po przecinku w dobrze już poznanych wielkościach. Przewrót w postaci hipotezy kwantów Plancka a następnie mechaniki relatywistycznej wskazały jak dalece były to prognozy bezprzedmiotowe.

Czym sytuacja obecna, na przełomie tysiącleci przypomina tę sprzed stu lat? Naszym zdaniem, podobnie jak wówczas wiele z istniejących paradygmatów napotkało na granicę *fizyczną* rozwoju. Jednocześnie, podobnie jak pod koniec XIX wieku wiele wyników doświadczalnych pojawiło się zupełnie nieoczekiwanie i nie bardzo potrafimy je wyjaśnić. (W pokazaniu sukcesów i porażek a następnie sposobów obejścia trudności naukowych użyjemy notacji *heglowskiej*, choć filozofii Hegla nie podzielamy.)

Teza 1. Mechanika kwantowa pozwala dziś, prawie sto lat po jej powstaniu, nie tylko na wyjaśnianie ale i na *projektowanie* mikroświata. Na czym to projektowanie polega? Otóż, zamiast próbować setki leków, tak jak to było w przypadku antybiotyków, możemy strukturę leku wyliczyć. Jednym z najbardziej spektakularnych sukcesów mechaniki kwantowej jest *Viagra*. Wiedząc, że dla określonego działania fizjologicznego niezbędne jest uwolnienie cząsteczki tlenu azotu NO w określonym receptorze, zaprojektowano strukturę cząsteczki, która tę funkcję spełnia. Podobnie, nowoczesne ogniwa fotowoltaiczne muszą efektywnie zbierać energię światła słonecznego, w szerokim zakresie widma (tj. dla wszystkich kolorów). Zazwyczaj barwnik o określonym kolorze absorbuje tylko wąski przedział światła – chlorofil jest w rozworze czerwony (a dokładniej dwa typy chlorofilu absorbują w komplementarnych zakresach widma). Jaki kolor powinien mieć barwnik dla uzyskania szerokiego zakresu absorpcji? Najlepiej jakiś brązowo-bury. I taki kolor ma skomplikowana cząsteczka, z atomem rutenu w środku, zaprojektowana specjalnie do ogniw najnowszej generacji, następnie zsyntetyzowana, opatentowana i kosztująca setki dolarów za gram [3]. Ale za to,

ogniwo fotowoltaiczne składa się ze zwykłej białej farby ściennej (tlenku tytanu) i ma wydajność 10%, nie gorzej niż drogie ogniwa krzemowe.

Antyteza 1. Ale, obliczenia mechaniki kwantowej wymagają rozwiązania równania Schrödingera, określającego ruch elektronów na orbitach dookoła jądra w atomie. Dla atomu wodoru, z jednym elektronem, dokonano tego zaraz na początku ery mechaniki kwantowej, w sposób analityczny. Ale już dla cząsteczki wodoru, z dwoma elektronami (i dwoma jądrami) poprawne wyliczenie zostało przeprowadzone dopiero w 1963 roku, przez W. Kołosa i L. Wolniewicza [4] z użyciem pierwszych komputerów IBM do użytku cywilnego: należało uwzględnić oddziaływanie nie tylko elektronu z jądrem ale i z drugim elektronem. I tak, im więcej elektronów, tym więcej oddziaływań do wyliczenia (i wyników częściowych obliczeń do zapamiętania). Według W. Kohna, twórcy metody pozornie mniej dokładnej ale alternatywnej dla równania Schrödingera, już dla atomu z 10 elektronami (atomu neonu) ilość komórek pamięci komputera musiałaby przekroczyć ilość atomów we Wszechświecie.

Synteza 1. Mniej więcej w tym samym czasie co W. Kołos i L. Wolniewicz uzyskali pierwszy wielki sukces mechaniki kwantowej w wersji Schrödingera, dwóch innych autorów stworzyło metodę, która wówczas była niedokładana, nieużyteczna wręcz niepotrzebna. Metoda W. Kohna i J. Shama [5] nie daje informacji o pojedynczych elektronach tylko o *sumarycznej* energii układu. Ale, w zamian pozwala na obliczenie własności kwantowych dużych cząsteczek. Rezygnujemy więc z istotnej porcji informacji o mikroświecie (którą nazwalibyśmy informacją *dokładną*), ale uzyskujemy część dla nas *użyteczną*.

Mamy tu znakomity przykład „końca nauki” ale i jego obchodzenia: poznanie nasze napotyka na nieprzekraczalną granicę, ale rezygnujemy z części wiedzy (o położeniach elektronów), adoptujemy nową metodę i dokonujemy kolejnego kroku, *ekonomizując* zakres wiedzy.

Teza 2. Innym, podobnie ograniczoną przestrzenią poznania są współczesne teorie cząstek elementarnych (i ten temat M. Tempczyk precyzyjnie podejmuje tak w artykule jak w swojej najnowszej książce [6]). Tak naprawdę trwałych i niepodzielnych a znanych nam dziś cząstek jest jedynie kilka, wśród nich elektron z ekranu telewizora i fotony, np. we wiązce światła z lasera. Nawet protony, w jądrach atomowych, składają się z mniejszych obiektów, zwanych kwarkami. Są trzy rodziny kwarków, licząc od pary najlżejszej, z których składają się proton i neutron aż do kwarków ważących tyle co atom żelaza. Wartości mas tych kwarków są bardzo dziwne, nie tworząc żadnej (na nasz ludzki gust) prawidłowości: 3 ± 1.5 , 7 ± 2 ; 1.5 tys., 105 ± 33 ; 170 tys., 4.7 tys. GeV/c² (zob. np. [7]).

Skąd to wiemy? Z doświadczeń jak w akceleratorze w CERNie: w podziemnym tunelu o długości 27 km pędzą elektrony (lub protony) z prędkościami prawie równymi prędkości światła, w próżni jak w kosmosie a ich lot jest zakrzywiany potężnymi magnesami z nadprzewodników, utrzymywanymi w temperaturze minus 270°C. A dlaczego takie masy a nie inne, nie mamy pojęcia.

Antyteza 2. Jedną z teorii cząstek elementarnych, teoria „strun” zakłada, że obserwowane przez nas cząstki, nie są pierwotnymi obiektami fizycznymi, ale drganiami własnymi (czyli o ściśle określonej częstotliwości) innych obiektów, zwanych strunami. Filozoficznie przypomina to poszukiwania harmoniki sfer przez Keplera, których nie znalazł, ale w zamian sformułował poprawne prawa mechaniki planet. Teoria strun jest więc jakby przejawem *platonizmu*; obserwujemy nie obiekty ale ich pobrzękiwanie w kosmosie.

Synteza 2. Niestety, po trzydziestu i więcej latach rozwoju teoria strun nie pozwoliła na „wyciągnięcie pająka z dziupli”, jak to dobrze oddaje włoskie powiedzenie. Nie potrafimy z teorii strun przewidzieć ani mas ani innych własności cząstek elementarnych. Zaś jej weryfikacja eksperymentalna, przy obecnym stanie wiedzy technicznej o magnesach nadprzewodnikowych wymagałaby akceleratora o średnicy Wszechświata. „W tym sensie – stwierdza prof. Pitaevskii¹ – teoria strun nie jest weryfikowalna doświadczalnie”. W myśl przyjętych standardów naukowych, teoria strun nie zasługuje więc na miano *teorii* a jest jedynie *hipotezą*. Granicą poznania, podobnie jak w mechanice kwantowej, staje się ograniczoność Wszechświata, a w zasadzie ograniczenie metody: poszukiwanie cząstek elementarnych za pomocą akceleratorów z odchyłaniem magnetycznym. Nie potrafimy zbudować silniejszych magnesów – są one z nadprzewodników a zbyt silne pole magnetyczne (przez te magnesy wytworzone) niweluje stan nadprzewodnictwa i magnes przestaje działać. Natknęliśmy się na fizyczną granicę budowy akceleratorów! Potrzebna jest zarówno teoria alternatywna dla teorii strun jak i nowe metody doświadczalne.

Teza 3. Jeszcze „brutalniejsze” granice poznania nałożyła na nas Natura w zakresie kosmologii. Pytanie, czy Wszechświat jest skończony czy nie, po odkryciu A. Michelsona stałej prędkości światła (1887 r.) jest w zasadzie bezprzedmiotowe. Horyzontem *przestrzennym* naszej wiedzy jest tu sam wiek Wszechświata. Potrafimy zajrzeć do granic przestrzennych Wszechświata, ale tylko do odległości, jaką przebyło światło w ciągu tych (ostatnich) 13,7 mld lat. Jeżeli istnieje cokolwiek dalej niż ta odległość, jest dla nas niepoznawalne. Rację należy więc przyznać M. Kopernikowi, który pisał „Wszechświat, którego granic nie znamy, ani zapewne znać nie możemy.”

Granica poznania jest jednak znacznie bardziej dotkliwa. Poznanie, poprzez ogląd docierającego światła jest poznaniem biernym. Wysłanie aktywnego obserwatora załamuje się na innym ograniczeniu, znanym już w średniowieczu J. Buridianowi. Jego prawo *impetusu* mówi, że ciało rozpędzone porusza się wiecznie. Z drugiej strony, jak zauważył Kartezjusz a za nim Newton, aby jakiegokolwiek ciała rozpędzić, musimy na nie działać *odpowiednio* długo. W dzisiejszej notacji mówimy, że zmiana $\Delta(mv)$ pędu ciała jest iloczynowi siły F przez czas jej działania

$$\Delta(mv) = F \Delta t$$

gdzie m jest masą, v – prędkością, a t czasem.

Niemożliwe jest, już na gruncie mechaniki *klasycznej*, uzyskanie przez ciało o niezerowej masie dowolnie wielkiej prędkości, gdyż wymaga to odpowiednio długiego czasu. Podróż do granic Wszechświata nie jest możliwa, przynajmniej dla *ograniczonej* czasowo (tj. śmiertelnej) jednostki.

Antyteza 3. Czy można wyobrazić sobie mechanikę, bez praw bezwładności? Oczywiście że tak, taka była niejako mechanika Arystotelesa: do utrzymania ruchu było niezbędne stałe działanie siły. Tak jak można skonstruować matematycznie spójny świat z innymi formami prawa grawitacji niż to Newtona, można by wyobrazić sobie świat, w którym rozpędzanie odbywałoby się natychmiastowo, jak wystrzał po zwolnieniu cyngla, i zatrzymanie też (a do utrzymania ruchu sfer niebieskich niezbędne stałe wachlowanie skrzydłami przez aniołów...). Prawo bezwładności jest więc bardziej prawem *filozoficznym*, wymagającym aby przyczyna i skutek były oddzielone czasem Δt działania niż prawem matematycznym. A mechanika Einsteina, w której *masa efektywna* ciała rozpędzanego do granicy prędkości światła rośnie

¹ Współautor największego, 10-tomowego kursu fizyki teoretycznej, przypuszczalnie najwybitniejszy w dzisiejszych czasach fizyk teoretyczny.

asymptotycznie do nieskończoności, czyni ograniczenie czasowo-przestrzenne człowieka jeszcze bardziej dotkliwym.

Pomysłów na obejście ograniczenia czasowo-przestrzennego literatura *science-fiction* i *paranauki* wymyśliły mnóstwo: od telepatii do tuneli czasowo-przestrzennych. Dla żadnego z tych pomysłów nich nie znaleźliśmy procedur powtarzalnej weryfikacji doświadczalnej. A tymczasem, zagadek doświadczalnych jest już aż za dużo!

Wniosek 3. Kosmologia szczególnej teorii względności nałożyła dodatkowe bariery na poznanie już ograniczone przez zasadę bezwładności Buridiana. *Ogólna* teoria względności jest natomiast czymś, czego konsekwencji nie potrafimy nawet dokładnie ocenić. Według profesora Hallera [7] w rozwiązaniu równania Einsteina „drzemie” zapewne dziesięć tysięcy składników, z których znamy tylko trzy lub cztery: i) przestrzeń ulega zakrzywieniu w pobliżu masy – odchylenie promienia światła przechodzącego w pobliżu Słońca jest dwa razy więcej, niż to wynikałoby z teorii Newtona (weryfikacja doświadczalna w czasie zaćmienia Słońca w 1919 roku), ii) czas w polu grawitacyjnym się wydłuża (doświadczenie Pounda-Rebki przesunięcia częstotliwości promieniowania gamma spadającego w polu grawitacyjnym, 1959), iii) promień światła po wirującej trajektorii zamkniętej biegnie inaczej niż po linii prostej (efekt de Sittera), iv) wirująca Ziemia pociąga za sobą czasoprzestrzeń, jak łyżka kisiel (efekt Lense’a - Thirringa, potwierdzenie doświadczalne 1996, zob. np. [8]). I na tym w zasadzie koniec naszych *obecnych* możliwości doświadczalnych weryfikacji teorii Einsteina. Potrzebne są nowe pomysły.

Doświadczalne stwierdzenie, że widzimy zaledwie 4% Wszechświata, bo resztę stanowi ciemna energia i ciemna masa, należy uznać za największą klęskę specjalistów tak od kosmologii jak od cząstek elementarnych. Z drugiej strony, ta klęska to wyzwanie i dla nowych metod doświadczalnych i dla teorii. Wikipedia angielska omawia rozmieszczenie galaktyk we Wszechświecie pod hasłem „Finger of God”. Oj! już raz, w latach 60-tych XX wieku, Anglicy nadali hipotezie G. Lemaître’a (nb. też kanonik katedry, jak Kopernik, tylko że w Malinas) ironiczną nazwę Big Bang, i zaraz po tym, po odkryciu szumu mikrofalowego z początków Wszechświata musieli tę nazwę przyjąć na serio...

Teza 4. Kolejną klęskę i/lub wyzwanie przynosi kryptografia kwantowa. Kryptografia kwantowa bierze początek z pytania zadanego przez Rosena, Podolsky’ego i Einsteina w 1935 r [9]. Zanim to pytanie podamy, przypomnimy jedno z praw *zachowania* w fizyce, a mianowicie prawo zachowania momentu pędu. Mówi ono najkrócej, że rozpedzone koło lub kręcąca się wokół własnej osi kula ziemską zachowuje *kierunek* osi obrotu. To samo prawo dotyczy obiektów mikroskopowych, jakimi są atomy, a także kwanty światła – fotony.

Rosen, Podolsky i Einstein postawili pytanie następujące: jeśli zostanie wytworzona para fotonów (lub elektronów, atomów) w stanie o ustalonym momencie pędu i fotony te zostaną wysłane w przeciwne strony świata, to pomiar stanu jednego fotonu *natychmiastowo* dostarcza informacji o stanie drugiego fotonu. Mielibyśmy więc sposób na złamanie granicy prędkości światła w przekazie informacji, a co za tym idzie, złamanie zasady przyczynowości. Niestety, informacja o stanie drugiego, odległego fotonu, jest znowu „bezużyteczna” – nic z tym odległym fotonem zrobić nie możemy. I aby przekazać koledze, jaki foton leci w jego kierunku i tak musimy skorzystać ze zwykłej linii telefonicznej. Zasada przyczynowości nie jest więc naruszona.

Anty 4. Dwa fotony pozostają *splątane* w sensie, że pomiar na jednym z nich pozwala natychmiast przewidzieć stan jego splątanego partnera. Jednakże nie potrafimy informacji o stanie jednego z fotonów wykorzystać do manipulowania stanem drugiego. Splątanie wytwarza natychmiastowe korelacje między zdarzeniami w odległych laboratoriach, ale zabrania nad nimi kontroli. Ta zależność jest podstawą kryptografii kwantowej. W kryptografii kwantowej próba pochwylenia zakodowanego sygnału powoduje jego unicestwienie. stoi za tym skomplikowana matematyka. Zapytałem jednego z twórców, prof. Pawła Horodeckiego, jak to działa. Odpowiedział: „No i z tym jest problem. Potrafimy wyliczyć, jak to działa, ale wyjaśnić – nie!”. Kryptografia kwantowa w postaci gotowych urządzeń była wykorzystana np. w przesyłaniu danych między stadionami w trakcie Mistrzostw Piłki Nożnej w 2010 w Republice Południowej Afryki. Twórca gdańskiej szkoły kryptografii kwantowej, prof. Ryszard Horodecki nazywa tę dziedzinę jednak „sukcesem komercyjnym a intelektualnym upokorzeniem” - działa, ale nie wiemy jak!²

Niestety, matematyka współczesna staje się tak skomplikowana, że o ile nie uruchomimy jakiś specjalnych zasobów struktur biologicznych w mózgu (85% jest ich w stanie bezczynności), nie opanujemy specjalnych sposobów nauczania, lub nie wypracujemy nowych meta-teorii, prostszych do zrozumienia, będziemy musieli w coraz większym stopniu *zawierać* równaniom matematycznym. W tym samym numerze „EF” [11] opisany jest przypadek twierdzenia Fermata, zanotowanego na marginesie książki w 1639 roku a udowodnionego w 1996 roku. Udowodnionego, należy dodać, na 120 stronach, z wykorzystaniem komputerów do operacji logiczno- dedukcyjnych, oraz sprawdzonego, na zlecenie Międzynarodowej Unii przez pięciu wybranych matematyków świata. Według ich zgodnej opinii, dowód jest poprawny. Pozostaje tylko im zawierzyć, że tak jest.

5. Czy, widząc, że do tej pory fizyka współczesna radzi sobie dobrze z kolejnymi problemami nie należy się spodziewać rewolucji naukowych? Wręcz przeciwnie, czekają nas one, niezwykle szybko i niezwykle głębokie. Ścieżka tych rewolucji będzie taka sama jak zawsze: **nowy aparat matematyczny zastosowany tam, gdzie się go nie spodziewaliśmy**. Tak było z ogólną teorią względności, gdzie pojęcia geometrii wyjaśniają istnienie grawitacji, tak było z mechaniką falową, gdzie pojęcia z akustyki zostały wprowadzone do opisu punktowych cząstek materialnych. Wiele z bardzo istotnych odkryć fizyki doświadczalnej ostatnich lat nie znajduje zadowolającej teorii.

Nie chodzi tu bynajmniej tylko o kosmologię. Od początku XX wieku wiemy, że niektóre metale, jak np. rtęć, ołów, w bardzo niskich temperaturach, niewiele powyżej zera bezwzględnego, stają się idealnymi przewodnikami – prąd płynie przez nie prawie wiecznie. Zjawisko zostało wyjaśnione dopiero w połowie XX wieku, na podstawie analogii z tzw. kondensatem Bosego-Einsteina (ten ostatni to kolejna „specjalność” toruńskich laboratoriów). W 1986 r. G. Bednorz i K. Alex odkryli, że nadprzewodnikami, i to w znacznie wyższych temperaturach (nie pojedynczych kelwinów, ale około 100 K) stają się, o dziwo, nie metale, ale ceramiki, będące w temperaturze pokojowej znakomitymi izolatorami. Mija ponad 20 lat, więcej niż między doświadczeniem Michelsona a jego wyjaśnieniem przez Einsteina, a teorii

² Jeszcze jedna uwaga odnośnie ducha mojej wypowiedzi, którą [Grzegorz] cytujesz i przekładasz na proste rozumienie. Pod określeniem „sukces komercyjny a intelektualne upokorzenie” chciałem wyrazić dyskomfort wynikający z napięcia intelektualnego spowodowanego serią odkryć takich fenomenów jak kwantowa kryptografia, kwantowa teleportacja czy gęste kodowanie mających swą „laboratoryjną” reprezentację a dalekim od jasności obrazem tych zjawisk. I jeszcze jedno, fakt, że zostały one odkryte po ponad pół wieku i to nie przez prominentów fizyki kwantowej uczy nas dużego dystansu do naszych nawet najwybitniejszych osiągnięć. Podkreślam to ponieważ czytelnicy skłonni są do wyciągania skrajnych wniosków z tego typu sentencji. [R. Horodecki]

nadal brak. Być może, teoria takich nadprzewodników nie powinna opisywać świata jako trójwymiarowego, ale jako świat fraktalny, z wymiarem np. $2\frac{1}{4}$? Jak pisaliśmy w [12] potrzebna jest, zapewne, zupełnie nowa matematyka.

6. Przypomnijmy tu rewolucję Plancka: przed wprowadzeniem hipotezy kwantów, próbował on na różny sposób połączyć dwa działy, termodynamikę oraz promieniowanie elektromagnetyczne wynikające z równań Maxwella. Udało mu się to zupełnie nieźle, wzory podane przez Plancka pod koniec XIX wieku wyjaśniały obserwowane rozkłady natężenia promieniowania w zależności od jego długości fali całkiem dobrze. Ale w październiku 1900 roku pojawiły się jednak dane doświadczalne, różniące się nieco od teorii Plancka. Planck przejął się krytyką i w kilka tygodni stworzył nową teorię, w której musiał założyć istnienie porcji energii (kwantów). I tak, za początek fizyki współczesnej uważa się datę jego wykładu w Berlinie, 14 grudnia 1900 roku. Sam Planck tej rewolucji nie przyjął – jeszcze w 1914 roku krytykował pojęcie fotonu, wprowadzone przez Einsteina (1905 r.) a będące konsekwencją hipotezy kwantów. Dla pokazania, z powodu jak niewielkich różnic między doświadczeniem a teorią runęła sto lat temu fizyka klasyczna, przedstawiamy oryginalny rysunek z artykułu M. Plancka [13].

Dziś, próbuje się połączyć teorie kwantów z kosmologią, ale „nadal pająk z dziupli wyjść nie zamierza”. Zapewne, szukać należy zupełnie gdzie indziej.

7. Wracając do teorii ewolucji – to też zapewne potrzebne są nowe metody i nowe pomysły. W dziedzinie zupełnie odległej od biologii, jaką są doświadczenia nad rozpraszaniem elektronów w 2001 roku pojawiło się odkrycie zupełnie nieoczekiwane. Wierzone, że największe spustoszenie w strukturach biologicznych czyni radioaktywność o dużych energiach³. Tymczasem okazało się, że elektrony o bardzo niskich energiach, wręcz zerowych, tną DNA w taki sposób, że może ono pozostać biologicznie aktywne. Odkryto nowy, nieoczekiwany mechanizm (zmiennego, regulowanego natężeniem promieniowania kosmicznego) tempa mutacji [14].

8. I wreszcie pytanie ostatnie, bardziej z *etyki* niż z *epistemologii*. „Czy musimy wszystko wiedzieć?”- pyta prof. L. Pitajevski. Pytanie o tyle zaskakujące, że od dawna, szczególnie w środowiskach intelektualnych panuje zgodność poglądów, że nie wszystko musimy *posiadać*. Wiedza wydaje się być dobrem na tyle „nieszkodliwym”, że nasz pęd w kierunku nieograniczonego jej kumulowania wydaje się nie mieć końca, ani też wewnętrznych ograniczeń. Jesteśmy przekonani, w naszym ludzkim zadufaniu, że przekraczanie kolejnych barier wiedzy nie jest bynajmniej naganne, a jak najbardziej wskazane. Czy nie jest nadmierny przerost ambicji, coś w rodzaju nowej wieży Babel?

Natura narzuca naszemu poznaniu twarde ograniczenia. Potrafimy je jednak jakoś obejść, kolejnymi naukowymi rewolucjami. Wniosek, jaki się nam nasuwa, to że ta pozorna cisza, to właśnie cisza na przedpolu nadciągającej rewolucji. Jak w przedsionku burzy, zupełnie nie wiadomo skąd burza nadciągnie, ale nadejdzie na pewno.

P.S. Pozostaje jeszcze do sprecyzowania zdanie autora o wnioskach Horgana, o przeżywaniu się paradygmatów. Wnioski te są, oczywiście, spuścizną po filozofii T. S. Kuhna o przyczynach rewolucji naukowych. Według Kuhna jest to nabrzmiewanie przyczyn niejako

³ Przez „radioaktywność” rozumiemy promieniowanie gamma, w mniejszym stopniu wysokoenergetyczne elektrony i cząstki alfa.

społecznych – przekonania naukowców o konieczności zmiany sposobu rozumienia wszechświata.

Jako fizyk doświadczalny, po 30-letniej praktyce w laboratorium uważam, że to sama Natura, dostarczając (zmuszona) nam *nowych* danych, egzekwuje tę zmianę paradygmatu. Kluczowy przykład Kuhna, Kopernik, nie stworzył teorii z powodów „przekonania” czy zamiłowania do filozoficznego piękna przyrody. W 1497 roku, z kolegą-nauczycielem w Bolonii, przeprowadził pomiary średnicy Księżyca w nowiu (w trakcie przesłonięcia jasnej gwiazdy, Aldebarana) i te wyniki były *sprzeczne* z teorią Ptolemeusza. Zaś teoria o środku wszechświata stała się nie do utrzymania po odkryciu przez Galileusza mini-systemu planetarnego Jowisza (nb. znacznie lepiej wyjaśnionego przez najnowsze modele komputerowe jako wynikający z hipotezy Lamarcka o powstaniu z obłoku gazowego niż sam System Słoneczny). Tak więc *doświadczenie* (a może ono być także natury humanistycznej) wymaga od nas rewolucji, a nie nasze przekonanie.

Ponadto, podkreślamy jeszcze raz, rewolucje nie odbywają się metodą „wziął, i wynalazł”. Pomysł jest znacznie wcześniej, niż *konieczność* jego przyjęcia. Tak zresztą rozpoczyna swoje dzieło i sam Kopernik. Torunianin znalazł system heliocentryczny, z pomocą innych kolegów w Padwie (bo sam nie znał greki), w pismach, które po upadku Konstantynopola trafiły do Włoch. Pomysł był u Greków (Pitagorejczyków), Kopernik „tylko” go udowodnił.

Abstract

We would not expect any near End of Science. Examples from quantum mechanics, elementary particles, cosmology, all them teach us that a particular method can reach the end of its productivity and/or utility but at the same time (or with some delay) complementary methods are invented, lifting our knowledge by another step. Further, we should be prepared that less and less of Science can be directly understood by us: we must believe that artifacts created by us (mathematical description, computers) do the job of explaining Science correctly.

Key-words: epistemology, quantum mechanics, scientific revolution

^{†)} Prof. dr hab. inż. Grzegorz Karwasz, adres domowy 81-862 Sopot, Kujawska 12
Instytut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
8700 Toruń, ul. Grudziądzka 5/7

Z wykształcenia fizyk i ekonomista, profesor zw. fizyki doświadczalnej, wykładowca na Uniwersytetach w Trento i Udine (Włochy). Kieruje Zakładem Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu.

Literatura:

- [1] Tempczyk M., *Czy nauka się zestarzeje?*, „Edukacja Filozoficzna” 50, (2010) s. 123-138
- [2] Horgan J., *Koniec nauki czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*, przełożył M. Tempczyk, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.
- [3] Grätzel M., *Solar Energy Conversion By Dye-Sensitized Photovoltaic Cells*, Inorganic Chemistry 44, 6841-6851 (2005)
- [4] Kołos W., L. Wolniewicz L., *Nonadiabatic Theory for Diatomic Molecules and Its Application to the Hydrogen Molecule*, Rev. Mod. Phys. **35**, 473–483 (1963)
- [5] Kohn W., L.J. Sham L. J., *Self-Consistent Equations Including Exchange and Correlation Effects*, Phys. Rev. **137**, A1697 (1965)
- [6] Tempczyk M., *Ontologia świata przyrody*, TAIWPN Universitas Kraków, 2005
- [7] Karwasz G., *Kwarki i skwarki*, Na ścieżkach fizyki współczesnej. Wystawa wirtualna http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/kwarki2c.html
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/kw-masa.html
- [8] Heller M., *Einstein, Wszechświat i my*, XXXVII Zjazd Fizyków Polskich, Warszawa 2004, Wykład zaproszony, <http://postepy.fuw.edu.pl/zjazdy/2005-Warszawa/PF-2006-3-Heller.pdf>
- [9] Karwasz G., *E pur si muove*, On the track of Modern Physics, EU S&S 020721 Project http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Physics_is_fun/posters/gen-rel35.ppt
- [10] Einstein A., Podolsky B., Rosen N., *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?* Phys. Rev. **47**, 777-80 (1935)
- [11] Omyła M., *Intuicja w naukach formalnych*, „Edukacja Filozoficzna” 50, 139-155 (2010)
- [12] G. Karwasz, *Experimental Modern Physics: why do we need new Mathematics*, Bulletin de la Société des Sciences et des Lettres de Łódź; Série: Recherches sur les Déformations, Volume LVII, 2009, 89-96 (2008)
- [13] M. Planck, *Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum, von Max Planck. (In Andersen Form mitgeteilt in der Deutschen Physikalischen Gessellschaft Strung vom 19. October Und vom 14. December 1900, Verhandlungen 2. p. 202 und p. 237 1900.)* Annalen der Physik. IV. Folge. 4 (1901)
- [14] G. Karwasz, *DNA, elektrony i ewolucja*, Na ścieżkach fizyki współczesnej. Wystawa wirtualna, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/ewolucja.html

