

Krzysztof Rotter

Fizyka Galileusza a arystotelizm : przyczynek do roli krytyki w rozwoju wiedzy

Nowa Krytyka 2, 31-51

1992

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

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Krzysztof Rotter

Fizyka Galileusza a arystotelizm

Przyczynek do roli krytyki w rozwoju wiedzy

Wszystkie twórcze dokonania Galileusza w fizyce są nierozdzielnie związane z krytyką arystotelizmu. Celem artykułu jest analiza specyfiki galileuszowej krytyki i jej roli w przewrocie naukowym. Efektem krytyki jest destrukcja przyrody jako systemu relacji pomiędzy przedmiotami i tym samym także wszystkich poszczególnych przedmiotów. Równocześnie jednak krytyka ta wyłania nową sieć relacji, które z tych samych elementów (zjawisk) konstituują odmienny system przedmiotów poznania.

Cechy charakterystyczne galileuszowej krytyki arystotelizmu

Zdumiewającą cechą Galileuszowego „Dialogu o dwu najważniejszych układach świata Ptolemeuszowym i Kopernikowym” jest to, że wbrew tytułowi polemika zawarta w tym dziele nie dotyczy bezpośrednio teorii Ptolemeusza. Głównym przedmiotem kontrowersji jest filozofia przyrody Arystotelesa. Z arystotelesowskim przyrodoznawstwem Galileusz polemizuje także w późniejszych o pięć lat od „Dialogu”, „Rozmowach i dowodzeniach matematycznych”. Powstaje więc pytanie, dlaczego w książce poświęconej analizie i rozstrzygnięciu sporu pomiędzy teoriami Kopernika i Ptolemeusza głównym przedmiotem krytyki nie jest teoria Ptolemeusza właśnie, ale system Arystotelesa. Odpowiedź na nie wymaga dokładnej analizy roli i specyficznego charakteru uprawianej przez Galileusza krytyki. Pozwoli to jednocześnie odpowiedzieć na inne, ważniejsze pytanie. Jaką w ogóle funkcję i rolę pełni krytyka w rozwoju wiedzy, a w szczególności w momentach rewolucji naukowych? Stosowany przez Galileusza rodzaj krytyki odznacza się bowiem pewnymi cechami, które czynią ją modelowym przykładem polemiki toczącej się pomię-

dzy „konkurencyjnymi” i następującymi po sobie teoriami naukowymi.

1. Prowadzona przez Galileusza krytyka jest t o t a l n a i sama ta totalność stanowi problem. Galileusz podejmuje ją nawet w tych kwestiach, w których zgadza się z twierdzeniami Arystotelesa dotyczącymi budowy świata. Galileusz, podobnie jak Arystoteles i współcześni Galileuszowi arystotelicy, uznaje trójwymiarowość świata¹, koncentryczny układ „pierwiastków” w „sferze podksiężycowej”², kołowe tory obiegu ciał niebieskich³, przyspieszenie „ruchu naturalnego pierwiastka ciężkiego”⁴, wpływ gęstości ośrodka ruchu na prędkość ruchu ciał⁵ oraz wiele innych elementów krytykowanego obrazu świata. Co więcej, w większości wypadków krytyce poddawane są takie kwestie, w których ostateczne rozstrzygnięcia przyjmowane przez obie strony sporu niczym się nie różnią. Znamiennym tego przykładem jest problem pionowego toru ruchu kamienia spadającego z wieży. Zarówno Galileusz, jak i reprezentujący arystotelików Simplicio, zgadzają się co do tego, że kamień upuszczony z wieży spadnie u jej podnóża, pomimo tego jednak spór o tor ruchu spadającego kamienia obejmuje niemal cały drugi dzień „Dialogu”. Obaj antagoniści uznają również twierdzenie mówiące, że z dwu ciał o różnym ciężarze spadających z tej samej wysokości wcześniej spadnie na ziemię ten, którego ciężar jest większy⁶. Wbrew tej zgodności, to właśnie arystotelesowska nauka o spadku ciał stanowi główny przedmiot ataków Galileusza. Identyczność empirycznych konkluzji obu teorii nie przeszkadza Galileuszowi w krytykowaniu arystotelesowskich rozwiązań.

2. Drugą ważną cechą omawianej krytyki jest jej n i e e m p i r y c z n o ś ć. Galileuszowa krytyka nie polega na tropieniu i ujawnianiu niezgodności doktryny Arystotelesa z danymi obserwacyjnymi. Krytyka najczęściej dotyczy tych kwestii, których doświadczalne rozstrzygnięcie było w czasach Galileusza niemożliwe. Wskazują na to choćby przytoczone przykłady. Wielu krytykowanych przez Galileusza twierdzeń ary-

¹ Galileusz: Dialog o dwu najważniejszych układach świata Ptolemeuszowym i Kopernikowym. Warszawa 1961, ss. 10 - 15.

² Ibidem, ss. 31 - 32 i 133 - 134.

³ Ibidem, s. 31.

⁴ Galileusz: Rozmowy i dowodzenia matematyczne w zakresie dwóch nowych umiejętności dotyczących mechaniki i ruchów miejscowych. Warszawa 1930, ss. 114 i 119.

⁵ Ibidem, s. 62.

⁶ Ibidem, s. 73 - 76.

stotelików, jak i proponowanych na ich miejsce nowych rozwiązań, nie można było – z różnych przyczyn – empirycznie sprawdzić. Trudno bowiem – a w XVII wieku było to absolutnie niemożliwe – zmierzyć czas spadku jakiegoś ciała z Księżyca na Ziemię lub empirycznie zaobserwować jego tor⁷. Równie nierozstrzygalny empirycznie był problem swobodnego spadku ciał. W miejsce arystotelesowskich torów pionowych Galileusz wprowadził tory spiralne⁸. Zgadzał się przy tym z arystotelikami, że empirycznie obserwowalne tory spadku mogą być tylko pionowe. Trudno nie zauważyć, że arystotelesowskie rozwiązanie tego problemu było dużo prostsze i że to właśnie ono nie posiadało żadnych dodatkowych założeń zgodnych z danymi obserwacyjnymi.

Paralaksa gwiazd stałych była w czasach Galileusza jedynym zjawiskiem, którego empiryczne odkrycie mogło w miarę jednoznacznie obalić geocentryzm i utwierdzić podzielane przez Galileusza przekonanie o obiegu Ziemi wokół Słońca. Jednakże w XVII wieku nie można było go empirycznie stwierdzić ze względu na brak odpowiednich przyrządów. Nigdy też ani Galileusz, ani nikt ze współczesnych mu badaczy zjawiska tego nie obserwował⁹. Oznacza to, że w czasach Galileusza teoria heliocentryczna mogła być empirycznie jedynie sfalsyfikowana. Doświadczenie zaś potwierdzało krytykowane przez Galileusza stanowisko arystotelików i Ptolemeusza. Najważniejsze jednak jest to, że empiryzm jest jednym z najpoważniejszych zarzutów, jakie Galileusz wytacza wobec Arystotelesa i arystotelików. Zdaniem Galileusza dokonane przez Arystotelesa „dostosowanie planu architektonicznego do świata już zbudowanego, a nie budowanie świata wedle wskazań architektury”¹⁰, przeczy podstawowym regułom postępowania badawczego.

3. Biorąc pod uwagę zarówno nieempiryczność, jak i przede wszystkim totalność krytyki arystotelesowskiej filozofii przyrody, można odnieść wrażenie, że arystotelesowskie przyrodoznawstwo stanowi dla Galileusza jedynie kompendium pomyłek, przesądów i jaskrawy przykład tego, czego w badaniu przyrody czynić nie wolno; jedynym zaś celem prowadzonej polemiki jest walka z błędami i przesądami. W rzeczywistości jednak rola, jaką krytyka arystotelizmu odegrała w formowa-

⁷ Galileusz: *Dialog...*, ss. 241 - 143.

⁸ *Ibidem*, ss. 175 - 179.

⁹ Paralaksę gwiazdy stałej po raz pierwszy stwierdził empirycznie Bessel w roku 1837. Dla Tychona Brahe niemożność stwierdzenia tego zjawiska, pomimo wielokrotnie podejmowanych prób, stała się powodem odrzucenia heliocentryzmu.

¹⁰ Galileusz: *Dialog...*, s. 15.

niu się teoretycznych poglądów Galileusza, polegała na czymś innym.

Trzecią i najważniejszą cechą tej krytyki jest jej o d k r y w c z o ś ć. Wszystkie oryginalne odkrycia Galileusza w dziedzinie fizyki, dzięki którym stał się on jednym z twórców nowożytnej nauki i prekurorem nowożytnej filozofii, wpisane są w jej tok i są od niej nieodłączne. Jej istotą zaś jest jej twórczy charakter. W dziełach Galileusza krytyka arystotelizmu nie kończy się jego prostym odrzuceniem jako poglądu fałszywego, ale prowadzi do wyłonienia nowych rozwiązań, w strukturze swej już całkiem nowożytnych¹¹.

Dokładne przedstawienie tej cechy krytyki arystotelizmu i jej roli w powstaniu nowożytnej fizyki wymaga ze względu na złożoność problemu rozwiązania pewnej bardziej szczegółowej kwestii. Przede wszystkim pojawia się problem dokładniejszego wyodrębnienia i określenia przedmiotu krytyki. Jeśli arystotelesowskie przyrodoznawstwo nie jest krytykowane z powodu swej niezgodności z danymi obserwacyjnymi, to jaka tedy jest przyczyna jego odrzucenia? Jakie reguły rządzą przebiegiem galileuszowej krytyki?

Powołać się w tym miejscu na niejasność arystotelesowej „Fizyki” oraz jej późniejszych rozwinięć i uzupełnień, to ominąć problem. Wystarczy bowiem zdać sobie sprawę z tego, że arystotelesowski obraz świata przez ponad tysiąc lat uznawany był za jasny i spójny. Fakt, iż Galileusz krytykuje arystotelizm ze względu na jego niejasność, w niczym nie zmienia samego problemu. Niejasność ta nie była bowiem immanentną i odwieczną cechą arystotelesowskiej filozofii przyrody. Teoria twórcy „Fizyki” stała się niejasna dopiero w ściśle określonych warunkach, ale też przy ich spełnieniu stała się niejasna w całości i nieodwołalnie.

Jeśli powodem totalnej krytyki arystotelesowskiego przyrodoznawstwa nie był empiryzm, to mógł nim być tylko system zasad, na których ono się opierało. Tak więc przyczyną i przedmiotem krytyki może być tylko sam sposób uprawiania przyrodoznawstwa przez Arystotelesa i jego następców. Należy zatem dokonać analizy zasad naukowej racjonalności

¹¹ Wpływ krytyki arystotelizmu na powstanie teorii Kopernika i Galileusza podkreśla T. S. Kuhn w „Przewrocie kopernikańskim” (Warszawa 1966, ss. 177 - 190). Ogranicza on jednak jej oddziaływanie do wyszukiwania logicznych niespójności arystotelesowskiej filozofii przyrody i przygotowania tym samym klimatu intelektualnego, sprzyjającego porzucaniu dawnych rozwiązań i wynajdywaniu nowych. W rzeczywistości arystotelesowskie przyrodoznawstwo nie było tylko zbędnym balastem dla tworzącej się fizyki, a jego krytyka – procesem uwalniania się od niego.

uznawanych przez Arystotelesa i Galileusza.

Dwa programy przyrodoznawstwa

1. Arystotelesowskie przyrodoznawstwo opierało się na zasadzie przeciwności. Zasadę tę ustanowił Arystoteles w pierwszej księdze „Fizyki”¹² jako absolutny kanon wszelkiej wiedzy o nieprzypadkowej zmianie, a tym samym – wszelkiej nauki o przyrodzie (czyli fizjologii).

Zdaniem Arystotelesa „wszystko, co powstaje lub ginie, powstaje ze swego przeciwności lub przechodzi w swe przeciwności bądź w jakiś stan pośredni; atoli stany pośrednie powstają z przeciwności, np. kolory – z białego i czarnego”¹³. W podobny sposób charakteryzuje Arystoteles wzajemne oddziaływanie rzeczy. Także tutaj „pierwsze lepsze ani nie oddziaływują na inne, ani nie podlegają działaniu ... «Białe» pochodzi z «nie-białego», ale nie z wszelkiego «nie-białego», lecz z czarnego albo z kolorów pośrednich, (...) Ani też dana rzecz nie przechodzi w pierwszą lepszą; np. «białe» nie przechodzi w «wykształcone» (chyba, że przypadkiem), lecz w «nie-białe», ale nie w jakąkolwiek rzecz nie-białą, lecz w czarną lub w jakiś kolor pośredni pomiędzy czarnym a białym”¹⁴. Także ten szczególny rodzaj przejawiania się *physis*, jakim jest ruch w arystotelesowskim przyrodoznawstwie, ukonstytuowany został na podstawie formalnego schematu stosunku opozycyjnego i przejął wszystkie jego cechy. Przede wszystkim obszar możliwego występowania ruchu ograniczony zostaje do tych „kategorii”, w których można wyodrębnić przeciwności, tj. do ilości, jakości i miejsca. Sam proces ruchu polega na przechodzeniu od jednego członu opozycji do drugiego poprzez to, co między nimi pośrednie w sposób ciągły¹⁵. Warunkom tej konstrukcji podlega także ruch miejscowy. Przestrzeń, w której się on dokonuje (przestrzeń fizyczna lub – dokładnie ją określając – fizjologiczna), nie jest izotropową przestrzenią geometrii euklidesowej, ale w całości uporządkowana jest przez kardynalną opozycję góry i dołu. Nie jest też nieskończona, gdyż to uniemożliwia wyodrębnienie i określenie przeciwności, lecz jest domkniętą sferą gwiazd stałych¹⁶. Przestrzeń geometryczna – jako nie posiadająca przeciwności i miejsc wyróżnionych – zdaniem Arystotelesa – uniemożliwia wszelki ruch naturalny, a tym samym wszelki ruch w ogóle.

¹² Arystoteles: Fizyka. Warszawa 1968, ss. 17 - 20.

¹³ Ibidem, s. 19.

¹⁴ Ibidem, s. 18.

¹⁵ Ibidem, ss. 151 - 157.

¹⁶ Ibidem, ss. 118 - 121; także: Arystoteles: O niebie. Warszawa 1980, ss. 19 - 40.

W gruncie rzeczy czysto formalny schemat opozycji, jako „naturalnego” porządku procesów przyrodniczych, nie jest jedynie specyficznym typem schematów pojęciowych, właściwym arystotelesowskiej filozofii przyrody. Stanowił on rozległą i setki lat trwającą formę racjonalności wyznaczającą sposób i ramy „doświadczenia” świata¹⁷. Na „przeciwieństwa jako zasady” powoływali się filozofowie jońscy, eleaci¹⁸, pitagorejczycy, Platon, Plotyn, jak również piętnastowieczni astrologowie, alchemicy, lekarze, zoologowie i botanicy. Arystoteles nie czyni siebie odkrywcą tego „naturalnego” porządku przyrody: „wszyscy przecież utożsamiają elementy, jak i to, co nazywają zasadami, z przeciwieństwami, nie uzasadniając wprawdzie swej teorii, lecz jak gdyby zmuszeni do tego przez samą przyrodę. A różnią się między sobą tym, iż niektórzy przyjmują przeciwieństwa bardziej pierwotne, podczas gdy inni – wtórne; niektórzy poznawalne rozumem, inni – zmysłami¹⁹. Niewątpliwie jednak Arystoteles był tym, który uporządkował wcześniejsze fragmentaryczne teorie procesów przyrodniczych oparte na zasadzie przeciwieństw i stworzył z nich rozległe, dobrze uporządkowane i empirycznie potwierdzone przyrodoznawstwo. Ono też aż do czasów Galileusza stanowiło wzorzec teorii naukowej. Przestało zaś spełniać tę funkcję wtedy, gdy pojawił się i rozwinął w spójny system nowy wzorzec racjonalnego myślenia – matematyka.

2. Galileusz jest przede wszystkim matematykiem, spadkobiercą aleksandryjskiej matematyki i aleksandryjskiego okresu rozwoju mechaniki. Dzieła Archimedesusa cytuje niemal w całości²⁰. Głosem rozumu są dlań euklidesowe „Elementy”. Stosownie do tego także sama przyroda przedstawia być teatrem zmagania sympatii i antypatii, mozaiką, w której barwy i obrazy rozkładają się według zasady przeciwieństw i podobieństw. Staje się ona księgą, w której matematyka jest immanentnie zawarta jako jej prawdziwy i najgłębszy sens. Odtąd filozofia przyrody nie polega już na odnajdywaniu w świecie najstosowniejszego układu przeciwieństw. Wprawdzie nadal „zapisana jest w tej ogromnej księdze, którą mamy stale otwartą przed naszymi oczami: myślę o wszechświecie. Ale nie można jej zrozumieć, jeśli się wpierw nie nauczy rozumieć języka i odróżniać liter, jakimi została zapisana. Zapisana zastała w języku matema-

¹⁷ Ciekawy opis tej formy racjonalności znaleźć można u M. Foucault: *Les mots et les choses – une archéologie des sciences humaines*. Paris 1966.

¹⁸ Arystoteles: *O powstawaniu i ginięciu*. Warszawa 1981. s. 17.

¹⁹ Idem: *Fizyka...*, s. 19.

²⁰ Galileusz: *Rozmowy...*, ss. 87 - 115.

tyki, jej litery to trójkąty, koła i inne figury geometryczne, bez pomocy których niepodobna pojąć z niej ludzkim umysłem ani słowa; bez nich jest to próżne błądzenie po mrocznym labiryncie”²¹. Dla Galileusza matematyka jest istotą racjonalności, wyznaczającą sposób doświadczania świata. Pełni ona rolę wzorca, z którym musi być zgodne każde twierdzenie i każdy przedmiot, by można je było uważać za zrozumiałe i znane. W swych pracach Galileusz nie tylko głosi program matematycznego przyrodoznawstwa, lecz także go realizuje.

Przedmiot i przebieg krytyki

1. Główna kontrowersja pomiędzy Galileuszem a Arystotelesem sprowadza się do zasad. Galileusz nie wątpi, że „wszystko, co dotąd wyprowadził Arystoteles w swoim wywodzie ogólnym, a co wypływa z najważniejszych uniwersalnych zasad, jest wzmocnione w toku dalszego dowodzenia szeregiem poszczególnych wywodów i doświadczeń”²². Wątpi natomiast, aby zasady, na których oparty jest arystotelesowski model świata, zgodne były z rozumem. Zawierają one bowiem „wiele przedłożeń zgoła niełatwych do przyjęcia”. Najtrudniejsze do przyjęcia jest „twierdzenie, jakoby powstawanie i przemijanie były skutkami przeciwieństw i jakoby w ogóle przemijanie, powstawanie i przeciwieństwa zachodziły w przyrodzie”²³.

Galileusz odrzuca regułę wnioskowania o zjawiskach przyrodniczych, na której opierało się całe arystotelesowskie przyrodoznawstwo i która stanowiła tym samym zasadniczy schemat, wedle którego zbudowana była przyroda i rozłożone zostały znaczące elementy występujących w niej przedmiotów. Przede wszystkim kwestionowany jest pewien sposób uprawiania nauki, pewna wzniesiona przez rozum architektura, na którą przez wiele stuleci nanoszone były zjawiska przyrodnicze i której cechy stały się wewnętrznymi właściwościami wszystkich kategorii opisowych dotychczasowego przyrodoznawstwa. W ten sposób kwestionowane są także wyodrębnione za pomocą tych pojęć przedmioty. Występujące w przyrodzie zjawiska stają się zaś nagle niezrozumiałe. Nawet trójwymiarowość przedmiotów²⁴ czy rozrzedzanie i zagęszczanie przestają być zjawiskami znanymi i posiadającymi dający się zaakceptować opis. Po

²¹ Galileo Galilei: *The Controversy of the Comets*. Philadelphia 1960, ss. 183 - 184.

²² Galileusz: *Dialog...*, s. 17.

²³ *Ibidem*, s. 40.

²⁴ *Ibidem*, s. 9.

odrzuconiu zasady przeciwności Galileusz musi stwierdzić: „wszystko, co dotąd znalazłem o zagęszczeniu, było dla mnie tak gęstem, a o rozrzedzeniu tak subtelnym, że moja słaba głowa jednego nie zrozumiała, a drugiego nie przeniknęła”²⁵.

Zakwestionowanie współczesnego Galileuszowi arystotelesowskiego przyrodoznawstwa nie byłoby możliwe bez zastosowania względem niego odmiennego wzorca racjonalności. Na gruncie zasady przeciwności można było jedynie rozwijać arystotelizm lub – co najwyżej – wносить poprawki do niektórych jego szczegółowych rozwiązań. Niewykonalne jednak było poddanie w wątpliwość zawartego w nim paradygmatu nauki. Paradygmat ten stał się możliwy do zakwestionowania dopiero z chwilą ukonstytuowania się nowego, spójnego systemowo wzorca racjonalnego myślenia – matematyki.

2. Krytyka arystotelesowskich poglądów na budowę świata nie dotyczy bezpośrednio ich samych, lecz sposobów ich dowodzenia. Okazują się one bowiem niepoprawne w świetle matematycznej racjonalności. Dlatego też oparte na takich dowodach twierdzenia, choć w większości przez Galileusza akceptowane, wymagają ponownego uzasadnienia. Symptomatyczny jest spór o trójwymiarowość przestrzeni fizycznej. O prawdziwości tego twierdzenia przekonany jest zarówno Galileusz, jak i arystotelicy, spór zaś toczy się tylko o jego udowodnienie. Arystotelesowym rozważaniom na temat doskonałości liczby trzy²⁶, polegającej na jego analogii do porządku opozycyjnego i opartego na nim pojęcia całości (doskonałości), Galileusz przeciwstawia matematyczny sposób określania wymiarów ciał²⁷. Konkluzja na pozór jest ta sama: „wymiarów musi być określone tylko prostymi, tworzącymi ze sobą kąty proste, a więc wymiarów nie może być więcej niż trzy”²⁸. Odnosi się ona jednak do całkiem innej niż arystotelesowska przestrzeni fizycznej.

Analogiczna do opisanej jest polemika dotycząca kołowych torów obiegu ciał niebieskich. Podobnie jak poprzednio, Galileuszowi nie chodzi o odrzucenie twierdzenia, lecz o poprawne jego uzasadnienie. Oba stanowiska zgodne są co do tego, że ruch kołowy jest jedynym, który może trwać wiecznie. Różne są natomiast racje, dla których ruch kołowy jest ruchem wyróżnionym. Dla Arystotelesa wieczność ruchu kołowego opiera się na tym, że spośród wszystkich rodzajów ruchu tylko w nim

²⁵ Galileusz: *Rozmowy...*, ss. 45 - 46.

²⁶ Arystoteles: *O niebie...*, ss. 3 - 4.

²⁷ Galileusz: *Dialog...*, ss. 9 - 12.

²⁸ *Ibidem*, ss. 10 - 12.

jednym ruch od punktu początkowego nie jest przeciwny ruchowi do tego punktu, a tym samym osiąganie stanów przeciwnych nie wymaga „przechodzenia” przez stan spoczynku. Według Galileusza zasada wieczności ruchu kołowego – w przeciwieństwie do ruchu prostoliniowego, który „nie może w ogóle mieć zastosowania w dobrze zorganizowanym Wszechświecie” – polega na tym, że jego nieskończone trwanie nie prowadzi do zaburzenia geometrycznej struktury Wszechświata. Galileusz odróżnia dwa rodzaje ruchów kołowych, „spośród których ten, który ciało odbywa dokoła siebie utrzymuje je stale w tym samym miejscu, a ten, który prowadzi ciało po linii koła wokół stałego i nieruchomego środka, nie dopuszcza do nieładu w odniesieniu zarówno do niego samego, jak też i ciał z nim sąsiadujących”²⁹. O ile więc uzasadnienie podane przez Arystotelesa odwoływało się do opozycyjnego „porządku natury” jako do najwyższej instancji, o tyle dla Galileusza instancją taką jest czysto geometryczny porządek przesunięć ciał.

Przedstawione fragmenty polemiki szczególnie wyraźnie ilustrują regułę, wedle której jest ona prowadzona. Istota tej reguły polega na zastosowaniu do arystotelesowskiego przyrodoznawstwa miary matematycznej racjonalności – miary jedynej dziedziny, w której posiadamy poznanie „intensywne”. Dziedziną tą, zdaniem Galileusza, „są właśnie czyste nauki matematyczne, a więc geometria i arytmetyka (...) w tych niewielu znanych rozumowi ludzkiemu mieści się według mnie poznanie równe bożemu w obiektywnej pewności, gdyż dochodzi do zrozumienia zawartej w nich konieczności – a nie może chyba istnieć większa pewność, aniżeli właśnie ta”³⁰. Formuła ta najczęściej realizowana jest poprzez „przeniesienie” przedmiotów ukonstruowanych zgodnie z zasadą przeciwieństw z arystotelesowskiej przestrzeni fizycznej – w przestrzeń euklidesową. Wraz z nim tracą moc obowiązującą wszystkie arystotelesowskie dowody na istnienie środka Kosmosu i na nieruchomość zajmującej go Ziemi. Podane przez Galileusza „przykłady falsyfikujące” poszczególne twierdzenia arystotelesowskiego przyrodoznawstwa oparte są na zmianie koncepcji przestrzeni³¹. Cóż bowiem pozostanie z argumentu uzasadniającego centralne położenie Ziemi we Wszechświecie, który Arystoteles wyprowadza z pionowego spadku ciał ciężkich, jeśli te same prawa „mu-

²⁹ Ibidem, s. 31. Argumentacja ta pokrywa się z argumentacją przedstawioną przez Kopernika w pierwszej księdze „De revolutionibus”.

³⁰ Galileusz: Dialog..., ss. 109 - 110.

³¹ Fakt ten podkreśla A. Koyré w „From the Closed World to the Infinite Universe”. Baltimore 1957.

szą obowiązywać” w każdym innym punkcie przestrzeni, a nie tylko w tym wyróżnionym? Tylko *petitio principii*³².

Po odrzuceniu podstawowego schematu formalnego, na którym opierała się arystotelesowska filozofia przyrody, oczywista staje się gruntowność krytyki, jakiej poddał ją Galileusz. Stosując do niej miarę matematycznej racjonalności, zmuszony był w całości ją odrzucić. Nie do przyjęcia okazały się nawet te rozstrzygnięcia, na które ostatecznie także i Galileusz się zgadzał. Poprzez swoje uwikłanie w struktury przeciwieństw i podobieństw stawały się one równie niepoprawne i nierozumne jak sama zasada. W „naturalnym świetle” matematycznego rozumu, arystotelesowskiego typu fizyka zasługiwała tylko na potępienie, którego zresztą Galileusz jej nie szczędzi.

Wyodrębnienie istoty Galileuszowej krytyki pozwala zrozumieć, dlaczego bezpośrednim przedmiotem ataku „Dialogu” nie był system Ptolemeusza. W jego „Almageście”, matematyczny opis deferensów i epicykli, ujęcie obrotów ciał niebieskich jako obrotów sfer oraz matematyczne tablice długości i szerokości położenia planet krytyki nie wymagają, gdyż nie przeczą one regułom matematycznej racjonalności. Krytyki wymaga tylko to, co przeczy uporządkowaniu obiektów sfer zgodnie z regułami matematyki. Tym zaś jest przede wszystkim niematematyczne uzasadnienie geocentryzmu. Twórcą tego uzasadnienia nie jest jednak Ptolemeusz, ale Arystoteles. On też jest głównym przeciwnikiem Galileusza w „Dialogu” i „Rozmowach”.

Wraz z przyjęciem przez Galileusza odmiennego wzorca racjonalności, „filozofia” powinna stracić wszelką wartość poznawczą, a skonstruowane w jej obrębie przedmioty – znaleźć się poza obszarem jego badań naukowych. Chodzi tu bowiem o „konkurencyjne” i następujące po sobie teorie, oparte na diametralnie różnych programach nauki. Różnica ta jest tak głęboka, że staje się niemożliwe, aby jakkolwiek przedmiot skonstruowany zgodnie z zasadami jednej teorii został uznany przez drugą. To, co dzięki strukturalnej zgodności z zasadą przeciwieństw było dla „fizjologów” przedmiotem nauki i poprzez swe usytuowanie w związkach opozycji i podobieństw z innymi tego typu przedmiotami stanowiło dla nich naukowo poznany obszar „przyrody”, dla fizyków musiało być najmroczniejszym jej zakątkiem. Wobec wzajemnego odrzucania reguł konstruowania przedmiotów ani one same, ani tym bardziej sposoby ich konstrukcji nie mogły zyskiwać wzajemnej akceptacji.

Tym dziwniejszy jest więc fakt, że Galileusz w swoich dziełach wciąż

³² Galileusz: *Dialog...*, ss. 36 - 37.

nawiazuje do poszczególnych konstrukcji i przedmiotów arystotelesowskiego przyrodoznawstwa. Co więcej, ich skrupulatna analiza okazuje się nieodłącznym punktem wyjścia wszystkich twórczych dokonań Galileusza w fizyce. Pomimo totalnego charakteru, celem galileuszowej krytyki nie jest odrzucenie arystotelesowskiego przyrodoznawstwa, ale jego przewyżczenie. Dlatego też jej rezultatem jest wykazanie konieczności ponownego zbadania znanych już zjawisk i na tym przede wszystkim polega jej odkrywczy charakter.

Arystotelesowska fizyka dostarczała ciągle problemów wymagających matematycznie racjonalnych rozwiązań. Podobnych funkcji nie spełniała także akceptowana przez Galileusza bez zastrzeżeń mechanika aleksandryjska. Trudno jednak nazwać twórczym dokonane przez Galileusza formalne uporządkowanie archimedesowej nauki o dźwigniach. Sprowadza się ono bowiem do dołączenia kilku tematów i nie przynosi żadnych nowych informacji o zjawiskach przyrodniczych. Pamiętać wszakże należy, że mechaniczne modele zjawisk i procesów nie przeczą galileuszowemu programowi nauki. Są to w gruncie rzeczy modele matematyczne. Jako takie zaś nie stawały przed Galileuszem żadnych problemów, gdyż same były matematycznymi rozwiązaniami zagadnień przyrodniczych.

Racjonalna rekonstrukcja „zjawisk naturalnych”

1. Najważniejszym osiągnięciem Galileusza w dziedzinie fizyki jest odkrycie praw spadku swobodnego, stanowią one bowiem historyczną podwalinę nowożytnej dynamiki. Galileusz przedstawił je w opisie „ruchu naturalnie przyspieszonego”, głównie w twierdzeniach dotyczących „proporcji przyspieszenia” ruchu ciał swobodnie spadających³³. Analiza odkrycia praw spadku w takiej postaci, w jakiej znajdujemy je w pismach

³³ Pomimo tego, iż odkryte prawa spadku nie przyniosły Galileuszowi za życia takiego rozgłosu jak obserwacje poczynione za pomocą teleskopu, to jednak one właśnie stanowią najistotniejszy i najtrwalszy wkład Galileusza do rozwoju fizyki. Lagrange w swojej „Mechanice analitycznej” stwierdza, że „Odkrycia księżyców Jowisza, odmian Wenery, plam słonecznych wymagały tylko teleskopów i pilności, lecz trzeba było nadzwyczajnego geniuszu, by odkryć prawa natury w zjawiskach, które się miało codziennie przed oczyma, a których objaśnienie wymykało się stale spod badań filozofów”. (J. Lagrange: *Mécanique analytique*. 1778, s. 157; cyt. za F. K., przedmowa do: Galileusz: *Rozmowy...*, s. 1). Podkreślić należy, że Galileuszowa nauka o „ruchu naturalnie przyspieszonym” jest zarówno merytorycznie jak i czasowo wcześniejsza od poglądów sformułowanych w „Dialogu”, najpełniejszy jednak swój wyraz znalazła w „Rozmowach i dowodzeniach matematycznych”.

Galileusza, umożliwił uchwycenie splotu warunków, który pozwolił w obserwowanych od wieków zjawiskach odkryć prawo natury. Ścisły związek tego odkrycia z krytyką arystotelizmu umożliwił odpowiedź na pytanie o istotne funkcje naukowej krytyki w rozwoju wiedzy.

Do wykrycia praw swobodnego spadku ciał nie mogły Galileuszowi pomóc żadne obserwacje ani eksperymenty. Przeprowadzone przez niego obserwacje spadających ciał, pomiary wysokości i czasu spadku wskazywały raczej na ustaloną przez Arystotelesa w „Fizyce” zależność prędkości spadku od ciężaru spadającego ciała. Ponadto same obserwacje zjawisk obejmują tak wiele ubocznych czynników zaburzających działanie prostych „praw natury”, że do ich odkrycia okazują się zazwyczaj całkiem nieprzydatne. Tak też było w przypadku galileuszowych „proporcji przyspieszenia”³⁴. Dostrzeżenie ich przejawiania się w przyrodzie stało się możliwe dzięki wcześniejszemu nieempirycznemu ich odkryciu.

Podobnie przedstawia się udział eksperymentów w odkryciu praw spadku swobodnego. Projektowane przez Galileusza eksperymenty uwiadaczające działanie tych praw stają się możliwe i znaczące dopiero na podstawie wcześniej skonstruowanej koncepcji ruchu naturalnie przyspieszonego. Sam Galileusz nie przykładają do nich zbyt dużej wagi. Jego zdaniem rola eksperymentów we „wszystkich naukach stosujących twierdzenia matematyczne” jest bardzo ograniczona. Wszystkie one przez doświadczenie wzmacniają jedynie swe zasady, ale nigdy ich nie ustalają³⁵.

Z drugiej strony prawa spadku swobodnego nie są jednak prawami matematyki. Nie można ich ani odkryć badając matematyczne własności brył i liczb, ani ich odnaleźć w pracach ówczesnych matematyków i mechanistów. Nie były one także konsekwencjami znanych w czasach Galileusza koncepcji mechanistycznych i to nie z nich zostały wyprowadzone.

W tej sytuacji nasuwa się pytanie o przedmiot, którego badanie umożliwiło odkrycie tak ciekawych praw, oraz pytanie o sam sposób prowadzenia badań. Jeśli prawa spadku nie zostały odkryte dzięki obserwacjom i eksperymentom, ani też nie były wyprowadzone ze znanych podówczas teorii matematycznych i mechanistycznych, to w jaki sposób zostały one określone? Jakie zagadnienia przyrodnicze naprowadziły Galileusza na ślad owych proporcji przyspieszenia? I wreszcie, do jakiego

³⁴ Całkowicie odrębną kwestią jest brak w epoce Galileusza odpowiednich metod i przyrządów pomiarowych, pozwalających wystarczająco dokładnie określić czasy spadku ciał z dowolnie wybranych wysokości.

³⁵ Galileusz: *Rozmowy...*, s. 132.

zakresu zjawisk Galileusz odnosił ich funkcjonowanie, czyli jak przedstawiała się dlań dziedzina ich realizacji?

2. Mimo iż ustalając prawa swobodnego spadku ciał Galileusz nie przeprowadzał żadnych obserwacji ani eksperymentów, to jednak uważał, że bada ruch, który rzeczywiście zachodzi w przyrodzie³⁶. Był to dobrze mu znany i wielokrotnie opisywany „ruch naturalny ciężaru spadającego”. Do czasów Galileusza opisywano jednak jedynie tę jego cechę, że jest on stale przyspieszony. Nikt natomiast nie pokusił się o wykazanie, „jaki jest stosunek tego przyspieszenia”. Postawione przez Galileusza pytanie o „proporcję przyspieszenia” adresowane jest do znanego z pism Arystotelesa „ruchu naturalnego elementu ciężkiego”. Dotyczy on takiego aspektu tego ruchu, którego badanie było przez arystotelesowskie przyrodoznawstwo programowo pomijane jako nie dotyczące istotnych i przez to ogólnych jego własności. Ale zmiana programu przyrodoznawstwa pociągnęła za sobą zmianę poglądu na to, co w naturze rozumne i przez to istotne. Tym samym nawet w od dawna, znanych zjawiskach ukazały się dotąd nieznane bądź niewystarczająco poznane ich aspekty.

Dla przedmatematycznego przyrodoznawstwa ściśle ilościowe określenia ruchu nie stanowiły przedmiotu naukowych zainteresowań, a nawet były z nich ze względów programowych wykluczane. Ilościowe własności ruchu były dla tego typu racjonalności przedmiotem naukowych dociekań o tyle tylko, o ile wskazywały na zawarte w nim przeciwieństwa, bądź utwierdzały przynajmniej jego opozycyjny charakter. Galileusz, który posiadał doskonałą znajomość tego programu, jak i skutków jego realizacji, podsumowuje stanowisko arystotelików w następujący sposób: „Filozofowie zajmują się głównie zagadnieniami ogólnymi (...) pozostawiając matematykom pewne subtelnosci i drobiazgi będące już raczej ciekawostkami. Arystoteles zadowolili się świetnym określeniem, czym jest ruch w najogólniejszym pojęciu i wskazał główne właściwości ruchu miejscowego, a mianowicie, że jeden jest naturalny, a inny narzucony, że jeden jest prosty, a inny złożony, że jeden jest równomierny, a inny przyspieszony. O ile chodzi o ruch przyspieszony, to poprzestał na wykazaniu przyczyny przyspieszenia, badanie proporcji tego przyspieszenia i dalszych okoliczności szczegółowych pozostawiając mechanikom i innym podrzędnym rzemieślnikom” (podkr. K. R.)³⁷.

Zjawisko spadku swobodnego było przedmiotem badań na długo przed Galileuszem. Stanowiło ono integralną część arystotelesowskiej

³⁶ Ibidem. s. 119.

³⁷ Galileusz: Dialog..., s. 176.

nauki o ruchu naturalnie przyspieszonym. Odkryto w nim też „prawo natury”, lecz całkiem innego typu niż to, które odkrył Galileusz. Polegało ono na wykazaniu przeciwieństwa „naturalnego ruchu elementów” w stosunku do ruchu ciał niebieskich i „ruchu wymuszonego” oraz na wskazaniu opozycyjnych uwarunkowań przyspieszenia. Dopiero z chwilą, gdy zmienił się pogląd na to, co w naturze „rozumne” i istotne, a przez to ogólne, stało się możliwe w codziennych i znanych zjawiskach przejawianie się innego rodzaju praw. Jeżeli w miejsce zasady przeciwieństw rozumną architekturą przyrody stała się matematyka, to poznanie znanego już „ruchu naturalnie przyspieszonego” jest równoznaczne z matematycznym, tj. ilościowym określeniem proporcji przyspieszenia. Dokonywana przez Galileusza programowa krytyka poszczególnych konstrukcji arystotelesowskiego przyrodoznawstwa prowadziła do ujawnienia w nich wielu problemów, które w arystotelesowskim paradygmacie nauki były pomijane, bądź w ogóle nie były widoczne.

Podejmując badanie arystotelesowskiego zjawiska naturalnego Galileusz postępuje się starą – także arystotelesowską – zasadą prostoty działań natury. Tylko że wraz ze zmianą programu przyrodoznawstwa, polegającą na matematyzacji tej natury, inne jej właściwości stały się widoczne i ważne. Inaczej również interpretowana jest zasada prostoty. Jakkolwiek można sobie wyobrazić dowolny rodzaj ruchu i opisywać przebieg jego prędkości, to przecież za naturalny uznać trzeba ten ruch, w którym przyrost prędkości jest „najprostszy i dla każdego zrozumiały”. Tak więc „do badania ruchu naturalnie przyspieszonego doprowadziła nas, jakby ręką, uważna obserwacja nawyków i urządzeń natury, we wszystkich jej sprawach, przy których prowadzeniu stara się ona stosować najprostsze i najłatwiejsze środki”³⁸. Że zaś w matematyce „badając ściśle, nie znajdziemy żadnego dodatku lub przyrostu, prostszego niż taki, który zachodzi wciąż jednakowo”³⁹, to ruch „naturalnie przyspieszony” musi być ruchem jednostajnie przyspieszonym. Wraz z tym określeniem dane już są w zasadzie wszystkie własności matematyczne „ruchu naturalnie przyspieszonego”. Można więc udowodnić, że „Jeśli ciało, wychodząc ze spoczynku spada ruchem jednostajnie przyspieszonym, to drogi przebyte w jakichkolwiek czasach, są do siebie w podwójnym stosunku czasów, tj. w stosunku kwadratów czasów”⁴⁰.

3. Na ustaleniu tych proporcji kończy się zadanie „podrzednego rze-

³⁸ Idem: *Rozmowy...*, s. 119.

³⁹ Ibidem, s. 129.

⁴⁰ Ibidem. Twierdzenie II.

mieślnika". W analogicznym momencie skończyło się zadanie Ptolemeusza. W tym miejscu skończyłoby się także zadanie Galileusza, gdyby matematyka pozostała – jak w okresie poprzedzającym wiek XVII – podrzędną tylko umiejętnością, a nie stała się programem przyrodoznawstwa.

Jednakże z chwilą, gdy właśnie się nim stała, powstał problem odnalezienia dla niej przedmiotu, który ma być przez nią opisywany i który ona opisuje – problem jej fizycznej interpretacji. Bez tej interpretacji galileuszowa nauka o ruchu naturalnie przyspieszonym byłaby tylko fragmentem teorii ciągów matematycznych, obecnie interesującym jedynie ze względu na malowniczość swych matematycznych konstrukcji⁴¹. Galileusz odkrył prawa spadku swobodnego badając „przyrodę”, a nie przestrzeń i liczbę. „Przyrodnicza”, a nie czysto matematyczna konieczność przekształciła pewien wycinek matematyki w prawo fizyki. Ona to sprawiła, że spośród wielu znanych Galileuszowi konstrukcji matematycznych ta właśnie zyskała prawo opisu pewnego zjawiska „przyrodniczego” – status prawa przyrody. Pozamatematyczny – fizyczny – charakter praw spadku zostaje utwierdzony poprzez określenie dziedziny ich realizacji w przyrodzie, jednakże dziedzina ta stanowi kolejny problem. Interpretacja jakiej dokonuje Galileusz nie ma bowiem nic wspólnego z interpretacją empiryczną. Jest ona równie nieempiryczna jak samo odkrycie tych praw i jak ono dokonywana jest na zastanych przez Galileusza arystotelesowskich konstrukcjach teoretycznych dotyczących przyrody, nie zaś na faktach empirycznych.

Galileuszowe prawa spadku nie odnoszą się do wszystkich w ogóle ciał. Nie są to prawa przesunięć wszelkich brył w przestrzeni geometrycznej. Galileusz ma na myśli „nie ciała dosłownie najlżejsze, to jest takie, które pozbawione są wszelkiej ciężkości i z natury swej unoszą się w górę, ale takie, które (...) mają pewną nieznaną ciężkość”⁴². Tak więc eter, ogień – a do czasów powstania „Rozmów” i powietrze – nie są przedmiotami, do których stosowałyby się prawa spadku. Nie należy utożsamiać galileuszowych formuł – jako praw fizycznych – z ich późniejszymi interpretacjami. Odnoszą się one bowiem przede wszystkim do arystotelesowskich „pierwiastków ciężkich”. Galileuszowe prawa spadku poza

⁴¹ Galileusz rozwiązuje bowiem problem obliczania zarówno całek, jak i pochodnych niektórych funkcji niższego stopnia. Czyni to poprzez przekształcenie ich w konstrukcje czysto geometryczne, do których sprowadza nawet zagadnienia rozwiązywalne wówczas w dużo prostszy sposób, tj. arytmetycznie.

⁴² Galileusz: *Dialog...*, s. 219.

samą formułą matematyczną nie mają więc nic wspólnego z tym, co później sformułował Newton. Odmienność ta, coraz silniej uwidaczniająca sens galileuszowskiej dynamiki, staje się jeszcze wyraźniejsza gdy zwrócić uwagę na pozostałe cechy „proporcji spadku swobodnego ciała” jako praw fizyki. Prawa te, jakkolwiek obrazem ich przejawiania się jest już przestrzeń euklidesowa, nie obejmują jej przecież w całości. W porównaniu z jej nieskończonymi wymiarami obszar zastosowania proporcji spadku jest doprawdy znikomy – jest nim bowiem wnętrze „sfery księżycowej”, tj. sfera podksiężycowa. Mówiąc zaś już całkiem precyzyjnie, jest to ten obszar, który arystotelizm wykreślił z całej „przestrzeni fizjologicznej” i zarezerwował dla przedmiotów podlegających zmianom. Występujące w nim przedmioty, w tym zwłaszcza „elementy”, utraciły na skutek zmiany poznającego je rozumu wszystkie swoje opozycyjne i „podobieństwowe” powiązania. Także i one same uległy w większości rozkładowi do swoich znaczących elementów poprzez dyskryminację i odrzucenie syntetyzujących je relacji. Po całej gruntownej ich krytyce wylaniają się one jednak na nowo, pojawiając się jako wyodrębnione i powiązane przez całkiem inny zespół reguł, teraz już czysto logicznych i matematycznych. W ten sposób, stając się przedmiotami nowymi, zyskują dla matematycznego rozumu wymiar przedmiotów w ogóle.

Rozważmy tę kwestię na konkretnym przykładzie. Szczególnie pod tym względem ciekawy jest problem kierunku oddziaływania praw spadku swobodnego. Okazuje się, że w Galileuszowej dynamice dwie linie pionowe nie są ani do siebie równoległe, ani też nawet nieskończone. Wszystkie one przecinają się w punkcie stanowiącym środek Ziemi, ich kresem natomiast jest sfera księżycowa. Po tak wykreślonych torach odbywa się naturalny ruch ciężaru spadającego. Jest to ruch prosty. Kierunek zaś jego wyznaczony jest tylko przez środek Ziemi, do którego – jako do swego naturalnego miejsca – poruszają się wszystkie rzeczy ciężkie. Galileusz oblicza nawet czas, „który zużyłoby ciało ciężkie spadając ze sfery księżycowej aż do środka Ziemi”⁴³. Umieszcza to ciało na Księżycu i „za pomocą najbardziej przekonującej metody” określa czas spadku na 3 godziny, 22 minuty i 4 sekundy. Za podstawę obliczeń przyjmuje „fakt”, że kula żelazna „jak to wykazały niejednokrotnie doświadczenia, spada z wysokości stu łokci w ciągu pięciu sekund”⁴⁴, oraz proporcje przy-

⁴³ Ibidem, ss. 241 - 243.

⁴⁴ Ibidem, s. 242. Wynik tych niejednokrotnych doświadczeń jest przy tym ponad dwa razy większy od rzeczywistego. Jeśli pominie się opór powietrza, w ciągu pięciu sekund ciało przebędzie drogę 122,5 m., tj. około 200 łokci.

spieszenia, przy czym droga jest wprost proporcjonalna do kwadratu czasu. Podany przez Galileusza przykład nie mógł być i nie był wynikiem empirycznej interpretacji proporcji przyspieszenia. Empiryczny wynik spełnia tu tylko rolę warunku początkowego, podstawionego do całkiem nieempirycznie zinterpretowanego prawa. Niemniej jednak jest to rezultat prawdziwy. Tyle tylko, że nie w „empirycznym” świecie, ale w takim, w którym ciała umieszczone na Księżycu spadają ruchem naturalnym aż do środka Ziemi. Nadto w badanym przez Galileusza świecie przyspieszenie wcale nie zależy od odległości od środka Ziemi, ciała niebieskie zaś nie są ciałami ciężkimi i jako takie nie mogą stanowić miejsc naturalnych dla ciał ciężkich. Jakkolwiek dla Galileusza środek Ziemi to nie środek Wszechświata, ale całkiem przypadkowy punkt euklidesowej przestrzeni, i – podobnie – racją, dla której ciała ciężkie ruchem naturalnym poruszają się do tego punktu, nie jest ich antypatia do pozostałych elementów, ani żadna inna arystotelesowska przyczyna, to jednak układ, w którym przejawia się działanie matematycznych już teraz praw spadku, pozostaje ten sam co u Arystotelesa. Układ ten jest przez Galileusza na nowo, w matematycznie racjonalny sposób utwierdzany. Radykalne odrzucenie programu arystotelesowskiego przyrodoznawstwa nie powoduje równie radykalnego odrzucenia ukonstytuowanych na jego podstawie przedmiotów. Powoduje ich destrukcję, ale ich nie znosi. Są to bowiem jedyne przedmioty, jakie nowo powstały rozum znajduje w polu swego widzenia. Czyni je tylko nieznanymi. Niemożność zaakceptowania ich w takiej postaci, w jakiej wytworzyło je przedmatematyczne przyrodoznawstwo, stwarza konieczność ich ponownego ukonstytuowania zgodnego z nowym programem nauki, czyli odnalezienia w nich racjonalnego porządku. Podejmując badanie przyczyn spadku ciał ciężkich, Galileusz odrzuca wyjaśnienia proponowane przez arystotelików, choć ich gama wcale nie jest wąska, bowiem „jedni odnosili to do zbliżania się do środka, inni znów do oporu otaczającego ośrodka”. Wszystkie te rozwiązania opierają się bezpośrednio lub pośrednio na zasadzie przeciwieństw. Nawet opór otaczającego ośrodka zależy od działania dwóch par opozycyjnych jakości: ciepła i zimna, wilgoci i suchości; do nich bowiem sprowadzają się wszelkie pozostałe własności ciał, w tym także ciężar i lekkość oraz miękkość i twardość⁴⁵. Do układu tych dwu par opozycyjnych jakości redukują się także wszystkie, również opozycyjne oddziaływania powinowactw sympatii i antypatii. Od wyjaśniania przyczyny

⁴⁵ Arystoteles: O powstawaniu i ginięciu..., ss. 53 - 60; idem: Meteorologia. O świecie. Warszawa 1982, ss. 112 - 132.

spadku Galileusz wymaga przede wszystkim matematycznej poprawności. Musi ono przede wszystkim pozwalać na ustalenie ogólnych praw wyrażających się formułami tożsamościowymi, dającymi możliwość snucia matematycznych wnioskowań w nieskończoność. Przyczyna spadku musi spełniać ten podstawowy warunek, że zachowuje matematyczny charakter proporcji przyspieszeń, tj. to, że „osiąganie stopni prędkości przez kamień spadający, od chwili wyjścia ze spoczynku, następuje w tym samym porządku, jak zmniejszanie się lub strata tychże stopni przy podrzucaniu go siłą popychającą w górę do tej samej wysokości”. Jednakże, zdaniem Galileusza, te same wysokości nie są wcale wyznaczone przez tę samą płaszczyznę, ale przez kulę. Galileusz jako fizyk nie bada bowiem przestrzeni, lecz naturę. Określając sposób działania przyczyny spadku, nie wyciąga on tylko matematycznych konsekwencji z praw „proporcji spadku”, ale „**Przyjmuje** (podkr. K. R.), że stopnie prędkości nabytych przez toż samo ciało, przy różnych nachyleniach równi pochytych są sobie równe, skoro wysokości tych równi są równe” – przyjmuje zatem coś, co dyktuje mu badany przedmiot (przyroda), a nie sama matematyka. Galileusz na nowo zaczyna wyprowadzać matematyczne wnioski, „ale przedtem, dla geometrycznego dowodzenia, ważnym jest wprowadzenie jednego twierdzenia pomocniczego”⁴⁶. Twierdzenie to nie jest twierdzeniem matematycznym, ale twierdzeniem dotyczącym budowy przyrody badanej przez matematyka. Głosi ono, że na płaszczyźnie poziomej „ciało znajduje się w stanie obojętnym, tak dla ruchu jak i dla spoczynku i samo przez się nie ma skłonności do poruszania się w którąkolwiek stronę i nie stawia żadnego oporu ruchowi (...), **ponieważ jest niemożliwym, aby ciało ciężkie lub zespół takich ciał, sam przez się podnosił się w górę, oddalając się od wspólnego środka (*commune centro*), do którego dążą wszystkie rzeczy ciężkie** (podkr. K. R.), to niemożliwym jest także, aby się samo przez się poruszało, jeżeliby przy takim ruchu jego własny środek ciężkości nie zbliżał się do wzmiankowanego wspólnego środka”⁴⁷. Na podstawie tego twierdzenia Galileusz określa płaszczyznę, na której ciało ciężkie „w sposób naturalny” pozostawać będzie w spoczynku, tj. taką, na której przyczyna jego ruchu naturalnego nie ujawni się. Jest to, rzecz jasna, „płaszczyzna pozioma”, oznaczająca tu jednak „pewną powierzchnię, wszędzie równo oddaloną od środka i dlatego nie mającą żadnego nachylenia”⁴⁸. Podkreślić trzeba, że dla Galileusza istniał we

⁴⁶ Galileusz: *Rozmowy...*, s. 134.

⁴⁷ *Ibidem*, s. 135.

⁴⁸ *Ibidem*.

Wszechświecie tylko jeden taki „wspólny środek” – środek Ziemi.

4. Badając przyczyny „ruchu naturalnie przyspieszonego elementu ważkiego”, Galileusz hipotez nie wymyślał. Jakkolwiek ze względów programowych („rozumowych”) odrzucał przyczyny arystotelesowskie, to jednak „odkryty” przez niego⁴⁹ „impet, energia, moment lub skłonność ciała do ruchu” do jego miejsca naturalnego, dzięki której „spadające ciało ciężkie kieruje się, jako do końcowego punktu swego ruchu, do środka Ziemi”⁵⁰, jest arystotelesowską „energiją” elementów ciężkich, ujętą w karby matematycznej poprawności.

Rozważany przez Galileusza świat, który z geometrycznej płaszczyzny czyni kulę, nie jest więc światem ani empirycznym, ani też światem późniejszej fizyki. Żadnego z tych światów nie badał Galileusz czyniąc „odkrycia” stanowiące podwaliny nowożytnej nauki. Badał on koncentryczny świat arystotelesowski, w którym ciała ważkie ruchem naturalnym poruszają się do swego naturalnego miejsca w środku Ziemi, i choć wyeliminował z niego wszystkie „trudne do przyjęcia” i czyniące go „nierozumnym” powiązania opozycyjne, to przecież zachował panujący w tym świecie układ elementów znaczących. Dokonane przez Galileusza „odkrycia” sprowadzają się więc do powiązania tego badanego układu elementów znaczących matematycznie rozumnymi relacjami. Przeprowadzana w ten sposób – tj. na podstawie matematycznego programu nauki – rekonstrukcja przednaukowego Kosmosu pokrywa się jednocześnie z „odkrywaniem” rozumnego świata nowożytnej fizyki.

Uwagi końcowe

Krytyka, jakiej Galileusz poddał arystotelesowskie przyrodoznawstwo, skierowana była przeciwko jego zasadom. Efektem jej było odrzucenie arystotelesowskiego programu nauki. Wraz z tym odrzuceniem uległy destrukcji wszystkie ustalone przez arystotelizm powiązania pomiędzy poszczególnymi przedmiotami. Rozkładowi poddane zostały także same przedmioty. Nierozumnym bowiem okazało się zarówno ich wyodrębnianie za pomocą zasady przeciwieństw, jak i ich powiązanie na zasadzie podobieństwa. W rezultacie krytyki arystotelesowska przyroda – przedmiot dociekań zarówno Arystotelesa, jak i szesnastowiecznych alchemików, astrologów, biologów i lekarzy – pozbawiona została swego racjonalnego szkieletu – swej „natury”.

Ukonstytuowane przez wcześniejsze teorie przedmioty utraciły na skutek zmiany stanowiącego poznający je rozum programu nauki wszy-

⁴⁹ Ibidem.

⁵⁰ Galileusz: Dialog..., s. 177.

stkie swoje powiązania i różnice, czyniące z nich rozbudowaną przyrodę. Także i one same, skutkiem dyskryminacji i odrzucenia syntetyzujących je relacji, uległy rozkładowi aż do swych elementów. Mimo jednak całej gruntownej krytyki wyłaniają się one przecież na nowo. Pojawiają się jako wyodrębnione i powiązane przez zupełnie inny zespół reguł. W ten sposób, stając się przedmiotami dla całkiem innego rozumu, stają się także nowymi przedmiotami. W przypadku odkrytych przez Galileusza praw dynamiki, zarówno problemy wymagające badania, jak i obszar, do którego stosują się ich rozwiązania, wykrojone zostały ze świata stworzonego przez wcześniejszą, opartą na arystotelesowskim programie nauki „fizjologię”. Galileusz, poddając ten świat matematycznym badaniom i interpretując stosownie do niego czysto matematyczne konstrukcje, tworzył jakościowo całkiem nowy obraz świata. Zmuszony był jednak zachować wyodrębniony według całkowicie odmiennych reguł układ znaczących cech i przedmiotów. Rzecz w tym, że stanowiące nowy program nauki czysto matematyczne konstrukcje nie były interpretowane na jakimkolwiek „empirycznym świecie”, ale na wcześniej wypracowanych rozwiązaniach, tworząc w ten sposób niedościgniony pozór obserwacyjnej interpretacji. Interpretacji, której reguł nie udało się ustalić od czasów Carnapa⁵¹ aż po T. S. Kuhna „Raz jeszcze o paradygmatach”⁵². Pozór polega zaś na tym, że powstające teorie i prawa nie są interpretowane na jednym i tym samym świecie empirycznym, ale na historycznie zastanych konstrukcjach teoretycznych.

Galileuszowa przyczyna ruchu naturalnie przyspieszonego nie była eksperymentalnie odkrytą siłą natury, lecz matematycznie rekonstruowaną arystotelesowską *physis* elementów ciężkich. Również ustalony przez Galileusza punkt, do którego kierują się wszystkie ciała ważkie, nie był zaobserwowanym kresem ruchu kamieni, ale arystotelesowskim środkiem sfery elementarnej przeniesionym w izotropową przestrzeń euklidesową.

Oddziaływanie arystotelizmu na tworzące się w XVII wieku zręby nowożytnego przyrodoznawstwa było – pomimo krytyki, jakiej ten system został poddany – bardzo głębokie. To właśnie arystotelesowski model świata wyznaczał bowiem całe pole możliwych przedmiotów badań, przedmiotów na pozór niezrozumiałych i „nierozumnych”, ale w XVI i XVII wieku w wielu dziedzinach znajdujących się w polu widzenia mate-

⁵¹ R. Carnap: Sprawdzalność i znaczenie, [w:] idem: Filozofia jako analiza języka nauki. Warszawa 1969, ss. 68 - 174.

⁵² T. S. Kuhn: Dwa bieguny. Warszawa 1985, ss. 406 - 440.

matycznego przyrodoznawstwa – jedynych, które dostępne były naukowemu badaniu. Tej twórczej i odkrywczej roli krytykowanego arystotelizmu nie mogły spełnić i nie spełniały skonstruowane przez aleksandryjskich mechanicyków fragmentaryczne teorie fizyczne. Zbudowane zgodnie z matematycznym modelem nauki spójne modele przyrody (np. atomizm) nie stawiały przed matematycznym rozumem żadnych problemów. Można było tylko się z nimi zgodzić lub co najwyżej logicznie je uporządkować, jak czynił to między innymi Galileusz; nie można jednak było w nich odkryć niczego nowego. W przeciwieństwie do nich, pełna nieporządku i „nierozumna” dla nowego wzorca naukowej racjonalności „fizjologiczna” przyroda stanowiła dla całego XVII wieku niewyczerpany obszar możliwych racjonalizacji. Poprzez swą strukturalną odmienną arystotelesowską filozofia przyrody dostarczała matematycznemu rozumowi zupełnie odmiennych przedmiotów i zachodzących między nimi związków, możliwych do ponownego ustanowienia w sposób zgodny z wewnętrznymi wymogami matematycznej racjonalności. Tworzące się przyrodoznawstwo, poprzez programową krytykę zastanych koncepcji, ujawniło dla siebie niezmierny obszar wymagający dopiero naukowych badań. Odkrywczość galileuszowej krytyki prowadzonej na poziomie zasad polegała właśnie na tym, że dzięki spojrzeniu na znane od dawna przedmioty (trójwymiarowość świata, ruch naturalnie przyspieszony, kołowe tory obiegu planet itd.) przez pryzmat nowego programu nauki ukazywała je jako wymagające ponownego gruntownego zbadania.