

GRZEGORZ KARWASZ

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

KONIEC NAUKI? NA RAZIE NAM NIE GROZI!

Prof. Michał Tempczyk, filozof przyrody, a przy tym kolega fizyk, stawia w numerze 50 „Edukacji Filozoficznej” 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 koniec nauki, co raczej o załamaniu tradycyjnych paradygmatów. J. Horgan wyciąga wnioski z widocznego (ale właściwym 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”.

W książce w strukturze współczesnej nauki jest wiele. Jednym z zagadnień jest na przykład teoria ewolucji. Wiadomo niedawno rocznicę darwinizmu, a teoria ta nadal nie odpowiada na wiele podstawowych zagadnień, jak choćby przewalność form po rednich (słonia ze *redni*, nie długie ale i nie krótkie), zagadnienie zbieżnej ko-ewolucji organów komplementarnych, czy choćby zbyt szybkie tempo ewolucji całości życia biologicznego, w porównaniu z wiekiem Ziemi i znanymi czynnictwami powstania mutacji.

Przezwroćenie o końcu nauki było również powszechne pod koniec XIX stulecia, w mechanicznej 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 granic fizycznego rozwoju. Jednocześnie, podobnie jak pod koniec XIX wieku, wiele wyników do wiadomych pojawiło się zupełnie nieoczekiwanie i nie bardzo potrafimy je wyjaśnić. (W pokazaniu sukcesów i porażek, a następnie sposobów obejścia trudno ci naukowych użyjemy notacji heglowskiej, choć filozofii Hegla nie podzielamy.)

Teza 1. Mechanika kwantowa pozwala dziś, prawie sto lat po jej powstaniu, nie tylko na wyjaśnienie, ale i na projektowanie mikroświata. Na czym to projektowanie polega? Otóż, zamiast próbowania setki leków, tak jak to było w przypadku antybiotyków, możemy wyliczyć struktury leku. Jednym z najbardziej spektakularnych sukcesów mechaniki kwantowej jest Viagra. Wiedząc, że dla określonego działania fizjologicznego niezbędne jest uwolnienie cząsteczki tlenku azotu NO w określonym receptorze, zaprojektowano strukturę leku, 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 w ściśle określonym przedziale widma - chlorofil jest w roztworze czerwony (a dokładniej dwa typy chlorofilu absorbują w komplementarnych zakresach widma). Jaki kolor powinien mieć barwnik dla uzyskania szerokiego zakresu absorpcji? Najlepiej jakiegoś brzoźnego. I taki kolor ma skomplikowana cząsteczka, z atomem rutenu w rdzeniu, 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 cennej (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. Kolosa i L. Wolniewicza [4] z użyciem pierw-

szych 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 oddziaływa do wyliczenia (i wyników czy ciowych 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 cząstek. Rezygnujemy więc z istotnej porcji informacji o mikroświecie (którą nazwalibyśmy *informacją dokładną*), ale uzyskujemy coś dla nas *użytecznego*.

Mamy tu znakomity przykład „kośca 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. Inną, podobnie ograniczoną przestrzeń poznania są współczesne teorie cząstek elementarnych (i ten temat M. Tempczyk precyzyjnie podejmuje, tak w artykule, jak i w swojej najnowszej książce [6]). Otóż trwałe i niepodzielne, a znane nam dzisiaj cząstki jest jedynie kilka, wśród nich elektron z ekranu telewizora i fotony, np. we wnętrzu wiązki 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, a do kwarków wchodzi tyle co atom węgla. Wartość masy tych kwarków są bardzo dziwne, nie tworzą żadnej (na nasz ludzki gust) prawidłowości: $3+1.5$, $7+2$; 1.5 tys., $105+33$; 170 tys., 4.7 tys. GeV/c^2 (zob. np. [7]).

Skąd to wiemy? Z doświadczeń, jak w akceleratorze w CERNie: w podziemnym tunelu o długości 27 km poruszają się elektrony (lub protony) z prędkościami prawie równymi prędkości światła, w próbnikach jak w kosmo-

si, a ich lot jest zakrzywiany potnymi 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 pobrządkanie w kosmosie.

Synteza 2. Niestety, po trzydziestu i więcej latach rozwoju teoria strun nie pozwoliła na „wycięgnięcie pajki z dziupli”, jak to dobrze oddaje włoskie powiedzenie. Nie potrafimy z teorii strun przewidzieć ani mas, ani innych własności cząstek elementarnych. Za jej weryfikacja eksperymentalna, przy obecnym stanie wiedzy technicznej o magnesach nadprzewodnikowych, wymagałaby akceleratora o rednicy Wszech wiata. „W tym sensie - stwierdza prof. Pitaevski¹ - teoria strun nie jest weryfikowalna do wiadczalnie”. W myśleniu przy tych standardów naukowych, teoria strun nie zasługuje więc na miano *teorii*, a jest jedynie *hipotezą*. Granicę poznania, podobnie jak w mechanice kwantowej, staje się ograniczono Wszech wiata, a w zasadzie ograniczenie metody: poszukiwanie cząstek elementarnych za pomocą akceleratorów z odchyleniem 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 do wiadczalnie.

Teza 3. Jeszcze „brutalniejsze” granice poznania nałożyła na nas Natura w zakresie kosmologii. Pytanie, czy Wszech wiat jest skończony, czy nie, po odkryciu A. Michelsona stałej prędkości światła (1887 r.) jest w zasadzie bezprzedmiotowe. Horyzontem *przestrzennym* naszej wiedzy

¹ Współautor najwikszego, dziesięciotomowego kursu fizyki teoretycznej, przypuszczalnie najwybitniejszy w dzisiejszych czasach fizyk teoretyczny.

jest tu sam wiek Wszech wiata. Potrafimy zajrzeć do granic przestrzennych Wszech wiata, ale tylko do odległości, jak przebyło światło w ciągu tych (ostatnich) 13,7 miliardów lat. Jeśli istnieje cokolwiek dalej niż ta odległość, jest dla nas niepoznawalne. Racjonalnie więc przyznać Mikołajowi Kopernikowi, który pisał „Wszechwiat, którego granic nie znamy, ani zapewne znać nie możemy.”

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

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

gdzie m jest masą, v - prędkość, a t czasem.

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

Antyteza 3. Czy można wyobrazić sobie mechanikę bez praw bezwładności? Oczywiście 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 wyobrazić sobie świat, w którym rozprężanie odbywałoby się natychmiastowo, jak wystrzał po zwolnieniu cyngla, i zatrzymanie tego (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 i działaniem niż prawem matematycznym. A mechanika Einsteina, w której *masa efektywna* ciała rozprężanego do granicy prędkości światła rośnie *asymptotycznie* do

niesko czono ci, czyni ograniczenie czasowo-przestrzenne człowieka jeszcze bardziej dotkliwym.

Pomysłów na obejście ograniczenia czasowo-przestrzennego literatura *science-fiction* i *paranauki* wymyśliły mnóstwo: od telepatii po tunele czasowo-przestrzenne. Dla adnego z tych pomysłów nie znalazli my procedur powtarzalnej weryfikacji do wiadczałnej. A tymczasem zagadek do wiadczałnych jest ju a za du o!

Wniosek 3. Kosmologia szczególnej teorii wzgl dno ci nało yła dodatkowe bariery na poznanie ju ograniczone przez zasad bezwładno ci Buridiana. *Ogólna* teoria wzgl dno ci jest natomiast czym , czego konsekwencji nie potrafimy nawet dokładnie oceni . Według profesora Hallera [7], w rozwi zaniu równania Einsteina „drzemie” zapewne dziesi tyś cy składników, z których znamy tylko trzy lub cztery: i) przestrze ulega zakrzywieniu w pobli u masy - odchylenie promienia wiatła przechodzącego w pobli u Słońca jest dwa razy większe, niż wynikałoby z teorii Newtona (weryfikacja do wiadczałna w czasie zamienia Słońca w 1919 roku), ii) czas w polu grawitacyjnym się wydłu a (do wiadczenia Pounda - Rebki przesunięcia cz stotliwoci promieniowania gamma spadającego w polu grawitacyjnym, 1959), iii) promień wiatła po wirującej trajektorii zamkni tej biegnie inaczej niż po linii prostej (efekt de Sittera), iv) wirująca Ziemia poci ga za sobą czasoprzestrze , jak ty ka kisiel (efekt Lense’a - Thirringa, potwierdzenie do wiadczałne 1996, zob. np. [8]). I na tym w zasadzie koniec naszych *obecnych* możliwości do wiadczałnych weryfikacji teorii Einsteina. Potrzebne s nowe pomysły.

Do wiadczałne stwierdzenie, e widzimy zaledwie 4% Wszech wiata, bo reszt stanowi ciemna energia i ciemna masa, nale y uznać za najwiskszą kl sk specjalistów tak od kosmologii, jak od cz -stek elementarnych. Z drugiej strony, ta kl ska to wyzwanie i dla nowych metod do wiadczałnych, i dla teorii. Wikipedia angielska omawia rozmieszczenie galaktyk we Wszech wiecie pod hasłem „Finger of God”. Oj! ju raz, w latach 60. XX wieku Anglicy nadali hipotezie G. Lama tre’a (*nb.* te kanonik katedry, jak Kopernik, tylko e w Malinas) ironiczn nazw Big Bang, i zaraz po tym, po odkryciu szumu mi-

krofalowego z początków Wszech wiata, musieli t nazw przyj na serio...

Teza 4. Kolejn kl sk , 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 p du. Mówi ono najkrócej, e rozp dzone koło, lub kr c ca si wokół własnej osi kula ziemiska, zachowuje *kierunek* osi obrotu. To samo prawo dotyczy obiektów mikroskopowych, jakimi s atomy, a tak e kwanty wiatła - fotony.

Rosen, Podolsky i Einstein postawili pytanie nast puj ce: je li zostanie wytworzona para fotonów (lub elektronów, atomów) w stanie o ustalonym momencie p du i fotony te zostaną wysłane w przeciwnie strony wiata, to pomiar stanu jednego fotonu *natychmiastowo* dostarcza informacji o stanie drugiego fotonu. Mieliby my wi c sposób na złamanie granicy pr dko ci wiatła w przekazie informacji, a co za tym idzie, złamanie zasady przyczynowoci. Niestety, informacja o stanie drugiego, odległego fotonu jest znowu „bezu yteczna” - nic z tym odległym fotonem zrobi nie mo emy. I aby przekaza koledze, jaki foton leci w jego kierunku, i tak musimy skorzysta ze zwykłej linii telefonicznej. Zasada przyczynowoci nie jest wi c naruszona.

Anty 4. Dwa fotony pozostaj *spl tane* w sensie, e pomiar na jednym z nich pozwala natychmiast przewidzie stan jego spl tanego partnera. Jednak e nie potrafimy informacji o stanie jednego z fotonów wykorzysta do manipulowania stanem drugiego. Spl tanie wytwarza natychmiastowe korelacje mi dzy zdarzeniami w odległych laboratoriach, ale zabrania nad nimi kontroli. Ta zale no jest podstaw kryptografii kwantowej. W kryptografii kwantowej próba pochwycenia 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 wyliczy , jak to działa, ale wyja ni - nie!”. Kryptografia kwantowa w postaci gotowych urz dze była wykorzystana np. w przesyłaniu danych mi dzy stadionami w trakcie Mistrzostw Piłki No nej w 2010 r. w Republice Południowej Afryki. Twórca gda skiej szkoły kryptografii

kwantowej, prof. Ryszard Horodecki, nazywa to 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 jakichś specjalnych zasobów struktur biologicznych w mózgu (85% jest ich w stanie beczynności), nie opanujemy specjalnych sposobów nauczania, lub nie wypracujemy nowych meta-teorii prostszych do zrozumienia, bo dziemy musieli w coraz większym stopniu zawierać równania matematyczne. W tym samym numerze „Edukacji Filozoficznej” [11] opisany jest przypadek twierdzenia Fermata zanotowanego na marginesie księki w 1639 roku, a udowodnionego w 1996 roku. Udowodniono, należy dodać, na 120 stronach, z wykorzystaniem komputerów do operacji logiczno-dedukcyjnych, oraz sprawdzonych, na zlecenie Międzynarodowej Unii przez pięciu wybranych matematyków świata. Według ich zgodnej opinii, dowód jest poprawny. Pozostaje tylko im zawieźć, że tak jest.

5. Czy, widzisz, że do tej pory fizyka współczesna radzi sobie dobrze z kolejnymi problemami, nie należy się spodziewać rewolucji naukowych? Wręcz przeciwnie, czekaj nas one, niezwykle szybko i niezwykle głębokie. Ciąka tych rewolucji będzie taka sama, jak zawsze: nowy aparat matematyczny zastosowany tam, gdzie się go nie spodziewaliśmy. Tak było z ogólną teorią względności, gdzie pojawiła się geometria wyjątkowa istnienie grawitacji, tak było z mechaniką falową, gdzie pojawiła się akustyka zostały wprowadzone do opisu punktowych czy stek materiałowych. Wiele z bardzo istotnych odkryć fizyki do wiadomości ostatnich lat nie znajduje zadowalającej teorii.

² Jeszcze jedna uwaga odnośnie do 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]

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” toru szkół laboratoryjnych). 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, co dziwnie, nie metale, ale ceramiki, będące w temperaturze pokojowej znakomitymi izolatorami. Mija ponad 20 lat, wciąż nie udało się doświadczeniem Michelsona a jego wyjaśnieniem przez Einsteina, a teorii nadal brak. Byłoby więc, teoria takich nadprzewodników nie powinna opisywać świata jako trójwymiarowego, ale jako świat fraktalny, z wymiarem np. 2.14? Jak pisali my 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 niełatwo, 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 do wiadczenia, różniące się nieco od teorii Plancka. Planck przeżył się krytykę 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. (...) Dziś, próbuje się połączyć teorię kwantów z kosmologią, ale „nadal pajak z dziupli wyjść nie zamierza”. Zapewne, szuka naley zupełnie gdzie indziej.

7. Wracając do teorii ewolucji - to też zapewne potrzebne są nowe metody i nowe pomysły. W dziedzinie zupełnie odległej od biologii, jak się do wiadczenia nad rozpraszaniem elektronów, w 2001 roku pojawiło się odkrycie zupełnie nieoczekiwane. Wierzone, że najwładniejsze

spustoszenie w strukturach biologicznych czyni radioaktywność o dużych energiach³. Tymczasem okazało się, że elektrony o bardzo niskich energiach, wręcz zerowych, tnie 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. Pitajewski. Pytanie o tyle zaskakujące, że od dawna, szczególnie w środowiskach intelektualnych, panuje zgodny pogląd, że nie wszystko musimy *posiadać*. Wiedza wydaje się być dobrem na tyle „nieszkodliwym”, że nasz postęp 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 to nadmierny przerost ambicji, co 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 przedśmionku 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, sprzeczne z poglądami Th. S. Kuhna o przyczynach rewolucji naukowych. Według Kuhna, jest to nabrzmiewanie przyczyn niejako *społecznych* - przekonania naukowców o konieczności zmiany sposobu rozumienia wszechświata.

Jako fizyk do wiadczałny, po trzydziestoletniej praktyce w laboratorium uważam, że to sama Natura, dostarczając (zmuszona) nam *nowych* danych, egzekwuje te zmiany paradygmatu. Kluczowy przykład Kuhna: Kopernik nie stworzył teorii z powodów „przekonania” czy zamiłowania do filozoficznego piękna przyrody. W 1497 roku, z kolegą -nauczycielem

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

w Bolonii, przeprowadził pomiary rednicy Ksi yca w nowiu (w trakcie przesłonięcia jasnej gwiazdy, Aldebarana) i te wyniki były *sprzeczne* z teorii Ptolemeusza. Za teoria o rodku wszech wiata 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 *do wiadomości* (a może ono by tak e natury humanistycznej) wymaga od nas rewolucji, a nie nasze przekonanie.

Ponadto, podkreślamy jeszcze raz, rewolucje nie odbywają się metod „wziął, i wynalazł”. Pomysł jest znacznie wcześniej niż *konieczno* 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.

Summary

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.

Literatura:

- [1] Tempczyk, *Czy nauka si zestarzeje?*, „Edukacja Filozoficzna” 50, (2010) s. 123-138.
- [2] Horgan J., *Koniec nauki czyli o granicach wiedzy u schyłku ery naukowej*, przeł. 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] Kolos 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 wiata przyrody*, TAIWPN Universitas Kraków, 2005.
- [7] Karwasz G., *Kwarki i skwarki*, Na cię kach fizyki współczesnej. Wystawa wirtualna
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/kwarki_2c.html
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/kw-masa.html
- [8] Heller M., *Einstein, Wszech wiat 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 Societe des Sciences et des Lettres de Łód ; Serie: Recherches sur les Deformations, Volume LVII, 2009, 89-96 (2008)

[13] M. Planck, *Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum, von Max Planck. (In Andersens 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 cie kach fizyki współczesnej. Wystawa wirtualna, [http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/-Wystawy archiwum/z.omegi/ewolucja.html](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/-Wystawy%20archiwum/z.omegi/ewolucja.html)