

Edwin PRZESZŁOWSKI

## KONCEPCJA HISTORII KOSMOLOGII W *KRÓTKIEJ HISTORII CZASU* S. W. HAWKINGA (cz. 2)

### II. HISTORIA KOSMOLOGII W UJĘCIU S. W. HAWKINGA (C. D.)

#### B. Rewolucja kopernikańska

##### 1. M. Kopernik

Przewrót w myśli astronomicznej a także kosmologicznej, nazywany przewrotem kopernikańskim, zapoczątkowała publikacja dzieła Kopernika *De revolutionibus orbium coelestium* w 1543 r. To fundamentalne dzieło, o którym Hawking nie wspomina ani słowem, zawiera w sobie, jak pisze T. S. Kuhn, niezgodność między tekstem a rolą, jaką odegrało w rozwoju astronomii. Ze względu na skutki, jakie ono spowodowało, jest niewątpliwie dziełem rewolucyjnym. Charakteryzuje się ono zasadniczo nowym podejściem do astronomii planetarnej, zawiera pierwsze dokładne i proste rozwiązanie problemu planet, a biorąc pod uwagę inne, dodatkowe wątki, również prezentuje nową kosmologię. Jednak dla każdego czytelnika, świadomego tych konsekwencji, samo *De revolutionibus* wydawać się musi wielką zagadką i paradoksem, bowiem w zestawieniu ze spowodowanymi konsekwencjami jest raczej umiarkowane, spokojne i nierewolucyjne. W samej pracy Kopernika nie sposób odnaleźć większości tych zasadniczych elementów, które wiążą się w naszej świadomości z przewrotem kopernikańskim, a mianowicie łatwych i dokładnych obliczeń położeń planet, odrzucenia epicykli i ekscentryków, rozplynięcia się sfer, charakterystyki Słońca jako gwiazdy, nieskończonej rozciągłości Wszechświata itd. Pod każdym względem, z wyjątkiem

---

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

wprowadzenia tezy o ruchu Ziemi, dzieło Kopernika wydaje się bliższe pracom starożytnych i średniowiecznych astronomów niż pismom przyszłych pokoleń, opartych na kopernikanizmie i podkreślających radykalne konsekwencje, których nie dostrzegał Kopernik. Znaczenie *De revolutionibus* polega zatem w mniejszym stopniu na tym, co dzieło samo mówi, niż na tym, co dzięki niemu powiedzieli inni. Praca ta dała początek rewolucji, której sama raczej nie proklamowała. W rozwoju myśli naukowej dzieła takie nie należą do rzadkości i odgrywają często rolę nader doniosłą. Można powiedzieć, że wyznaczają one kierunek rozwoju myśli naukowej. Stanowią zarówno kulminacyjny punkt rozwoju starej tradycji, jak i źródło przyszłej, nowej. Jako całość *De revolutionibus* mieści się niemal całkowicie w ramach starożytnej tradycji astronomicznej i kosmologicznej. Ale w tym klasycznym kostiumie pojawiają się elementy nowe, które wyznaczają bieg myśli naukowej w kierunku całkiem nieprzewidywanym przez autora i dadzą początek radykalnemu zerwaniu z przeszłością.

Kopernik nie zmienił istotnych elementów w fizyce Arystotelesa. Odkrycie dokonane przez Kopernika polegało, po pierwsze, na zdegradowaniu Ziemi do roli przeciętnej planety i, po drugie, na stwierdzeniu, że Ziemia znajduje się w ruchu. Spowodowało to poważny wstrząs w starożytnym obrazie świata.

Hawking poświęca Kopernikowi zaledwie kilka zdań, w których nie sposób zawrzeć choćby tylko pobieżną prezentację jego osiągnięć. Twierdzenie, że „znacznie prostszy model [niż Ptolemeuszowy — przyp. E. P.] zaproponował w 1514 r. polski ksiądz Mikołaj Kopernik”, można zakwestionować prawie w całości. W rzeczywistości Kopernik zaproponował inny niż Ptolemeusz punkt widzenia. Ziemia — według Ptolemeusza — znajdowała się w środku całego systemu. Kopernik natomiast w jego środku umieścił Słońce, a o Ziemi twierdził, że obraca się wokół Słońca po orbicie kołowej. Ponieważ, jak dziś wiemy, orbitą Ziemi jest elipsa, a nie okrąg, Kopernik — podobnie jak Ptolemeusz — nie uzyskał zgodności z obserwacjami i — znowu podobnie jak Ptolemeusz — musiał przyjąć system deferensów i epicykli. W efekcie system Kopernika — o czym nie wszyscy na ogół wiedzą — był niewiele mniej skomplikowany niż system w ujęciu Ptolemeusza. Jest raczej sprawą gustu, który z tych dwóch systemów uznać za prostszy. Poza tym jest kwestią sporną, czy Kopernik był księdzem, czy też nie. Problem ten był wiele razy podejmowany przez historyków nauki. Wiadomo, że od 1497 r. aż do śmierci, czyli przez czterdzieści sześć lat, Kopernik był kanonikiem katedralnym we Fromborku. Podczas studiów w Krakowie Kopernik figuro-

wał jeszcze jako duchowny chełmiński. Będąc w Bolonii otrzymał kanonię warmińską. Na dyplomie doktorskim tytułowany jest kanonikiem warmińskim i scholastykiem kościoła św. Krzyża we Wrocławiu. Dlatego nikt dziś nie kwestionuje, że wielki astronom był duchownym. Nic w tym dziwnego. Duchowieństwo w tym czasie stanowiło elitę kulturalną. Powstaje jednak pytanie, jakie święcenia przyjął Kopernik. Wydaje się, na podstawie badań obecnie dostępnych źródeł, że raczej nie posiadał on święceń kapłańskich (prezbiteratu), ponieważ, po pierwsze, nigdzie o tym nie pisze; po drugie, za jego czasów prawie wszyscy kanonicy posiadali tylko święcenia niższe; po trzecie, Kopernik był zarazem lekarzem, a duchownym posiadającym wyższe święcenia nie wolno było zajmować się medycyną; i po czwarte, do funkcji sprawowanych przez Kopernika święcenia kapłańskie nie były wymagane. Są jednak pewne przesłanki pozwalające przypuszczać, że Kopernik mógł przyjąć święcenia kapłańskie po roku 1531. W tymże bowiem roku ówczesny biskup warmiński wydał kanonikom polecenie, by dla dobra kultu Bożego przyjęli święcenia kapłańskie pod groźbą utraty beneficjów. Jest natomiast rzeczą prawie pewną, że Kopernik posiadał co najmniej święcenia subdiakonatu, czyli święcenia uznane za wyższe. Czy jednak był księdzem (prezbiterem) — tego dziś definitywnie rozstrzygnąć nie sposób<sup>1</sup>.

Wreszcie, podany przez Hawkinga rok 1514 nie może być uważany za pewną datę zaproponowania nowego modelu, ale może być uznany najwyżej za *terminus ad quem* w pracy nad nim. Z roku tego pochodzi bowiem wykaz biblioteki Macieja Miechowity, profesora Akademii Krakowskiej, w którym to wykazie figuruje zeszyt z zarysem nowej teorii sporządzonej przez Kopernika. Stąd wniosek, że teoria ta musiała powstać nieco wcześniej. Niektórzy badacze (np. angielski historyk nauki J. Ravetz) przesuwają jej powstanie nawet na koniec XV w. Po tych rozważaniach należałoby przejść do nieco bliższego przedstawienia kopernikańskiego modelu Wszechświata, jako że Hawking poświęca temu zagadnieniu tylko jedno zdanie: „Według Kopernika w środku Wszechświata znajdowało się nieruchome Słońce, a Ziemia i inne planety poruszały się — wokół niego — po kołowych orbitach”.

Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na motywy, które nakazały Kopernikowi poszukiwać doskonalszego modelu niż ówczesnie akceptowany. Kopernik i jego współcześni odziedziczyli nie tylko *Almagest* wraz z oryginalnym systemem ptolemeuszowym, lecz również opisy wielu systemów astronomicznych, stworzonych przez uczonych arabskich, oraz szereg astro-

---

<sup>1</sup>Por. A. Szorc, *Mikołaj Kopernik — kanonik warmiński*, Olsztyn: Warmińskie Wydawnictwo Diecezjalne, 1973, s. 64–66.

nomów europejskich, którzy krytykowali i modyfikowali system ptolemeuszowy. Kopernik wspomina o ich twórcach jako o „matematykach” w liście do papieża Pawła III, który to list Kopernik dołączył do swojego dzieła jako przedmowę i przedstawił w nim cele, źródła i charakter swych osiągnięć naukowych. „Matematycy” owi, w trakcie „ulepszania” modelu ptolemejskiego, dodali lub usunęli z niego szereg małych okręgów; niekiedy korzystali z epicyklu, by opisać nieregularność ruchu planety, której ruch początkowo Ptolemeusz tłumaczył za pomocą ekscentryku. Inni wymyślili metody nieznanne Ptolemeuszowi, służące do wytłumaczenia małych odchyleń od ruchu, jaki wynikał z układu epicykl-deferens. Jeszcze inni na podstawie nowych pomiarów sądzili, że ruch, jaki miał się odbywać po okręgach systemu ptolemeuszowego, był szybszy. Nie istniał zatem już jeden system ptolemeuszowy, lecz było ich co najmniej kilkanaście, a liczba ich szybko wzrastała wraz ze wzrostem ilości wykształconych matematycznie astronomów. Wszystkie te systemy wzorowały się na *Almageście*; były zatem w jakimś sensie „ptolemeuszowe”. Ze względu na to jednak, że różnice między nimi były poważne, przymiotnik „ptolemeuszowy” utracił niemal całe swe znaczenie. Zróżnicowana tradycja astronomiczna nie wyznaczała już teraz metod, jakimi astronom może się posługiwać, obliczając położenia planet, a tym samym nie mogła też określać wyników, jakie w rezultacie tych obliczeń uzyskiwano. Takie i podobne ekwiwokacje pozbawiały tradycję astronomiczną zasadniczego źródła jej wewnętrznej siły.

Należy zwrócić uwagę również na inne aspekty tej sprawy. Otóż żaden ze znanych Kopernikowi systemów „ptolemeuszowych” nie dawał wyników, które zgadzały by się całkowicie z obserwacjami przeprowadzanymi gołym okiem. Zgodność z obserwacją nie była w nich ani lepsza, ani gorsza niż u Ptolemeusza. Po trzynastu wiekach badań spostrzegawczy astronom mógł wątpić, czy rzeczywiście dalsze próby mogą — jak sądził Ptolemeusz — doprowadzić w ramach tej tradycji do jakiegoś pozytywnego wyniku. Ponadto w czasie, który upłynął od Ptolemeusza do Kopernika, powiększyły się błędy wynikające z tradycyjnego podejścia, co stanowiło dodatkowe źródło niezadowolenia. Kopernik i jego współcześni dysponowali obserwacjami nagromadzonymi w ciągu przeszło tysiąca lat od śmierci Ptolemeusza, dlatego też musieli bez porównania lepiej zdawać sobie sprawę z błędów, które były konsekwencją starożytnego podejścia.

Upływ czasu postawił przed szesnastowiecznymi astronomami pewien pozorny problem, który, jak na ironię, odegrał prawdopodobnie większą rolę w stwierdzeniu błędności metody ptolemeuszowej niż w określeniu rzeczywi-

stego ruchu planet. Wiele z danych, które odziedziczył Kopernik i współcześni mu uczeni, było błędnych. Gwiazdy i planety — według tych danych — znajdowały się w położeniach, jakich w rzeczywistości nigdy nie zajmowały. Niektóre błędy wywodziły się po prostu z nieumiejętnych obserwacji, inne z niedokładnego przepisywania lub odtwarzania tekstów w długim procesie ich przekazywania. Żaden prosty system planetarny nie dawał możliwości uporządkowania danych, czego astronomowie Odrodzenia chcieli dokonać. Po prostu nagromadzone dane dostępne w okresie Odrodzenia czyniły problem samego ruchu planet niemożliwym do rozwiązania. Sam Kopernik stał się także ofiarą danych, które początkowo pomogły mu odrzucić system ptolemeuszowy. Jego własny system mógł doprowadzić go do bez porównania lepszych wyników, gdyby w stosunku do wyników obserwacji swych poprzedników zachował on taki sam sceptycyzm, jak w stosunku do wymyślonych przez nich systemów matematycznych.

Niezadowolone z tej sytuacji było jednak dopiero pierwszym krokiem w kierunku przewrotu kopernikańskiego. W ślad za nim nastąpiły poszukiwania, których początki przedstawione są w kolejnych częściach wspomnianej przedmowy do *De revolutionibus*:

Wśród długich zatem rozważań nad tą niepewnością tradycyjnych nauk matematycznych o obliczaniu ruchów sfer wszechświata ogarnęło mnie przykre uczucie, że filozofowie, mimo tak wnikliwych kiedy indziej badań nad najdrobniejszymi jego zjawiskami, nie osiągnęli żadnego zadowalającego sposobu na wyjaśnienie ruchów mechanizmu tego świata, który stworzony został dla nas przez najlepszego i ze wszystkich najdoskonalszego mistrza. Toteż zadałem sobie ten trud, żeby na nowo przeczytać wszystkie dostępne mi dzieła filozofów, celem zbadania, czy przypadkiem któryś z nich nie wyraził kiedyś co do ruchów sfer wszechświata zdania odmiennego od założeń przyjmowanych przez wykładowców nauk matematycznych. I rzeczywiście, natrafiłem najpierw u Cycerona na wzmiankę, że Niketas [z Syrakuz, V wiek przed Chr.] sądził, iż Ziemia się porusza. Następnie znalazłem kilka dalszych nazwisk ludzi tego samego zapatrywania również u Plutarcha, którego słowa postanowiłem tutaj przytoczyć, aby je wszystkim udostępnić: „Według powszechnego mniemania Ziemia stoi w miejscu. Ale pitagorejczyk Filolaos [V wiek przed Chr.] sądzi, że ona krąży dookoła ognia po kole pochyłym, podobnie jak Słońce i Księżyc. A Herakleides

z Pontu i pitagorejczyk Ekfantos [IV wiek przed Chr.] uznają wprawdzie, że Ziemia odbywa ruch, ale nie postępowy, lecz obrotowy, na sposób obręczy koła, od zachodu ku wschodowi wokół własnego środka”. Stąd zatem nabrawszy podniety zacząłem i ja rozmyślać o ruchu Ziemi. A chociaż taka myśl robiła wrażeń nie niedorzeczności, jednak ponieważ wiedziałem, że już innym przede mną przyznawano swobodę wymyślania dowolnych kół dla objaśniania zjawisk gwiazdnych — doszedłem do wniosku, że i ja bez przeszkód mam prawo próbować, czy przez przyjęcie jakiegoś ruchu Ziemi nie dałoby się wynaleźć pewniejszych niż tamte sposoby na objaśnienie obrotów sfer niebieskich. Otóż w ten sposób ja, przyjąwszy ruchy, które poniżej w dziele tym przypisuję Ziemi, po wielu długoletnich obserwacjach przekonałem się wreszcie, że jeżeli ruchy pozostałych planet odniesie się do krążenia Ziemi i ujmie w liczby w stosunku do obiegu każdej planety, to stąd nie tylko dadzą się wywieść ich zjawiska, lecz że nadto porządek i rozmiary, odnoszące się do wszystkich planet i ich sfer, a także samo niebo tak ściśle się ze sobą powiążą, że w żadnej jego części niczego przestawić się nie da bez zamieszania w pozostałych częściach i w całym wszechświecie<sup>2</sup>.

Z przytoczonego powyżej fragmentu widać wyraźnie, że Kopernik nie był pierwszym, który mówił o ruchu Ziemi; nie twierdził też, że sam wpadł na ten pomysł. W swej przedmowie cytuje on wiele starożytnych autorytetów, wedle których Ziemia znajduje się w ruchu. We wcześniejszym rękopisie odwołuje się do Arystarcha, którego system heliocentryczny nader przypomina jego własny. Chociaż zgodnie z panującym w Odrodzeniu zwyczajem nie wymienia on swych bezpośrednich poprzedników, którzy wierzyli, że Ziemia jest w ruchu lub że może się poruszać, musiał on znać również i ich prace. Mógł co prawda nie znać na przykład osiągnięć Mikołaja z Oresme, ale musiał co najmniej słyszeć o bardzo znanym traktacie z XV w., w którym kardynał Mikołaj z Kuzy wyprowadzał ruch Ziemi z wielości światów w nieskończonym neoplatońskim Wszechświecie. Ruch Ziemi nigdy nie był koncepcją popularną, lecz z pewnością w XVI w. nie była to koncepcja bez precedensu. Bez precedensu był natomiast system matematyczny, za po-

---

<sup>2</sup>M. Kopernik, *Dziela wszystkie*, Warszawa — Kraków: PWN, 1976, t. 2 (*O obrotach. Przedmowa*), s. 4-5; por. także T. S. Kuhn, *Przewrót kopernikański. Astronomia planetarna w dziejach myśli*, Warszawa: PWN, 1966, s. 217-218 oraz A. C. Crombie, *Nauka średniowieczna i początki nauki nowożytnej*, Warszawa: IW PAX, 1960, t. 1, s. 211-214.

mocą którego Kopernik przedstawiał ruch Ziemi. Jeśli pominąć ewentualnie Arystarcha, Kopernik był pierwszym, który zdał sobie sprawę, że ruch Ziemi może rozwiązać istniejący problem astronomiczny. Nawet jeśli uwzględnimy Arystarcha, to Kopernik był pierwszym, który przedstawił szczegółowy opis konsekwencji ruchu Ziemi. Matematyka Kopernika wyróżnia go spośród jego poprzedników i właśnie ze względu na swój matematyczny charakter jego dzieło, w odróżnieniu od innych prac, zapoczątkowało przewrót.

Nie wchodząc w matematyczne zawiłości dalszych partii dzieła Kopernika, przytoczymy jedynie krótki fragment z dziesiątego rozdziału księgi pierwszej tegoż dzieła, który, jak się wydaje, oddaje samą istotę systemu heliocentrycznego:

Nie wahamy się twierdzić, że wszystko, co znajduje się poniżej Księżyca, wraz ze środkiem Ziemi, zakreśla wśród innych planet wielki krąg dookoła Słońca, które jest środkiem świata; a to, co wydaje się być ruchem Słońca, jest w rzeczywistości ruchem Ziemi; i że rozmiary świata są tak wielkie, że odległość Ziemi od Słońca, chociaż znaczna w porównaniu z kręgami innych planet, jest niczym w porównaniu ze sferą gwiazd stałych.

Ostatnie słowa tego fragmentu, mówiące o istnieniu sfery gwiazd stałych, w oczywisty sposób zaprzeczają następującemu stwierdzeniu Hawkinga: „Model Kopernika nie zawierał już niebieskich sfer Ptolemeusza, a wraz z nimi zniknęła idea, że Wszechświat ma naturalną granicę”. Przede wszystkim model Ptolemeusza, jak to wykazaliśmy wcześniej, nie zawierał sfer, tylko orbity, podobnie jak i model Kopernika; dlatego też powyższe przeciwstawienie tych dwóch modeli jest nieuzasadnione i błędne. Poza tym to właśnie sfera gwiazd stałych stanowiła w modelu Kopernika ową naturalną granicę Wszechświata. Chociaż Kopernik nie był do końca przekonany o geometrycznej skończoności i ograniczoności Wszechświata, to jednak (choć nie wszyscy historycy nauki się z tym zgadzają) przyjął w tej kwestii tradycyjne stanowisko arystotelesowskie. Nieskończoność psułaby bowiem harmonię świata kopernikowskiego, ponieważ nie potrzebuje ona środka, a środek — Słońce był konieczny w systemie Kopernika. Zauważmy przy okazji, że Kopernik jako astronom traktował problemy kosmologiczne ubocznie; swoje wątpliwości na temat skończoności Wszechświata umieścił nie w pierwszym, „kosmologicznym” rozdziale, lecz w ósmym, uzasadniającym rotację Ziemi. Refleksje kosmologiczne są wynikiem ubocznym jego pracy, a ich dopracowanie zostawił on filozofom przyrody. Pytanie, z jakich

powodów Kopernik nie chciał zająć się tym pasjonującym zagadnieniem, którego rozwiązanie w sposób zasadniczy zmieniłoby ówczesne poglądy kosmologiczne, pozostanie chyba bez rzetelnej, wiarygodnej odpowiedzi. Może kanonik z Fromborka bał się obalić jeszcze jedną, powszechnie uznawaną świętość — wiarę w skończoność Wszechświata. Już i tak jego astronomiczna teoria niosła spory „ładunek rozsadzający” ówczesne poglądy filozoficzne. A może ten genialny astronom, zafascynowany odkrytą przez siebie harmonią Wszechświata, nie chciał jej niszczyć nieskończonością, oznaczającą brak środka; ideą, która była wówczas obca, niedostatecznie przemyślana. Faktem jest, że dopiero trzydzieści lat po śmierci Kopernika angielski astronom Tomasz Digges zrobił konsekwentny krok w kierunku nieskończoności Wszechświata, rezygnując ze skończonej sfery gwiazd stałych, o czym Hawking wydaje się jednak nie wiedzieć.

Na pytanie, jaki stosunek miał Kościół do osoby i dzieła Mikołaja Kopernika, Hawking odpowiada jakby mimochodem, na marginesie, w zdaniu ujętym w nawias: „Początkowo, zapewne obawiając się zarzutu herezji, Kopernik rozpowszechniał swój model, nie ujawniając, że jest jego twórcą”. Dlatego też warto na zakończenie przypomnieć kilka faktów z tym związanych, zwłaszcza, że wokół tego tematu narosło wiele nieporozumień i nieprawdziwych teorii.

Związek wielkiego astronoma z Kościołem nie był luźny, przypadkowy, ale głęboki i trwały przez całe życie. Jego miejsce w Kościele, a konkretnie na Warmii, wyznaczały powierzone mu odpowiedzialne funkcje i stanowiska. Głównym stanowiskiem kościelnym Kopernika była kanonia we Fromborku. Należała ona do najbardziej atrakcyjnych w Polsce. Beneficjum kanonika fromborskiego wystarczało jego posiadaczowi na dostatnie życie. Kopernik takie beneficjum posiadał przez czterdzieści sześć lat. To go uwolniło od kłopotów finansowych podczas studiów zagranicznych i potem zapewniało mu wygodną i spokojną egzystencję. Niektórzy badacze wyrażają zdziwienie, że człowiek tak wielki jak Kopernik w ciągu długiego kanonickiego życia nie awansował. Możliwości awansu nie były jednak zbyt wielkie. Praktycznie od początków XVI w. biskupów i prepozytów kapituły mianował król polski przeważnie spośród ludzi, którzy pracowali w kancelarii królewskiej albo usilnie o to zabiegali na dworze. Kopernik do nich nie należał.

Wybitni ludzie Kościoła wcześniej docenili jego osiągnięcia naukowe i skłonili go do opublikowania dzieła *De revolutionibus*. Twórczej pracy astronoma fromborskiego towarzyszyła życzliwość i zainteresowanie wielu czołowych przedstawicieli hierarchii kościelnej. Do prac badawczych Koper-



nika życzliwie ustosunkował się papież Klemens VII. Również do gorących zwolenników Kopernika w Kurii Rzymskiej należał kardynał Mikołaj Szomberg. W jednym z listów usilnie prosił astronoma, by pozwolił na koszt kardynała skopiować dzieło *De revolutionibus* i przesłać mu je do Rzymu. To właśnie on oraz biskup chełmiński Tiedemann Giese, przyjaciel Kopernika, skłonili astronoma do wydania dzieła, o czym pisze Kopernik w jego przedmowie, dedykując je papieżowi Pawłowi III.

Powyzsze fakty dowodzą, że wybitni dostojnicy kościelni odegrali poważną rolę tak w inspirowaniu prac Kopernika, jak i w samej ich publikacji. Kopernik, wbrew twierdzeniu Hawkinga, nie obawiał się czynników kościelnych, lecz astronomów–dyletantów, i wyniki swoich długoletnich dociekań polecał protekcji głowy Kościoła — papieża, licząc na jego obronę przed ewentualnymi atakami.

Niepowodzenia zaczęły się dopiero około siedemdziesiąt lat po śmierci Kopernika. Nie dotyczyły to jednak samego człowieka, ale jego dzieła, w którym zawarł wyniki swych badań. Mianowicie w 1616 r. Kongregacja Indeksu zamieściła dzieło Kopernika na indeksie ksiąg zakazanych. Z indeksu skreślono je dopiero w 1822 r. A więc dzieło, którym się chlubimy, przez przeszło dwieście lat było oficjalnie przez Kościół napiętnowane. Dziś już nikomu nie trzeba udowadniać, że była to decyzja niesłuszna. Dzieło Kopernika otrzymało jednak najłagodniejszy wyrok skazujący, jakim dysponowała Kongregacja Indeksu, gdyż tylko dwanaście jego fragmentów zostało uznanych za szkodliwe i wymagające poprawienia (*nisi emendatur*). Były to zdania krótkie, ale istotne. Chodziło głównie o to, by naukę o ruchu Ziemi, głoszoną przez Kopernika jako pewnik, sprowadzić do hipotezy roboczej. Nie został więc potępiony ani autor, ani samo dzieło, uznane po poprawieniu za pożyteczne. Nigdy też papieże uroczyście nie potępił heliocentryzmu. Kiedy zaś teoria Kopernika zyskała uznanie w świecie naukowym, zastrzeżenia indeksu zostały na mocy wyraźnego orzeczenia papieskiego wycofane<sup>3</sup>.

## 2. J. Kepler

Po zasygnalizowaniu czytelnikowi stanowiska Mikołaja Kopernika, Hawking słusznie zauważa, że „minął niemal wiek, nim model Kopernika został potraktowany poważnie. Wtedy dopiero dwaj astronomowie — Niemiec, Johannes Kepler, i Włoch, Galileusz, zaczęły propagować teorię Kopernika,

---

<sup>3</sup>Por. A. Szorc, dz. cyt., s. 66–78.

mimo iż orbity obliczone na jej podstawie nie w pełni zgadzały się z obserwacjami”.

W okresie tym należałoby jednak umieścić postać Tychona de Brahe, najwybitniejszego astronoma drugiej połowy XVI w. Mimo że przez całe swe życie był on przeciwnikiem kopernikanizmu, a jego wielki autorytet powstrzymywał skutecznie innych astronomów od przyjęcia nowej teorii, to właśnie jemu zawdzięczamy wielkie zmiany w metodach obserwacji astronomicznych i w rygorach dokładności, jakiej się od nich wymaga. Był on najwybitniejszym spośród tych, którzy obserwowali niebo gołym okiem. Zaprojektował i zbudował wiele nowych przyrządów lepiej i dokładniej wyskalowanych niż te, jakich używano dotąd. Z wielką pomysłowością sprawdzał i poprawiał liczne błędy, jakie zrodziły się z używania starych przyrządów, i stworzył cały szereg nowych metod gromadzenia bardziej dokładnych informacji dotyczących położenia planet i gwiazd. Najważniejsza z nich polegała na tym, że pierwszy zaczął obserwować planety nie tylko wówczas, gdy znajdowały się one w pewnych szczególnie dogodnych położeniach, lecz w ich ruchu po niebie. Czymś ważniejszym jeszcze od dokładności jego obserwacji była ich zasadność i ogólny ich zasięg. Za swego życia wraz ze swymi uczniami wyzwolił on astronomię europejską od jej zależności od danych uzyskanych w starożytności i wyeliminował cały szereg pozornych problemów astronomicznych, które zrodziły się z danych fałszywych. Jego obserwacje pozwoliły na nowe postawienie zagadnienia ruchu planet, co stanowiło konieczny warunek rozwiązania tego zagadnienia. Żadna bowiem teoria astronomiczna nie mogła pogodzić ze sobą danych, z których korzystał Kopernik.

Obserwacje Tychona de Brahe stały się punktem wyjścia dla dzieła Keplera, który po raz pierwszy ujął reformę kopernikańską tak, że uzyskał właściwe rozwiązanie problemu planet. Jan Kepler, najwybitniejszy z asystentów Brahego, przez całe życie był zdecydowanym zwolennikiem systemu kopernikańskiego. Po raz pierwszy przekonał go do tego systemu Maestlin, u którego studiował w protestanckim uniwersytecie w Tübingen, i od tego czasu nigdy od kopernikanizmu nie odstąpił. Jego pierwsze ważne dzieło *Mysterium cosmographicum*, opublikowane w 1596 r., rozpoczyna się od długiej obrony systemu kopernikańskiego. Kepler przytacza szereg argumentów za samym Kopernikiem, ale w przeciwieństwie do niego omawia je szeroko oraz popiera szczegółowymi wykresami. Po raz pierwszy została przytoczona z pełną siłą cała argumentacja matematyczna na rzecz nowej astronomii.

Mimo że Kepler był pełen entuzjazmu dla astronomii heliocentrycznej, to jednak zachował krytyczny stosunek do szeregu szczegółów matematycznego systemu Kopernika. Podkreślał on stale, że sam Kopernik nie zdawał sobie w pełni sprawy z bogactwa swego systemu i że, zrobiwszy pierwszy śmiały krok, polegający na umieszczeniu Słońca w centrum Wszechświata, trzymał się zbyt Ptolemeusza, opracowując szczegóły swej teorii. Kepler zdawał sobie jasno sprawę z niespójności starych koncepcji, jakie znalazły się w *De revolutionibus*, z nową teorią i postawił sobie za cel ich wyeliminowanie w oparciu o wszystkie wnioski, jakie wynikały z nowego statusu Ziemi jako planety. Dzięki temu udało mu się wreszcie rozwiązać problem ruchu planet i przekształcić zawiły system Kopernika w uderzająco prostą i dokładną metodę obliczania położenia planet. Swych najważniejszych odkryć dokonał badając ruch Marsa, którego ekscentryczność oraz bliskość względem Ziemi stale wywoływała pewne nieregularności. Badanie tego problemu pochłonęło Keplerowi prawie dziesięć lat życia. Opracował on dwie orbity: jedną dla samego Marsa, drugą dla Ziemi, z której obserwowany jest Mars. Raz po raz Kepler musiał zmieniać kombinacje okręgów, z których korzystał do obliczania tych orbit. Raz po raz wypróbował i odrzucał kolejne systemy, gdy okazywało się, że nie sposób na ich podstawie wytłumaczyć wyników doskonałych obserwacji Brahego. Długi szereg bezskutecznych prób doprowadził wreszcie Keplera do wniosku, że żaden system oparty na kombinacji okręgów nie da rozwiązania problemu. Kluczem do tego rozwiązania musi być jakaś inna figura geometryczna. Wypróbował on kolejno szereg rozmaitych owali, ale żadna z tych prób nie usuwała rozbieżności z obserwacją. Wreszcie przypadkowo zauważył, że same niedokładności zmieniają się w pewien znany sposób matematyczny i badając tę regularność stwierdził, że rozbieżności między teorią a doświadczeniem mogą zostać usunięte, jeśli założy się, że planeta biegnie po orbicie eliptycznej ze zmienną prędkością. Udało mu się również sformułować proste prawo wyznaczające ową prędkość. Te właśnie wyniki opublikował Kepler po raz pierwszy w pracy *Astronomia nova*, która ukazała się w Pradze w 1609 r. Prostsza metoda matematyczna od tych wszystkich, z jakich korzystano od czasów Hipparcha, pozwalała na przewidywanie bez porównania dokładniejsze. Problem planet został wreszcie rozwiązany i to w oparciu o kopernikańską wizję świata.

To, co przedstawiliśmy powyżej, zgodne jest z maksymalnie zwięzłą opinią Hawkinga, iż „Kepler poprawił teorię Kopernika, sugerując, że planety poruszają się po orbitach eliptycznych, a nie kołowych”. Dla zupełnie niewtajemniczonych Hawking dodaje nawet, że „elipsa to wydłużone koło”.

Nie jest natomiast prawdą stwierdzenie, że „dla Keplera orbity eliptyczne były tylko hipotezą *ad hoc* i w dodatku odpychającą, ponieważ elipsy były w oczywisty sposób mniej doskonałe niż koła”. Orbity eliptyczne nie były dla Keplera hipotezą *ad hoc*, ponieważ Kepler miał dla nich matematyczne i obserwacyjne uzasadnienie (jest to słynne pierwsze prawo Keplera). Praca Keplera nad orbitami eliptycznymi oparta była całkowicie na żmudnych i wyczerpujących badaniach i na najlepszych spośród dostępnych obserwacji astronomicznych. Jedną po drugiej odrzucał on rozmaite próbne orbity, bo- wiem, jak się okazało po skomplikowanych obliczeniach, niezgodne były z danymi Brahego. Skrupulatność Keplera w poszukiwaniu takich orbit, które byłyby całkowicie zgodne z danymi doświadczalnymi, podawana jest często jako jeden z pierwszych przykładów stosowania rzeczywiście naukowej metody.

Niektórzy twierdzą, że Kepler wyzwolił świat z mitu ruchu kołowego i przełamał to, co Koyré nazwał „urokiem koła”. Nie jest to jednak prawdą, albowiem już od czasów Ptolemeusza wiadano, że planety nie zakreślają regularnych kół. Zaslugą Keplera było natomiast sprecyzowanie rzeczywistych kształtów orbit planetarnych poprzez wskazanie na elipsy.

Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia kwestia następująca: skoro nie istnieją już żadne krystaliczne sfery i planety zawieszono w pustej przestrzeni, to w jaki sposób utrzymują się one na swoich orbitach, dlaczego panuje w ich ruchach pewien ład i jak to się dzieje, że nie zderzają się one ze sobą. Otóż Kepler wierzył w ład i harmonię liczb. Poszukując z uporem harmonii sfer odkrył prawo (zwane dziś trzecim prawem Keplera), zgodnie z którym kwadrat czasu obiegu planety po orbicie jest proporcjonalny do sześciątej jej średniej odległości od Słońca. Harmonia sfer nie była więc dla niego niczym innym, jak czystą matematyką — jakimś czysto matematycznymi powiązaniem ujawniającymi się we Wszechświecie. Toteż celem jego stało się wykrycie matematycznych stosunków panujących na niebie. Można powiedzieć, że kult dla wzorów liczbowych i stosunków matematycznych jako takich zastąpił starą postawę, której ślady dostrzec można jeszcze nawet u Galileusza, polegającą na przedstawianiu mechaniki niebios za pomocą kół i sfer. Kult ten stał się podstawą nowego rodzaju astronomii. W tym sensie można twierdzić, że Kepler stał się pierwszym apostołem systemu mechanistycznego, ujmującego Wszechświat jako doskonały mechanizm zegarowy.

Prawdą jest ogólnikowe stwierdzenie Hawkinga, że według Keplera planety są utrzymywane na orbitach przez siły magnetyczne. Nie można się

natomiast zgodzić z poglądem, jakoby to była teza stworzona przez Keplera. Jej właściwym twórcą był bowiem Anglik William Gilbert, który w 1600 r. opublikował swą słynną pracę o magnesie. Zbudował on mianowicie kulisty magnes zwany *terrella* i stwierdził, że magnes ten obraca się, gdy umieści go się w polu magnetycznym. Stąd wywnioskował, że cała Ziemia jest magnesem, a ciężenie — formą przyciągania magnetycznego, oraz że zasady funkcjonowania magnesu potwierdzają założenia systemu Kopernika. Kepler pozostawał pod wpływem tego poglądu; stał się on integralną częścią jego systemu, podstawą jego teorii powszechnego ciężenia.

### 3. Galileusz

Postać Galileusza prezentuje Hawking wyjątkowo szeroko w porównaniu z omówionymi dotychczas sylwetkami uczonych. Wynika to niewątpliwie z faktu, że Hawking czuje się niejako „duchowym spadkobiercą” Galileusza; sam przyznaje, że z postacią tą łączy go silna więź — uczucie swoistej identyfikacji, częściowo z racji przypadku, który sprawił, iż urodził się dokładnie 300 lat po jego śmierci. Jednak i tym razem Hawking nie ustrzegł się od nieścisłości a nawet błędów historycznych oraz inklinacji światopoglądowych. Przykładem tych ostatnich może być krótki artykuł o Galileuszu, zamieszczony na końcu książki, a przedstawiający zlepek wcale nie najważniejszych faktów z jego życia, dotyczących jego konfliktu z Kościołem. Jak się wydaje, jedynym motywem zamieszczenia tego artykułu jest niechętnie stanowisko w stosunku do Kościoła, któremu Hawking wielokrotnie daje wyraz na kartach swojej książki. Podważa to niewątpliwie obiektywizm i wiarygodność autora.

Poważny fałsz historyczny kryje się w następującym zdaniu: „Śmiertelny cios zadał teorii Arystotelesa i Ptolemeusza w 1609 roku Galileusz [...]”. Hawking wyraźnie utożsamia te dwie teorie i czyni z nich jedną, mimo że, jak to wykazaliśmy wcześniej, były one zupełnie różne. Jeszcze wyraźniej błąd ten widać w angielskim oryginale książki Hawkinga: *The death blow to the Aristotelian/Ptolemaic theory came in 1609*. W ogóle mieszanie i łączenie ze sobą niejednokrotnie sprzecznych teorii i poglądów jest charakterystyczne dla historii nauki w wydaniu Hawkinga, i świadczy o bardzo powierzchownej znajomości źródeł.

Stwierdzenie Hawkinga, że to Galileusz wynalazł teleskop, nie odpowiada prawdzie historycznej. Galileusz owszem, zbudował teleskop, którym się później posługiwał przy obserwacjach nieba, ale sam pomysł nie był jego dziełem. Niektórzy uczeni utrzymują, że instrument ten został skon-

struowany jeszcze w średniowieczu. Wiadomo, że próby takie były podejmowane jeszcze przed rokiem 1600, lecz poszły w zapomnienie. Na nowo luneta została wynaleziona w Holandii w 1608 r. Galileusz dowiedział się o nowym wynalazku, lecz bez szczegółowych informacji co do jego wykonania. Metodą prób i błędów łączył ze sobą dwie soczewki i wkrótce zbudował słaby teleskop. Wówczas zrobił coś, czego nikt przed nim jeszcze nie próbował: skierował swój przyrząd na niebo. Wynik był zaskakujący. Każda obserwacja prowadziła do odkrycia nowych, nieznanych obiektów na niebie. Galileusz, który już od szeregu lat był kopernikańczykiem, starał się uczynić z każdego nowego odkrycia argument na rzecz kopernikanizmu. Kiedy skierował swą lunetę na Księżyc, stwierdził, że powierzchnia jego pokryta jest wgłębieniami i kraterami, dolinami i górami. Mierząc długość cieni, jakie rzucają kratery i góry, w chwili gdy znane są względne położenia Słońca, Księżyca i Ziemi, zdołał on oszacować głębokość zapadlin na Księżycu i wysokość wzniesień, dając tym samym początek trójwymiarowemu opisowi topografii Księżyca. Zdaniem Galileusza, nie różni się ona wiele od topografii ziemskiej. Dlatego też obserwacje teleskopowe Księżyca poddały w wątpliwość tradycyjne odróżnienie obszaru ziemskiego i niebios, a wątpliwość tę pogłębiły niemal natychmiast teleskopowe obserwacje Słońca. Wskazywały one, że na jego powierzchni pojawiają się i znikają plamy, co przeczyło tezie o jego doskonałości. Już samo istnienie plam sprzeczne było z doskonałością obszarów niebieskich; pojawianie się ich i znikanie nie dawało się ponadto pogodzić z tezą o niezmienności niebios. Co najważniejsze zaś, przesuwanie się tych plam na tarczy słonecznej wskazywało, że Słońce stale obraca się wokół swej osi, co stanowiło widoczny odpowiednik dziennego obrotu Ziemi.

Oprócz wymienionych argumentów na rzecz kopernikanizmu, płynących z obserwacji nieba, były również inne (na przykład wynikające z obserwacji odległych gwiazd). Próżno by ich jednak szukać w książce Hawkinga; przytacza on jedynie argument sformułowany przez Galileusza na podstawie obserwacji Jowisza. Patrząc przez teleskop na Jowisza, Galileusz odkrył w najbliższej od niego odległości cztery małe świecące punkty. Obserwacje przeprowadzane noc po nocy wskazywały, że punkty te stale zmieniają swe położenie względem Jowisza. Jak się okazało, były to cztery główne księżyce Jowisza, obracające się stale wokół niego ze znaczną prędkością. Od tej chwili astronomia musiała uznać istnienie satelitów, poruszających się wokół planet. Sam Jowisz ze swymi satelitami stał się doskonałym modelem całego kopernikańskiego systemu heliocentrycznego. Był to rzeczywiście

znakomity argument na poparcie kopernikanizmu, ale nie był to argument jedyne i obowiązkiem autora było przynajmniej zasygnalizowanie innych.

Z chwilą, gdy Galileusz przy pomocy swej lunety dokonał wyżej opisanych odkryć, nagłym problemem stało się opracowanie zasad fizyki na poruszającej się Ziemi. Galileusz poświęcił znaczną część swej intelektualnej energii na osiągnięcie tego celu, uzyskując owocne wyniki i kładąc podwaliny nowoczesnej dynamiki. Jego wysiłki szły w kierunku ustanowienia ogólnych praw spadania ciał. Według Hawkinga, do czasów Galileusza „zgodnie z arystotelesowską tradycją uważano, że prawa rządzące Wszechświatem można odkryć apriorycznie: doświadczalnego sprawdzenia teorii nie uważano za rzecz konieczną. Wobec tego nikt przed Galileuszem nie zadał sobie trudu, by sprawdzić, czy ciała o różnym ciężarze rzeczywiście spadają z różnymi prędkościami”. Wypowiedź taka sugeruje, że to Galileusz jako pierwszy zakwestionował poprawność fizyki Arystotelesa, co nie jest zgodne z faktami historycznymi. Już kilkadziesiąt lat wcześniej, od czasu Piotra de la Ramée wiadome było, że fizyka Arystotelesa była błędna. Niezgodność prawa ruchu Arystotelesa z praktyką była oczywista już co najmniej od czterech wieków przed Galileuszem i w ciągu tego czasu nagromadziły się liczne krytyczne uwagi.

Na uwagę zasługuje ten fragment książki Hawkinga, w którym poruszony jest problem słynnych eksperymentów Galileusza, dotyczących spadania ciał: „Tradycja głosi, iż Galileusz wykazał fałszywość poglądów Arystotelesa zrzucając ciężarki z pochyłej wieży w Pizie. Opowieść ta prawie na pewno nie odpowiada prawdzie, ale Galileusz wykonał doświadczenie równoważne; badał toczenie się kulek po pochyłej, gładkiej powierzchni”. W tym miejscu nasuwają się dwa pytania: czy nikt przed Galileuszem nie wykonał podobnych doświadczeń, oraz, czy Galileusz rzeczywiście wykonywał jakieś doświadczenia. W pierwszej kwestii odpowiedź daje polski tłumacz książki Hawkinga, Piotr Amsterdamski, w jej krytycznej (*sic!*) recenzji: „W istocie eksperyment ten wykonali Joannes Philoponos tysiąc lat wcześniej i Stevin w XVI wieku”. Widać więc, że Galileusz nie był w tym względzie prekursorem i że to nie on przełamał jako pierwszy aprioryzm arystotelesowski. Błąd Hawkinga jest, według Amsterdamskiego, tym bardziej znaczący, gdyż utwierdza on mylne a powszechne przekonania na temat roli eksperymentu w fizyce<sup>4</sup>.

Jeżeli chodzi o kwestię rzeczywistego wykonywania eksperymentów przez Galileusza, to większość uczonych skłania się raczej ku tezie, że ekspery-

---

<sup>4</sup>P. Amsterdamski, *Krótko o „Krótkiej historii czasu”*, „Res Publica” 1989 nr 5, s. 129.

menty te były z reguły eksperymentami myślowymi, opisanymi jedynie jako realne. W pracach Galileusza często można znaleźć stwierdzenia typu: gdyby zrobić to a to, stałoby się to a to. Niekiedy wnioski jego wydają się zupełnie błędne, i to do tego stopnia, że trudno przypuszczać, aby wynikały one z rzeczywistości przeprowadzonego eksperymentu. Dlatego też nie można się zgodzić z opinią Hawkinga, iż „pomiar Galileusza posłużyły Newtonowi za podstawę jego praw ruchu”, gdyż zdanie to, wraz z całym jego kontekstem, stwarza czytelnikowi fałszywy obraz działalności Galileusza.

Na zakończenie warto chyba krótko ustosunkować się do zaprezentowanego na końcu książki konfliktu Galileusza z Kościołem. Tak zwana „sprawa Galileusza”, począwszy od epoki Oświecenia aż do naszych czasów, stanowiła swoisty mit, który ukształtował obraz wydarzeń dość daleki od rzeczywistości. Była ona symbolem rzekomego odrzucenia przez Kościół postępu naukowego, czyli dogmatycznego „obskurantyzmu”, sprzecznego z wolnym poszukiwaniem prawdy. Mit ten odegrał doniosłą rolę w kulturze: przyczynił się do utwierdzenia wielu rzetelnych ludzi nauki w przekonaniu, że duch nauki i jej etyka poszukiwania prawdy są nie do pogodzenia z wiarą chrześcijańską. Wzajemne nieporozumienie, jakie zaszło między Galileuszem i ówczesnymi przedstawicielami Kościoła, zostało zinterpretowane jako wyraz konstytutywnej sprzeczności między nauką a wiarą. Trzeba jasno stwierdzić, że niesłuszne oceny filozoficzne i teologiczne, formułowane wobec nowych wówczas teorii mówiących o centralnym położeniu Słońca i ruchach Ziemi, powstały w przełomowym okresie rozwoju wiedzy astronomicznej i były konsekwencją błędnego rozumienia kosmologii biblijnej. Niektórzy teologowie współcześni Galileuszowi, pozostający pod wpływem jednolitej wizji świata, panującej powszechnie aż do początków XVII w., nie byli w stanie dostrzec głębokiego, niedosłownego sensu tych fragmentów *Pisma Świętego*, które mówią o fizycznej strukturze stworzonego świata, i w konsekwencji niesłusznie rozpatrywali jako zagadnienia z zakresu wiary to, co należy do rzeczywistości obserwowalnej. Z tej przyczyny doszli oni do błędnego przekonania, że przyjęcie rewolucyjnej teorii kopernikańskiej w nieunikniony sposób wstrząsnęłoby podstawami tradycji katolickiej i że w związku z tym należy zakazać jej nauczania. Dziś wiadomo, że była to decyzja niesłuszna. Dlatego też papież Jan Paweł II powołał w 1981 r. specjalną komisję do zbadania tej sprawy, której prace trwające do 1992 r. zakończyły się pełną rehabilitacją Galileusza<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup>Na temat prac komisji zob. J. Życiński (red.), *Sprawa Galileusza*, Kraków: SIW Znak, 1991.



Niewątpliwie dzieło Galileusza stanowiło milowy krok naprzód w rozwoju nauki i za to dzieło Galileusz niesłusznie cierpiał. Ale nauka rozwija się przez roztaczanie coraz szerszych perspektyw, a nowe perspektywy często sprawiają, że dawne spory stają się bezprzedmiotowe. Za czasów Galileusza wydawało się, że oba systemy: Ptolemeusza i Kopernika, wykluczają się wzajemnie i że spór może być rozstrzygnięty tylko na „tak” lub „nie”. Dziś, gdy teoria względności Alberta Einsteina stała się jedną z najważniejszych teorii współczesnej fizyki, z teoretycznego punktu widzenia wszystkie układy odniesienia są jednakowo uprawnione i jest rzeczą zupełnie obojętną, czy układ odniesienia zwiążemy z Ziemią (układ typu Ptolemeusza), czy ze Słońcem (układ typu Kopernika). Jedynie względy praktyczne mogą skłonić do wyboru układu odniesienia bardziej odpowiadającego specyfice danego zagadnienia<sup>6</sup>.

### C. Matematyczne zasady filozofii przyrody — I. Newton

Ukazanie się w 1687 r. *Matematycznych zasad filozofii przyrody* (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*) Izaaka Newtona symbolicznie uważa się za początek ery nauk empirycznych. Hawking określa je jako „najważniejsze dzieło z zakresu nauk ścisłych, jakie zostało kiedykolwiek napisane”. Dzieło to bardzo wyraźnie zawiera trzy warstwy: (1) warstwę matematyczną (matematyczna analiza praw przyrody); (2) warstwę fizyczną (badanie konsekwencji praw przyrody); (3) warstwę filozoficzną (dociekanie „przyczyn” działania takich a nie innych praw przyrody)<sup>7</sup>.

Mimo że w dziele Newtona warstwa filozoficzna nie jest tylko marginesem, ale stanowi organiczną część całości, Hawking zdaje się tej warstwy w ogóle nie dostrzegać. Jako najważniejsze osiągnięcia Newtona, zaprezentowane w omawianym dziele, wymienia: teorię ruchu ciał w przestrzeni i czasie wraz z aparatem matematycznym potrzebnym do analizy tego ruchu, prawo powszechnej grawitacji oraz uzasadnienie za pomocą tego prawa eliptycznych ruchów ciał niebieskich.

Przyjrzyjmy się nieco bliżej zagadnieniom związanym z odkryciem prawa powszechnej grawitacji, gdyż szczególnie na tym obszarze daje się zauważyć pomijanie przez Hawkinga trzeciej warstwy *Principiów*.

---

<sup>6</sup>Por. M. Heller, *Stare kontrowersje w nowej perspektywie: od sprawy Galileusza do ewolucji mózgu*, „L'Osservatore Romano” (wyd. pol.) 1993 nr 1, s. 29.

<sup>7</sup>Por. E. McMullin, *Newton on Matter and Activity*, London: University of Notre Dame Press, 1978, s. 2.

W warstwie pierwszej i drugiej Newton zapoczątkował proces eliminacji pojęcia materii z nowożytnej fizyki. Zamiast niego występuje termin „masa”, jako synonim odziedziczonego po filozoficznej tradycji XIV i XV w. terminu „ilość materii”. Masa została przez Newtona zdefiniowana jako coś, co da się mierzyć. Jest to więc, w przeciwieństwie do materii, pojęcie fizyczne i operacyjne we współczesnym znaczeniu tego wyrażenia. Ale już u Newtona, w rozważaniach matematycznych, masa została zredukowana do roli parametru  $m$  pojawiającego się w równaniach ruchu.

Newton sam nie zauważył, że w warstwie pierwszej i drugiej pojęcie materii zostało przez niego wyeliminowane i zastąpione pojęciem masy. Natomiast w trzeciej warstwie termin „materia” odgrywa kluczową rolę. Newton definiuje materię jako podłoże jakości pierwotnych, to znaczy takich, które przynależą każdemu bytowi materialnemu, dlatego że jest bytem materialnym. W czasach Newtona za jakości pierwotne przyjmowano: rozciągłość, nieprzenikliwość, zdolność do ruchu i bezwładność. Twórca mechaniki klasycznej dodał do tej listy od siebie: zdolność przyciągania grawitacyjnego i zdolność bycia przyciąganym grawitacyjnie.

Istnienie grawitacji postawiło przed Newtonem problem: bierność czy aktywność materii? W tradycji arystotelesowskiej materia była uważana za coś biernego, za czystą możność. Newton nie był zdecydowany, czy utrzymać nadal całkowitą bierność materii, czy nie. Z jednej strony nie bardzo chciał odstąpić od utrwalonej tradycji, z drugiej jednak strony istnienie grawitacji zdawało się przeczyć tej tradycji. I tu właśnie pojawił się u Newtona problem przyczyn grawitacji: co powoduje, że materia przyciąga inną materię? Roztrząsanie tego zagadnienia stanowi trzecią warstwę dzieła Newtona. Podaje on mianowicie cztery hipotezy dotyczące przyczyn grawitacji: (1) eter kosmiczny (substancja wypełniająca i przenikająca wszystko; pośredniczy również w przenoszeniu oddziaływań grawitacyjnych); (2) światło (aktywny czynnik materii odpowiedzialny także za grawitację); (3) tak zwane „aktywne czynniki” istniejące w przyrodzie, o charakterze całkowicie niemechanicznym (tej hipotezie Newton poświęcił szczególnie wiele miejsca); (4) bezpośrednie działanie Boga, który daje materii aktywność.

Po zaprezentowaniu, w sposób dość przystępny i zrozumiały dla przeciętnego czytelnika, osiągnięć Newtona w dziedzinie mechaniki, Hawking stara się krótko naświetlić infiniistyczną kosmologię Newtona, opartą o ideę absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni oraz silnie zabarwioną wątkami teologicznymi. Definicje absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni znajdu-

jemy w pierwszej księdze *Principiów*, a konkretnie w uzupełnieniu tej księgi (*Scholium*):

Absolutny, prawdziwy i matematyczny czas, sam z siebie i z własnej natury, płynie równomiernie bez względu na cokolwiek zewnętrznego i inaczej nazywa się trwaniem.

Absolutna przestrzeń, ze swej własnej natury, bez względu na cokolwiek zewnętrznego, pozostaje zawsze taka sama i nieporuszalna.

Tak więc absolutny czas i absolutna przestrzeń mają charakter obiektów („istnieją niezależnie od czegokolwiek zewnętrznego”). Żadne procesy fizyczne nie wywierają wpływu na ich strukturę. Są one sztywną sceną, nie biorącą udziału w dramacie fizyki, jaki rozgrywa się na niej. Oprócz nich Newton mówi o istnieniu względnego czasu i względnej przestrzeni, które są tylko „miarami” swych absolutnych odpowiedników.

Dla potwierdzenia tezy o istnieniu absolutnej przestrzeni Newton wykonał słynne doświadczenie z wiadrem wirującym na skręconym sznurze. Po nagłym zatrzymaniu wiadra wklęsnięcie, jakie tworzy się na powierzchni wody wypełniającej wiadro, jest następstwem absolutnego ruchu wody, czyli jej ruchu względem absolutnej przestrzeni. Newton był przekonany o istnieniu absolutnej przestrzeni i w związku z tym opinia Hawkinga, jakoby „Newton był bardzo zmartwiony z powodu [...] nieistnienia absolutnej przestrzeni, [...] ponieważ nie zgadzało się to z jego koncepcją absolutnego Boga”, jest zupełnie nie do przyjęcia. Dla Newtona istnienie absolutnego czasu, przestrzeni, miejsca i ruchu stanowiło myślową konieczność, niezbędne przedzałożenie, usprawiedliwiające funkcjonowanie „zmysłowych miar”, czyli względnych przestrzeni, czasu, miejsca i ruchu, stosowanych niejako z konieczności w fizycznej praktyce. Ponadto, mimo pewnych racji, razi zestawienie Arystotelesa na równi z Newtonem jako tych, którzy wierzą w absolutny czas. To prawda, że w obu przypadkach pomiary interwału czasowego pomiędzy dwoma zdarzeniami są jednoznaczne i bez względu na to, kto dokonuje pomiarów, jest to ten sam czas, ale gdy chodzi o aspekt egzystencjalny czasu, to różnice są podstawowe. Dla Arystotelesa czas nie jest bytem samodzielnym, lecz przypadłością zależną od dokonujących się zmian i podmiotu liczącego te zmiany, podczas gdy dla Newtona czas istnieje niezależnie od wszelkich zmian.

### III. WPŁYW HISTORII KOSMOLOGII S. W. HAWKINGA NA JEGO FILOZOFIĘ

#### A. Hawking jako „filozofujący fizyk”

W latach sześćdziesiątych naszego stulecia można było zaobserwować dość gwałtowne załamanie się programu neopozytywistycznego. Przyczyną tego było zarówno zrozumienie sprzeczności kryjących się w tym programie, jak i przede wszystkim rozwój fizyki, który poszedł drogą zdecydowanie zakazaną przez neopozytywistyczne reguły metodologiczne (a fizyka była właśnie dla empirystów logicznych nauką modelową, dostarczającą wszystkim innym dyscyplinom wzorców metodologicznych). Z kolei konsekwencją tego załamania się neopozytywizmu był wyraźny zanik tendencji antyfilozoficznych, których miejsce zajęły różne filozofie postpozytywistyczne. Ich wspólną cechą jest programowe nawiązywanie do nauk empirycznych, snucie refleksji typu filozoficznego w ścisłym powiązaniu z filozofią nauki, kontynuowanie analiz zapoczątkowanych przez empirystów logicznych, ale bez unikania wielkich tematów metafizycznych (choć z reguły poruszanych „w kontekście nauki”). Reprezentowane są przy tym rozmaite orientacje filozoficzne. Bardzo często filozofię tego typu uprawiają przedstawiciele różnych nauk szczegółowych i w związku z tym mówi się o zjawisku „filozofujących fizyków”. Do grupy tej zalicza się takich uczonych, jak C. von Weizsäcker, P. Davies, J. Barrow, R. Penrose oraz S. W. Hawking.

Fizyka jest niewątpliwie nauką interesującą filozoficznie. Niektóre działy fizyki (zwane niekiedy fizyką podstawową lub fundamentalną: mechanika kwantowa, teorie pól kwantowych, teoria cząstek elementarnych) dotyczą najgłębszej struktury świata. Nie da się zrozumieć „wyższych warstw” tej struktury (włączając w nie fenomen życia i psychiki) bez zrozumienia warstwy podstawowej. Nie da się również ich zrozumieć, wyłączając je do fizycznej warstwy podstawowej; redukcja taka grozi popadnięciem w fizykalizm.

Obecnie daje się zauważyć pewnego rodzaju rozchodzenie się dróg w filozofii fizyki (jak i w ogóle w filozofii nauki): ogólne rozważania metodologiczne (zwłaszcza dotyczące prawidłowości w rozwoju nauki czy też jej racjonalności) nadal pozostają głównie w rękach filozofów, natomiast zagadnienia związane z „wewnętrznymi sprawami” filozofii fizyki, coraz częściej stają się domeną zawodowych fizyków. Jest to niewątpliwie pozytywne zjawisko, związane z wysokim stopniem specjalizacji, jakiego wymaga odpowiedzialne

rozumienie najnowszych teorii fizycznych (a właśnie one bywają najciekawsze z filozoficznego punktu widzenia)<sup>8</sup>.

Stephen Hawking jest bez wątpienia jednym z najwybitniejszych fizyków–teoretyków naszego wieku. Jego prace, poczynając od najwcześniejszych, udowadniających istnienie osobliwości w strukturze czasoprzestrzeni, jeśli studiować ją w ramach ogólnej teorii względności poprzez badania kwantowej natury czarnych dziur, a na kosmologii wczesnego Wszechświata skończywszy, zyskały już trwałe miejsce we współczesnej fizyce i zostały szeroko spopularyzowane. Znajdują też one szczegółowe omówienie na kartach *Krótkiej historii czasu*. Hawking nie poprzestaje jednak na przedstawieniu swoich osiągnięć naukowych, ale zaopatruje je w bogate komentarze filozoficzno–światopoglądowe. Jest więc również wspomniana książka prezentacją pewnego stanowiska filozoficznego zajmowanego przez uczzonego przyrodnika, który z rzadko spotykaną śmiałością wykracza daleko poza konwencjonalne granice swojej dziedziny, usiłując na podstawie sformułowanej przez siebie teorii kosmologicznej odpowiedzieć na najbardziej podstawowe pytania kierowane do otaczającego nas świata. W tym właśnie sensie Hawkinga można określić jako „filozofującego fizyka”. Jednakże zaprezentowana w książce filozofia od początku wzbudzała w kręgach specjalistów rezerwę, a niekiedy wręcz ostry krytycyzm. Nie ulega wątpliwości, że negatywny wpływ na tę filozofię wywarło między innymi hołdowanie przez Hawkinga pozytywistycznej metodologii w badaniu historii nauki.

## B. Filozoficzne konsekwencje historii kosmologii Hawkinga

W swojej najnowszej książce zatytułowanej *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce*, zawierającej zbiór popularno–naukowych artykułów z lat 1976–1992, zmieścił Hawking esej, będący pierwotnie wystąpieniem dla słuchaczy Caius College w maju 1992 r. Nosi on tytuł *Moje stanowisko* i jest próbą ustosunkowania się do dyskusji, jaka wybuchła po ukazaniu się *Krótkiej historii czasu*. Oto co Hawking pisze:

Ludzie, którzy powinni badać i spierać się na ten temat [rozumienia Wszechświata — przyp. E. P.] — filozofowie przeważnie nie mają odpowiedniego wykształcenia matematycznego, aby dotrzymywać kroku współczesnym dokonaniom fizyki teoretycznej. Istnieje wprawdzie podgrupa specjalistów nazywanych filo-

---

<sup>8</sup>Por. M. Heller, *Filozofia nauki. Wprowadzenie*, Kraków: Wydawnictwo Naukowe PAT, 1992, s. 16–23.

zofami nauki, którzy powinni być lepiej przygotowani. Ale wielu z nich to nie ukończeni fizycy, którzy stwierdzili, że zbyt trudno im tworzyć nowe teorie, dlatego też zajęli się pisaniem o filozofii fizyki. Do dziś spierają się na temat teorii naukowych z początku naszego stulecia, takich jak ogólna teoria względności czy mechanika kwantowa. Ale nie mają kontaktu ze współczesnymi horyzontami fizyki. Może jestem trochę zbyt surowy w ocenie filozofów, ale i oni potraktowali mnie bardzo nieprzyjemnie. Moje podejście zostało opisane jako naiwne i uproszczone. Nazywano mnie różnie: nominalistą, instrumentalistą, pozytywistą, realistą i paroma innymi „istami”. [...] Pozytywizm [...] faktycznie może być przestarzały jako minioną modą intelektualną, ale pozytywistyczne podejście, które tu nakreśliłem, wydaje się jedynym możliwym dla kogoś, kto szuka nowych praw i nowych metod opisanego Wszechświata. [...] W gruncie rzeczy nie ma znaczenia, czy rozumie się ogólną teorię względności i mechanikę kwantową, a nawet czy teorie te są poprawne. Mam nadzieję, że udało mi się wykazać, iż swoiste pozytywistyczne podejście [...] to jedyny sposób umożliwiający zrozumienie Wszechświata, przynajmniej fizykowi teoretycznemu<sup>9</sup>.

W przytoczonym fragmencie Hawking nie zajmuje, niestety, stanowiska wobec zarzutów odnoszących się do części historycznej *Krótkiej historii czasu*. Nie porusza zresztą tego problemu w całej książce, jak gdyby milcząco przyznawał rację w tej dziedzinie swoim krytykom. Interesujący wszakże dla nas jest fakt, że mając za złe „filozofom” okrzyknięcie go pozytywistą sam w końcu przyznaje się do uprawiania tego typu filozofii w celu „zrozumienia Wszechświata”. I trzeba przyznać, że jest to stwierdzenie zgodne z prawdą.

Przede wszystkim w Hawkingowskiej wizji historii kosmologii można dostrzec cechy starego paradygmatu: przed Newtonem — zacofanie i pseudonauka, po Newtonie — postęp i rzeczywisty rozwój nauki. Odnosi się wrażenie, jakby Hawking nie miał świadomości przewrotu, jaki się dokonał w historii nauki w pierwszej połowie naszego stulecia. Najwybitniejsi przedstawiciele nauki przednewtonowskiej zaprezentowani są w sposób uproszczony, schematyczny a przy tym wybiórczy i tendencyjny; o wielu z nich natomiast nie znajdziemy ani słowa. Mnóstwo faktów historycznych jest przeinaczono-

---

<sup>9</sup>Por. S. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce*, Warszawa: Wydawnictwo Alkazar, 1993, s. 59–60, 63, 66.

nych czy też nieprawdziwych. Wszystko to dowodzi, że w opracowywaniu historii kosmologii Hawking nie zadał sobie trudu rzetelnego zbadania źródeł historycznych, lecz postępował za utartymi, pozytywistycznymi schematami.

To pseudonaukowe potraktowanie historii znajduje swoje odbicie w filozoficznych propozycjach autora *Krótkiej historii czasu*. Wiele do myślenia daje jedno tylko zdanie z końcowej części książki, w którym Hawking uznaje Wittgensteina za najwybitniejszego filozofa naszego wieku i zdaje się podzielać jego postrzeganie filozofii jedynie jako analizy języka. W innych stwierdzeniach odnajdujemy znane pozytywistyczne przekonanie, że współczesna fizyka dobiega końca i po odkryciu wielkiej unifikacji będziemy już znali wszystkie prawa rządzące przyrodą. Historia fizyki poucza wszakże, że już parę razy triumfalnie obwieszczano finał tej nauki i za każdym razem przedwcześnie. Hawking doskonale zdaje sobie sprawę z tych niepowodzeń. W wykładzie inauguracyjnym z okazji nadania mu tytułu *Lucasian Professor of Mathematics*, wygłoszonym w Cambridge w 1980 r. (a więc przed napisaniem *Krótkiej historii czasu*), zaleca dużą ostrożność w tego typu przewidywaniach:

Już wcześniej co najmniej dwukrotnie uważaliśmy, że znajdujemy się o krok od ostatecznej syntezy. Na początku naszego wieku sądzono, że wszystko da się wyjaśnić za pomocą mechaniki continuum. Należało jedynie zmierzyć określoną liczbę współczynników elastyczności, lepkości, przewodnictwa itp. Nadzieję tę rozwiało odkrycie struktury atomu i mechanika kwantowa. Ponownie w końcu lat dwudziestych naszego stulecia Max Born oświadczył grupie naukowców odwiedzających Getyngę, że „fizyka, taka jaką znamy, skończy się w przeciągu sześciu miesięcy”. Było to wkrótce po odkryciu przez Paula Diraca równania, które rządzi zachowaniem elektronu. Oczekiwano, że podobne równanie będzie rządzić zachowaniem protonu, drugiej i ostatniej — jak wówczas uważano — cząstki elementarnej. Jednakże odkrycie neutronu i sił jądrowych zawiodło te nadzieje.

Słowa te Hawking niemal identycznie powtarza na kartach *Krótkiej historii czasu*. Nie przeszkadza mu to jednak w stwierdzeniu, że prawdopodobnie „cel fizyki teoretycznej zostanie osiągnięty w niezbyt odległej przyszłości: powiedzmy do końca naszego wieku”. Przekonanie Hawkinga w dużej mierze opiera się na teorii superstrun, unifikującej w konsystentny sposób wszystkie

oddziaływania i niezwykle obiecującej jeszcze kilka lat temu. Obecnie jednak teoria ta przeżywa wyraźny impas. Tak więc wydaje się, że Hawkingowska wizja końca fizyki należy już do przeszłości. Podobnie w swoich nadziejach na uzyskanie w krótkim czasie jednolitej „teorii wszystkiego” Hawking zapomina o fundamentalnych ograniczeniach nakładanych na podobne teorie przez prawa logiki, wyrażone w twierdzeniach limitacyjnych Gödla.

Innym zjawiskiem, spotykanym w *Krótkiej historii czasu*, a charakterystycznym dla pozytywizmu logicznego, jest mocne przeciwstawienie między fizyką a metafizyką wraz z przekonaniem, że odkrycia pierwszej eliminują potrzebę drugiej<sup>10</sup>. W tej krytyce metafizyki łączą się elementy pozytywistycznej filozofii poznania z podzielaną w XVIII w. przez Samuela Clarke’a koncepcją Boga wypełniającego luki przyrodniczej niewiedzy. Bóg Clarke’a pojawiał się jako przysłowiowy *deus ex machina*, kiedy w teoriach fizykalnych nie potrafiono naukowo wyjaśnić określonych zagadnień. Przed równie naiwną teologią latającą luki przyrodniczej niewiedzy za pomocą hipotezy Boga ostrzegał Leibniz w swej korespondencji z Clarke’em, wskazując zarówno metodologiczne, jak i teologiczne uproszczenia podobnych ujęć. Clarke natomiast uważał, przeciwnie, iż Bóg pozostawia nam poznawcze luki, byśmy dzięki nim i przez nie mogli łatwiej odkrywać Jego obecność we Wszechświecie. Granice wiedzy miały stanowić teren odkrywania Bożej obecności. Mimo iż we współczesnej teologii nikt nie traktuje poważnie podobnego podejścia, Hawking pisze swą pracę tak, jak gdyby nie istniała korespondencja Leibniza.

To przeciwstawienie fizyki i metafizyki jest niejako uzasadnieniem w lansowanej przez Hawkinga przestarzałej tezie o istnieniu merytorycznego konfliktu nauki i wiary. Konflikt ten, według opinii Hawkinga, miałby dotyczyć początku świata, a konkretnie relacji między momentem stworzenia a momentem Wielkiego Wybuchu. Hawking opowiada o konferencji w Watykanie w 1981 r. (według niego zorganizowanej przez jezuitów; w rzeczywistości — przez Papieską Akademię Nauk), w czasie której papież rzekomo zabronił naukowcom zgłębiania Wielkiego Wybuchu, gdyż był to moment stworzenia, a więc moment Bożej działalności. Czytając jednak materiały z tej konferencji, nietrudno stwierdzić, że jest to oczywiste zniekształcenie wypowiedzi papieża, a celem tego zniekształcenia jest podbudowanie własnej tezy o Wszechświecie bez granic i brzegów. Przeglądając zaś materiały z seminariów interdyscyplinarnych na temat *Nauka — religia — dzieje*, na które

<sup>10</sup>Por. J. Życiński, *Bóg Hawkinga a chrześcijański Logos*, „Przegląd Powszechny” 107 (1990) nr 3, s. 402–406.



uczestników zaprasza Jan Paweł II do Castel Gandolfo, można mieć pełne przekonanie, że papież jest dobrze zorientowany w problematyce współczesnej kosmologii i z pewnością nie jest skory do utożsamiania Wielkiego Wybuchu z momentem stworzenia Wszechświata przez Boga, jak tego chciałby Stephen Hawking.

Tak więc widzimy, że w omawianej książce Hawkinga relacje między metodologią badań historycznych a przyjmowaną filozofią są oczywiste i hołdowanie pozytywizmowi w pierwszej z tych dziedzin nie pozostaje bez wpływu na formułowane wnioski w drugiej.