Hellenistyczna metoda naukowa
Autor tekstu: **Lucio Russo**

Tłumaczenie: **Ireneusz Kania**

Wybór hipotez. „Matematyka" i „fizyka"

Wyróżnione przez nas kryterium wyboru hipotez, tzn. „ocalanie zjawisk", jest z pewnością zasadnicze, lecz nie determinuje jednoznacznie hipotez. Powróćmy do przykładu ruchu: jak zauważa Euklides, te same *fainómena* można „ocalać" rozmaitymi hipotezami mówiącymi, które ciała są w rzeczywistości nieruchome, a które są w ruchu — hipotezami, jakie można wyprowadzać z tych samych wrażeń wzrokowych. Uwaga ta doprowadzi do myśli, że można swobodnie wybierać układ odniesienia, poprzedza ona jednak samo pojęcie układu odniesienia. Hipotezy o stanie ruchu ciał, sformułowane wszak przy użyciu czasowników ruchu potocznego języka, początkowo mogły się odnosić tylko do ruchu „absolutnego", to zatem, co nam wydaje się swobodą wyboru układu odniesienia, jawiło się jako równomocność sprzecznych hipotez. Tak więc epistemologiczna waga przykładu była o wiele większa, niż może nam się dziś wydawać.

Sekstus Empiryk twierdzi, że wypada zawiesić sąd co do tego, które ciała są w rzeczywistości nieruchome, i także chyba w tym wypadku powtarza pogląd wyrażony już przez Herofilosa, jak bodaj można wywnioskować z poniższego świadectwa Galena:

"On [Herofilos] będzie wyrażał wątpienie również inaczej, czyniąc takie oto rozróżnienia: ’widzący ma doznanie tego, co widziane: będąc nieruchomym, przedmiotu nieruchomego, albo, będąc w ruchu, przedmiotu nieruchomego; albo, będąc w ruchu, przedmiotu w ruchu, albo też, będąc nieruchomym, przedmiotu w ruchu'. Następnie wykazując, że nieprzekonujące jest objaśnianie postrzeżeń według żadnego ze stwierdzeń powyższych, neguje naszą możliwość widzenia w jakikolwiek bądź sposób".

Galen najwidoczniej opacznie rozumie swe źródło, przypisując Herofilosowi wypowiedź niedorzeczną.

Jeśli dwie różne i jawnie niezgodne z sobą hipotezy (jak ta, że Słońce jest nieruchome albo że się porusza) mogą stanowić dobre punkty wyjścia dla teorii różnych, lecz równomocnych, to oczywiście nie można do takich hipotez odnosić zwykłego pojęcia „prawdy". Jedyne kryterium oceny hipotez — weryfikowalność wniosków — pozwala jako równomocne przyjmować hipotezy całkiem różne. Oczywiście, we wszystkich epokach starożytności wyznawano (mamy w tym względzie obszerną dokumentację) wiele bardziej „tradycyjnych" koncepcji prawd naukowych, ale w okresie hellenistycznym wysunięto także tę wyżej opisaną, udokumentowaną w licznych dziełach.

Na przykład Diogenes Laertios, przedstawiając dwa spośród pięciu tropów, za pomocą których sceptyk Agryppa zawieszał sąd, pisze:

"Trzeci trop, dotyczący względności spostrzeżeń, wykazuje, że żadnej rzeczy nie można poznać taką, jaką jest ona sama w sobie, lecz zawsze w jej odniesieniu do innej, skąd wynika, że nic nie jest poznawalne. Czwarty trop, dotyczący nieudowodnionych założeń, odnosi się do przypadków, gdy jakaś szkoła twierdzi, że pierwsze zasady rzeczy trzeba przyjąć jako pewne i nie wymagające już dla siebie dowodu; to zaś jest nieuprawnione, bo równie dobrze można by przyjąć założenia wręcz przeciwne".

Punktem istotnym nie jest tutaj sceptyczny pogląd Agryppy, lecz to, że w jego przeświadczeniu powszechnie przyjmowana była idea, iż postulowanie czegoś nie musiało znaczyć uważania tego za prawdę.

Epikur zdaje się antycypować tę samą postawę metodologiczną, kiedy pisze, że ktoś wolący raczej jedno wyjaśnienie przyczynowe niż drugie, tak samo zgodne ze zjawiskami (*fainómena*), popada w myślenie mityczne.

Opisywaną przez nas dotychczas metodę naukową, opartą w szczególności na wyborze hipotez zdolnych „ocalać zjawiska" i na metodzie dowodowej (oraz konstruktywnej), w pewnej mierze stosowano również w medycynie, ale w dyscyplinach takich jak geometria, optyka, hydrostatyka czy astronomia całkowicie panowała już jednolitość metodologiczna. Do opisanego przez nas wyżej jednolitego korpusu wiedzy nie da się zastosować nowożytnego rozróżnienia na dyscypliny fizyczne i matematyczne. Ponieważ trudno jest uwolnić się od nawyku mechanicznego stosowania kategorii nowożytnych, nigdy nie dość podkreślania faktu, że teorie rozwinięte na przykład w rozprawach Archimedesa *O ciałach pływających* i *O równowadze płaszczyzn*, czy w *Optyce* Euklidesa, nie tylko instrumentalnie stosują pojęcia i rezultaty geometrii, lecz stanowią zbiór teorematów opartych na postulatach hydrostatyki, statyki i optyki, dokładnie tak jak *Elementy*, najsłynniejsze dzieło Euklidesa, jest zbiorem teorematów opartych na postulatach geometrii. Z drugiej strony, jakkolwiek to prawda, że dzieła z zakresu statyki czy optyki wykazują ścisły związek z konkretnymi czynnościami, jak używanie wagi czy przyrządów optycznych w rodzaju przeziernika lub astrolabium, to przecież dokładnie ten sam stosunek zachodzi, jak widzieliśmy, między geometrią euklidejską a praktyką rysowania za pomocą przymiaru i cyrkla.

Mniej więcej ściśle możemy powiedzieć, że pierwotną nazwą jednolitej wiedzy, jaką się tu zajmiemy, była *he mathematake* (albo, używając formy liczby mnogiej rodzaju nijakiego, *ta mathematika*). Zastąpić termin grecki słowem „matematyka", któreśmy zeń wywiedli, możemy jedynie umieszczając je w cudzysłowie i nie zapominając, że sens owego terminu głęboko się zmienił. W istocie zmienił się dwukrotnie: jego znaczeniem pierwotnym, pochodzącym od czasownika *manthanó* (uczę się) i rzeczownika *máthema* (przedmiot nauki, studiów), było „wszystko to, co jest studiowane". Jeszcze Platon używa tego terminu w tym sensie, w szkole pitagorejskiej zaś „matematykami" byli stanowiący odrębną grupę adepci najgłębszej wiedzy. Następnie ukształtował się nowy sens terminu „matematyka", zaświadczony od czasów Arystotelesa i później, na oznaczenie korpusu wiedzy cechującego się zdecydowaną spójnością metodologiczną — o wiele szerszego od matematyki w naszym dzisiejszym rozumieniu, ale ograniczonego w stosunku do pierwotnego sensu.

Źródło tego drugiego sensu terminu „matematyka" tak pod koniec III w. objaśnia Anatolios:

"Dlaczego matematyka tak właśnie jest nazywana? Perypatetycy twierdzący, że retorykę, poezję i popularną muzykę można uprawiać nawet nie studiując ich, za to nikt nie potrafi pojąć rzeczy nazywanych matematyką bez uprzedniego ich studiowania — odpowiadają, że z tego właśnie powodu teoria tych spraw nazywana jest matematyką".

Wypada stąd wnioskować, że przynajmniej według tego ciekawego, przytoczonego przez Anatoliosa poglądu perypatetyków, matematyka nosi tę nazwę, ponieważ trzeba ją studiować.

Ażeby dać wyobrażenie o stosowaniu tego terminu w epoce hellenistycznej przypomnijmy, że w dialogu Plutarcha *O obliczu widniejącym na tarczy księżyca* (który jest ważnym źródłem o nauce hellenistycznej), wielokrotnie (mówiąc dokładniej — dziewięć razy) wspomina się o „matematykach" i „matematyce", a jeden z uczestników dialogu, Menelaos, przedstawiony jest jako matematyk. Wszystkie argumenty, przytaczane w dialogu jako matematyczne, należą do optyki albo astronomii. Zresztą również dzieło astronomiczne Ptolemeusza, dziś bardziej znane pod arabską nazwą *Almagest*, pierwotnie nosiło tytuł *Traktat matematyczny* (*mathematike syntaksis*).

Ok. 200 r. Sekstus Empiryk napisał dzieło *Prós mathematikous* (*Przeciw matematykom*). Rozpadało się ono na sześć rozdziałów, zatytułowanych kolejno *Przeciwko gramatykom*, *Przeciwko mówcom*, *Przeciwko geometrom*, *Przeciwko arytmetykom*, *Przeciwko astronomom*, *Przeciwko teoretykom muzyki*. Dla Sekstusa „matematyka" miała oczywiście sens bardzo szeroki. Poza tym pewne wypowiedzi z zakresu gramatyki i muzyki nazywa on teorematami (*theóremata*).

Proklos przytacza dwie klasyfikacje „nauk matematycznych": dawną, „pitagorejską" (pochodzącą od Archytasa), wedle której matematyka dzieliła się na arytmetykę, geometrię, muzykę i astronomię, i klasyfikację Geminosa, która, co prawda uprzywilejowując dwie pierwsze dyscypliny, za części matematyki uważa arytmetykę, geometrię, mechanikę, astronomię, optykę, geodezję, teorię muzyki i sztukę rachunkową. Nie ma w każdym razie wątpliwości, że w skład starożytnej matematyki m.in. wchodziły również dzieła z zakresu geografii matematycznej i hydrostatyki. Stosownie do swej etymologii termin „matematyka" nie wskazuje na jakiś konkretny przedmiot studiów, lecz na opisaną przez nas, jednolitą metodę.

Ponieważ również „fizyka" jest terminem greckim, trzeba wyjaśnić, co wówczas rozumiano pod tym słowem. Od czasownika *fyó* (płodzę, rosnę) pochodzi rzeczownik *fysis* (w łacinie oddawany słowem *natura*), oznaczający wszystko, co żyje, wzrasta i szerzej — staje się; stąd przymiotnik *fysikós*, „naturalny". Terminy te pojawiają się systematycznie już w dziełach filozofów presokratejskich, z których wielu pisało poematy pt. *Peri fyseós*, czyli *O naturze*; z racji takich ich zainteresowań nazywano ich *fysiológoi* bądź *fysikoi*, które to określenia można by przekładać jako „fizjologowie" i „fizycy", i które jednak znaczą to samo, co „badacze przyrody" po prostu. Arystoteles, którego dzieła wywarły głęboki wpływ na terminologię średniowieczną i nowożytną, mówi wyraźnie o wiedzy fizycznej (*fysike episteme*); na ten temat napisał dzieło, którego zlatynizowany tytuł *Fizyka* jest bezpośrednim źródłem terminu współczesnego. Jednak fizyka Arystotelesa różni się głęboko od tak samo nazywanej nauki nowożytnej, zarówno w aspekcie swego przedmiotu (obejmującego nie tylko rośliny i zwierzęta, lecz także „pierwszego poruszyciela"), jak i metody.

Diogenes Laertios przyjjmuje — jako powszechnie uznawany - podział filozofii na trzy działy: fizykę (czyli dział przyrodniczy), etykę i logikę; podział ten przypisuje on pierwszym stoikom. Termin „fizyka" odpowiadał zatem naszej „filozofii przyrody".

Skoro zjawiska optyczne czy astronomiczne, badane przez matematyków, są z pewnością naturalne, wchodzą tedy w zakres zainteresowania „fizyków", czyli filozofów przyrody, to czymże różnią się oni od matematyków? Problem ten, z którym mierzył się już Arystoteles, jest podejmowany często w starożytności.

Na przykład Geminos wyjaśnia, że nie jest zadaniem optyki (którą włącza do dyscyplin matematycznych) badać prawdziwy zwrot rozchodzenia się promieni czy rolę powietrza albo eteru w przenoszeniu światła; są to najwidoczniej kwestie obchodzące filozofię przyrody.

Także od Geminosa pochodzi najbardziej obecnie interesujący dostępny fragment o stosunku między naukami matematycznymi i „fizyką" (filozofią przyrody); możemy go przeczytać, gdyż cytuje go pośrednio w swym komentarzu do Arystotelesa Symplicjusz:

"Aleksander [z Afrodyzji] przytacza ustęp ze streszczenia Meteorologika Posejdoniosa, sporządzonego przez Geminosa. Geminos, inspirując się poglądami Arystotelesa, mówi: 'Do dociekań fizyki należy rozważanie wszystkiego, co się tyczy substancji nieba i ciał niebieskich, ich mocy i jakości, ich powstawania i rozpadu (...). Astronomia zaś niczym takim się nie zajmuje (...). W wielu wypadkach astronomowie i fizycy zajmują się tymi samymi zagadnieniami, na przykład wielkością Słońca bądź kulistością Ziemi, ale podążają innymi drogami. W rzeczy samej jeden [fizyk] będzie wszystko wywodził z substancji [*ousia*] albo z mocy [*dynamis*], albo z tego, co w ogóle najlepsze, bądź z rodzenia i przemiany; za to drugi [astronom] — z odpowiednich figur bądź z wielkości albo z pomiarów ruchu i odpowiadającego mu czasu. W wielu sytuacjach fizyk uchwyci przyczynę znajdując siłę wytwarzającą, tymczasem astronom, zmuszony opierać się na tym, co zewnętrzne, nie potrafi celnie zaobserwować przyczyny (...).

Niekiedy [astronom] poprzez „hipotezę" [*hypóthesis*] znajduje sposób na ocalenie *fainómena* [*fainómena sózein*]. Dlaczego na przykład Słońce, Księżyc i planety zdają się poruszać nieregularnie? Jeśli założymy, że ich kołowe orbity są ekscentryczne, bądź że ciała niebieskie poruszają się po epicyklu, pojawiająca się nieregularność będzie ocalona i wówczas trzeba będzie zbadać, na ile różnych sposobów da się przedstawić *fainómena* (...)".

Trzeba zaznaczyć, że w czasach Symplicjusza terminy „matematyk" i „astronom" często bywały stosowane synonimicznie (może także pod wpływem tytułu dzieła Ptolemeusza); tuż przed powyższym ustępem Symplicjusz fizyce przeciwstawił „matematykę i astronomię".

Przytoczony przez Symplicjusza przykład astronomiczny, tzn. możliwość wyjaśniania tych samych ruchów obserwowalnych za pomocą mimośrodu bądź epicyklu, nasuwa na myśl teoremat dowiedziony już przez Apolloniosa z Perge, a później przez Klaudiusza Ptolemeusza w *Almageście*. Chodzi o rzecz następującą: jeśli punkt B porusza się ruchem kołowym jednostajnym wokół punktu A, trzeci zaś punkt C porusza się z kolei ruchem kołowym jednostajnym wokół B (biegnąc po tzw. epicyklu), to w przypadku szczególnym, gdy dwa ruchy mają tę samą prędkość kątową, ruch wypadkowy nadal może być kołowy jednostajny, lecz ze środkiem różnym od A. Tak więc ten sam ruch można opisywać na dwa różne sposoby: twierdząc, że C porusza się po orbicie kołowej ekscentrycznej względem A, bądź że się porusza po epicyklu. Z naszego punktu widzenia są to po prostu dwa różne opisy tego samego ruchu, ale dla Geminosa były to dwie różne hipotezy o rzeczywistych ruchach.

Zacytowany fragment jasno zarysowuje zasadniczą cechę „matematyka" (bądź „astronoma"): jego ograniczanie się do znajdowania „hipotez" zdolnych ocalać zjawiska, rezygnując z prawdy absolutnej, której poszukiwanie odstąpiono filozofowi przyrody (nazywanemu wówczas „fizykiem"). Jak już widzieliśmy, jest to nieunikniona konsekwencja metody naukowej (albo „matematycznej", jak by wtedy powiedziano): jeśli mianowicie dwie teorie, oparte na różnych hipotezach, są równie spójne i równie dobrze wyjaśniają zjawiska, wybór między nimi, nie mogąc opierać się ani na metodzie dowodowej, ani na obserwacji, nie może wchodzić w zakres kompetencji uczonego jako takiego. Nie znaczy to, iżby naukowcy musieli wykluczać istnienie prawd absolutnych czy wyjaśnień całościowych, które mogą oni przyjmować akceptując tezy właściwe filozofii przyrody. Jednakże metoda naukowa, jednocząca uczonych poza obrębem rozmaitych możliwych wyborów filozoficznych, ma cel inny: wytwarzanie schematów teoretycznych użytecznych do opisywania zjawisk i rozwijania techniki.

Wszystko to było dość jasne jeszcze dla Tomasza z Akwinu, który, przejmując od Symplicjusza przeciwstawienie między „fizyką" i „astronomią" oraz przykład z mimośrodami i epicyklami, pisze:

"Zwykle przytaczamy dowody na dwie rzeczy: pierwsze, by przekonywająco udowodnić jakąś zasadę; tak np. astronomia [w oryg. *physica* - przyp. tłum. IK.] podaje dostateczne dowody na jednostajną szybkość ruchu nieba; drugie, nie by przekonywająco udowodnić zasadę, ale założywszy ją, przytacza się dowody, by wykazać zgodność wypływających skutków; tak np. astronomia podaje teorię biegów ciał dokoła ziemi i epicykli po to, by nią tłumaczyć wyraźne dane zmysłów o ruchach ciał niebieskich. Aliści teoria ta wcale nie dowodzi przekonywająco; dane te mogłaby nawet z lepszym powodzeniem wytłumaczyć jakaś inna teoria".

Tomasz z Akwinu oczywiście używa słowa fizyka jeszcze w sensie klasycznej filozofii przyrody. Zna jeszcze starożytną metodę naukową, lecz rezygnacja antycznej nauki z jednoznacznego określania prawdziwych zasad pierwszych przypieczętowuje w jego oczach jej niższość względem filozofii przyrody i teologii.

Nauka hellenistyczna a metoda doświadczalna

Występowanie metody eksperymentalnej w nauce greckiej wielokrotnie potwierdzano, a jeszcze częściej negowano. Spośród uczonych jawnie nie podzielających przekonania, iż metoda doświadczalna jest nowością w nauce nowożytnej, wymieńmy Neugebauera, który napisał:

"Gdyby jednak nowożytni uczeni poświęcili Galenowi czy Ptolemeuszowi tyle uwagi, co Platonowi i jego zwolennikom, doszliby do konkluzji nieco innych i nie wymyśliliby mitu o ostentacyjnej predylekcji tzw. ducha greckiego do rozwijania teorii naukowych z pomijaniem eksperymentów bądź weryfikacji empirycznej".

Z poglądem tym Neugebauer znalazł się raczej w mniejszości, jeśli jednak przesuniemy naszą uwagę z Galena i Ptolemeusza, intelektualistów epoki cesarskiej, jeszcze dalej, na uczonych hellenistycznych, jak Herofilos i Hipparch, możemy dojść do wniosków jeszcze drastyczniejszych niż Neugebauer.

Jest oczywiste, że sąd co do ewentualnej obecności metody doświadczalnej w nauce hellenistycznej zależy od naszej definicji „metody doświadczalnej". Jeżeli przez wyrażenie to rozumiemy po prostu systematyczne gromadzenie danych empirycznych uzyskanych drogą bezpośredniej interwencji uczonego, to narodziny eksperymentu rysują się — nawet w świetle naszych skąpych źródeł — nie tylko w naukach fizyczno-matematycznych, lecz również w anatomii, fizjologii i w innych naukach empirycznych, jak zoologia czy botanika; w dziedzinach tych zasób informacji pochodzących od hodowców i rolników zaczynają dopełniać eksperymenty wykonywane w celowo wybranych miejscach (jak zoo Ptolemeuszy czy ogrody poświęcone takim właśnie celom przez dynastię pergameńską).

Jeśli istotnej cechy metody doświadczalnej upatrujemy w pomiarach ilościowych, to trzeba zauważyć, że systematyczne stosowanie takich pomiarów było przez liczne stulecia czymś stałym w astronomii, oraz że wyłączając astronomię obserwacyjną z nauk eksperymentalnych ryzykujemy również pozbawienie dynamiki Newtonowskiej jej bazy eksperymentalnej. Z drugiej strony, we wczesnym hellenizmie pomiary ilościowe rozciągnięte zostają nie tylko na dziedziny takie jak mechanika czy optyka, lecz również na nauki medyczne i biologiczne, o czym świadczy systematyczne stosowanie przez Herofilosa zegara wodnego w jego studiach nad pulsem czy wagi przez Erasistratosa w doświadczeniach fizjologicznych.

Jeśli przez metodę doświadczalną rozumieć obserwację w sztucznie wywołanych warunkach, to najbardziej znaczących jej przykładów dostarcza być może pneumatyka i konstruowanie w jej obrębie poglądowych urządzeń eksperymentalnych; można też przytoczyć inne przykłady z innych dziedzin.

Von Staden, analizując pięć eksperymentów wykonanych w III w. przed Chr. na polu medycyny, dostrzega w nich wszystkie cechy uważane przez współczesnych filozofów nauki za charakterystyczne dla metody doświadczalnej i — unikając ogólnych wypowiedzi o „nauce starożytnej" — podkreśla zarówno jej nagłe pojawienie się w III w. przed Chr., jak i szybki schyłek w stuleciu następnym.

Pośród przekonanych obrońców tezy o nieistnieniu metody eksperymentalnej w starożytności niektórzy przyznają, że wiadomo o dobrze udokumentowanych eksperymentach starożytnych, twierdzą jednak, iż były to przypadki sporadyczne, niewystarczające do tego, żeby stanowczo mówić o występowaniu wówczas metody doświadczalnej. Wszelako dokonywać prawdziwych eksperymentów nie wiedząc, co to takiego metoda eksperymentalna, to trochę tak, jak napisać przypadkowo kilka zdań jeszcze przed wynalezieniem pisma. Pojęcie eksperymentu wymaga dokonania jakościowego skoku metodologicznego, którego nie sposób zastąpić przypadkiem.

Ponieważ nikt nie wątpi, że „metodę eksperymentalną" przyswoiła sobie w pełni fizyka europejska XVIII wieku (owszem, jest to najbardziej charakterystyczny jej wyróżnik), elementy pozwalające określić jej cechy można wydedukować z zawartości ówczesnych pracowni fizyki doświadczalnej. Weźmy na przykład pod uwagę przedmioty zachowane w „teatrze fizycznym" nadgimnazjum **[3]** rzymskiego, wymienione w katalogu z 1794 r. Obejmują one m.in. (obok przyrządów nowoczesnych, jak maszyny elektrostatyczne i mikroskopy): pompę pneumatyczną, rozmaite naczynia szklane do doświadczeń z zakresu pneumatyki, soczewki, zwierciadło palące i inne rodzaje luster, węgielnice, cyrkle proporcjonalne, urządzenia do doświadczeń ze ściskaniem powietrza, wagi hydrostatyczne, równie pochyłe, maszyny do ustalania środków ciężkości, dźwignie, bezmiany, krążki linowe, wciągarki, prasy, śruby Archimedesa i fontannę Herona. Fizyka doświadczalna rozwinęła się oczywiście również dzięki rewindykacji przedmiotów, których hellenistyczny rodowód wyraźnie jeszcze pamiętały ich nazwy. Dopiero wówczas, gdy to odzyskane dobro uległo konsolidacji, mogło rozpowszechnić się przekonanie o nieistnieniu metody doświadczalnej w starożytności.

Zachodzą, rzecz jasna, istotne różnice między metodą eksperymentalną nauki hellenistycznej i metodą aktualną. W porównaniu z nauką wczesnego okresu nowożytnego hellenistyczna nauka ścisła nastawiona jest bardziej na projekt niż na eksperyment, tzn. w aspekcie stosunku między teorią i praktyką ważniejsza od eksperymentu była technika. Ponadto „doświadczenie krzyżowe" (*experimentum crucis*) przez długi czas uważano za pojęcie zasadnicze dla nauki nowożytnej oraz nieobecne w nauce hellenistycznej. Trzeba jednak zauważyć, że jeśli rozumieć przez nie eksperyment obmyślony gwoli wyboru między dwiema alternatywnymi hipotezami dotyczącymi jakiegoś zjawiska, to eksperymenty krzyżowe występują w nauce starożytnej; nadcięcie przez Herofilosa nerwu, żeby się przekonać, czy jest on ruchowy, czy też czuciowy, jest przykładem tego typu. Natomiast w nauce hellenistycznej z pewnością nie występuje doświadczenie krzyżowe jako kryterium decydujące o prawdziwości kompletnej teorii.

Jeśli, mimo wszystkich zarysowanych wyżej różnic, przez „metodę doświadczalną" rozumiemy — jak to czyni się obecnie — coś, w czym mogliby się rozpoznać dwudziestowieczni fizycy i biologowie obok Galileusza, Francesca Redi i Roberta Grosseteste, to trudno chyba wykluczać z tego szeregu Ktesibiosa, Herofilosa i Filona z Bizancjum.

Nauka a przekaz ustny

Wadze kultury ustnej w świecie greckim, przez długi czas niedocenianej, poświęcono w ostatnich dekadach ogromną liczbę opracowań pisanych. W V w., a częściowo aż do czasów Platona, pismo odgrywało podrzędną rolę w stosunku do przekazu ustnego, w tym sensie, że książki pisano i nabywano nie dla publiczności czytelników, lecz jako narzędzie zawodowe do użytku tych, którzy mieli realizować ich treść — śpiewając, recytując bądź deklamując.

Genetyczny związek między metodą dowodową a retoryką może sugerować, że również korzenie metody naukowej tkwiły w kulturze ustnej, sięgając tym samym do epok znacznie poprzedzających okres hellenistyczny.

Trudno, rzecz jasna, niezbicie udowodnić istnienie bądź nieistnienie określonych procedur w obrębie kultury ustnej, na temat której z definicji nie mamy bezpośrednich dokumentów. O ile jednak znane nam już więzi z retoryką (wszak kunsztem z definicji ustnym) z pewnością właśnie z kulturą ustną łączą początki metody dowodowej, o tyle rozpowszechnienie się książki na pewno wywołało ważne zmiany, zwłaszcza w ujednoliceniu wyboru postulatów. Istotnie, w łonie kultury zasadniczo ustnej mogą się rozwijać — jak w rzeczy samej rozwinęły się w klasycznej Grecji — formy, nawet bardzo wyrafinowane, rozumowania dedukcyjnego, jednak prawdopodobnie istniała tam tendencja do różnicowania wyboru założeń stosownie do konkretnych wymogów chwili.

Drugim ważnym skutkiem rozpowszechnienia się książki było to, że sprzyjała ona kształtowaniu się terminologii umownej. Rzeczywiście, definicja taka jak Archimedesowa definicja „sferoidy", przysądzająca nowy sens staremu słowu, zdaje się wykoncypowana specjalnie do użytku pisanego, nie zaś jedynie mówionego. Tylko ten, kto — jak Archimedes czy Herofilos — wie, że jego dzieło trwać będzie w formie pisanej, dostępne wszystkim specjalistom jego dyscypliny, może bez stwarzania zamętu zmieniać sens terminów. Stąd nieprzypadkowo chyba równocześnie z wyzwoleniem się kultury pisanej z tradycji ustnej pojawiają się po raz pierwszy konwencjonalizm językowy i definicje nominalistyczne.

Ponieważ metodologia w pełni „naukowa" (w sensie, w którym używaliśmy tego terminu) wymaga pojemnych, jednolitych teorii opartych na powszechnie przyjmowanych przesłankach i na jednoznacznie zdefiniowanych pojęciach, to, co nazwaliśmy rewolucją naukową, musiało chyba mieć, jako jeden z warunków, upowszechnienie się kultury pisanej, a więc było raczej niemożliwe przed IV wiekiem. Naturalnie, za upowszechnienie kultury pisanej trzeba było zapłacić pewną cenę (która Platonowi wydawała się wygórowana). W szczególności ujednolicenie metod i przesłanek, dzięki czemu każdy student mógł jako „ćwiczenie" rozwiązywać dany problem w obrębie jednorodnej teorii naukowej, opłacono rezygnacją z wielu idei, wprawdzie obecnych w kulturze wcześniejszej, teraz jednak z rozmaitych powodów ostatecznie usuniętych poza nurt zwycięskiej systematyzacji.

Źródła niektórych komunałów o „nauce starożytnej"

Tezy wyłożone w tej książce stoją w jawnej sprzeczności z niektórymi dość powszechnymi poglądami na temat „nauki starożytnej", dającymi się ująć w formie trzech poniższych, powiązanych wzajem z sobą stwierdzeń.

a. Starożytni nie znali metody naukowej.

b. Nauka starożytna była formą poznania spekulatywnego, niezainteresowanego zastosowaniami praktycznymi.

c. Grecy stworzyli matematykę, lecz nie fizykę.

Metodzie eksperymentalnej poświęciliśmy wyżej nieco miejsca, tutaj więc spróbujemy ustalić źródła dwu pozostałych stwierdzeń. Pierwszym źródłem nieporozumienia jest rozpowszechnione przekonanie, że istnieli „Starożytni" mający jakąś swoją naukę, która trwała przez ponad tysiąc lat — od Talesa do Symplicjusza; wśród jej reprezentantów mieli się znajdować tacy wielcy ludzie, jak Parmenides, Pliniusz Starszy, Archimedes, Plutarch i Marcjanus Kapella. Jest to koncepcja mniej więcej taka sama, jak wiara w „naukę drugiego tysiąclecia po Chrystusie", uprawianą przez Tomasza z Akwinu, Newtona, Dżyngis-Chana, Nostradamusa i Heisenberga.

Brak zainteresowania dla nauki stosowanej można oczywiście udokumentować zarówno w odniesieniu do wielu myślicieli Grecji klasycznej (żyjących, zanim jeszcze w pełni rozwinięto metodę naukową), jak i do intelektualistów rzymskich epoki cesarskiej (którym metoda naukowa była obca). Są to dwie kategorie intelektualistów, którzy dzielą z uczonymi hellenistycznymi cechę „starożytności". Jeśli ktoś sądzi, że istniała jakaś wspólna postawa „starożytnych" wobec nauki, może go kusić zrekonstruowanie jej, pomijając jako wyjątki wszystkich prawdziwych uczonych, o których wiemy. Dalej, nieporozumieniu sprzyja również fakt, że pokaźna część naszych informacji o uczonych hellenistycznych dociera do nas poprzez filtr tekstów z epoki cesarskiej.

Wyobrażeniu nauki hellenistycznej jako obojętnej wobec zastosowań praktycznych najwyraźniej chyba zadaje kłam Archimedes, który napisał traktat o zwierciadłach i stworzył naukę o maszynach; napisał pierwszą teoretyczną rozprawę o hydrostatyce, będącą następstwem zbudowania największego ówcześnie statku; obmyślił nowe maszyny do czerpania wody i nowe machiny wojenne; pokazał (według tradycji również za pomocą publicznych eksperymentów poglądowych, a w każdym razie swymi dziełami), że można przezwyciężyć filozofię przyrody konstruując naukę, która poprzez projektowanie teoretyczne byłaby głęboko powiązana z techniką. Mimo to wielu uczonych zaklinało się na Archimedesowy brak zainteresowania techniką. Ten brak zainteresowania, nie znajdujący potwierdzenia w pismach, jakie pozostały nam po Archimedesie, ani w udokumentowanych faktach, miałby polegać na jakimś głębokim odczuciu bądź nastawieniu filozoficznym, które rzekomo zmuszało Archimedesa do realizowania wbrew własnej woli wszystkiego, czego dokonał. Fraser napisał na przykład:

"Archimedes odczuwał głęboką pogardę dla mechaniki stosowanej".

Z czegóż to wnioskowano o owych niewyrażanych uczuciach Archimedesa? Fraser i wielu innych, przyjmujących tę samą postawę, poglądy i odczucia Archimedesa wydedukowało zwłaszcza z jednego zdania z *Żywotów równoległych* Plutarcha. Odczucia Archimedesa wyprowadzono zatem z opinii autora, który, trzysta lat z okładem po śmierci uczonego, przypisuje mu arbitralnie własne platońskie skłonności.

Otóż właśnie pisarze w rodzaju Plutarcha (który, co prawda Grek z pochodzenia, zrobił jednak świetną karierę na służbie u Rzymian) wykreowali mit jednorodnej cywilizacji „greckorzymskiej" pisząc dzieła takie, jak *Żywoty równolegle*; i tenże mit właśnie, nadzwyczaj trwały, wmówił wielu ludziom, że poglądy Archimedesa na technikę można dedukować z lektury dzieł z epoki cesarskiej.

Stobajos opowiada, jak to pewien człowiek, który rozpoczął studia geometrii u Euklidesa, opanowawszy pierwszy teoremat zadał mu pytanie: „Ale co z tego będę miał, gdy już tego wszystkiego się wyuczę?" Wtedy Euklides przywołał swego niewolnika i powiedział: „Daj mu jakiś grosz, bo on musi mieć coś z tego, czego się uczy". Niektórzy historycy na podstawie tej anegdoty twierdzili, że Euklidesa nie obchodziły konkretne zastosowania nauki.

W rzeczywistości właśnie otwierające się w czasach Euklidesa szerokie pole praktycznych możliwych zastosowań matematyki sprawiło, że konieczny się stał podział pracy, w którym matematyk miał własną rolę i był z niej dumny, rolę wyraźnie różną od roli, dajmy na to, inżyniera, muszącego jedynie wdrażać w życie wypracowane przez innych procedury matematyczne. Wprowadzanie owych modeli teoretycznych poszczególnych aspektów świata rzeczywistego, modeli, którymi są teorie naukowe, pozwalało wprawdzie jeszcze skuteczniej rozwiązywać konkretne problemy, zarazem jednak ściśle łączyło się z — również nowymi — możliwościami pracy wewnątrzteoretycznej, jakie otwierały się przed niektórymi ludźmi. Narodziny nauki były więc ściśle związane z pojawieniem się uczonych. Uczeni ci, zaangażowani w pracę teoretyczną, wydali się niezainteresowani konkretnymi aspektami życia przedstawicielom późniejszej, przednaukowej cywilizacji (należy do niej także Stobajos), która przekazała nam pamięć o nich.

Z drugiej strony właśnie podział pracy między naukowców i techników narzucił wymóg niezwykłej ścisłości tym, którzy oddawali się działalności teoretycznej, i stał się w ten sposób wyróżnikiem nowej metody. Istotnie, jeśli ten, kto otrzymuje jakiś rezultat matematyczny, zna również jedyne możliwe jego zastosowanie, to nie jest ważne, czy ów rezultat jest dokładny; wystarczy, by był w stopniu rozsądnym przybliżony, jak to zwykle się działo w matematyce egipskiej okresu faraonów i w starobabilońskiej (w których, przykładowo, nie rozróżniano między wzorami ścisłymi i przybliżonymi na powierzchnię pól). Jeśli natomiast uzyskany rezultat świadomie jest traktowany jako wewnątrzteoretyczny, tzn. będzie musiał — często pośrednio - być stosowany do rozmaitych zagadnień nie znanych *a priori*, to kwestia dokładności staje się dla matematyka zasadnicza.

Gdy więc pragniemy uświadomić sobie zakres stosowania matematyki w danym momencie historycznym, a nie dysponujemy bezpośrednimi informacjami, dobrym sposobem jest sprawdzenie poziomu jej ścisłości.

W przedmowie do czwartej księgi swego fundamentalnego traktatu o przecięciach stożkowych Apollonios pisze:

"Ponadto, pomijając już ową ich [tzn. pewnych teorematów Konona z Samos] użyteczność, warto je przyjąć choćby ze względu na same dowody, tak jak przyjmujemy w matematyce wiele innych rzeczy — z tej właśnie, a nie innej racji".

Nie ma wątpliwości, że Apollonios jest szczery (i że ma rację!), ale przecież dla cywilizacji, w których nauka pełni rolę napędu dla techniki, akcentowanie wartości nauki czystej jest tak charakterystyczne, że samo to wystarczyłoby do przekonania nas o istnieniu matematyki stosowanej w hellenizmie. W przeciwnym razie anegdota o Euklidesie i wypowiedź Apolloniosa nie miałyby właściwie sensu; nikt tak dobitnie nie podkreślałby wartości matematyki „czystej", gdyby nie chciał odróżnić jej z dumą od istniejącej i dobrze znanej matematyki praktycznej. Zresztą, to samo zjawisko wystąpiło również w świecie nowożytnym.

O ile Galileusz musiał dobrze ruszać głową, by wymyślić zastosowania praktyczne zdolne przekonać rząd Wenecji do podwyższenia mu pensji, o tyle wówczas, gdy fizyka zaczęła odgrywać decydującą rolę w rozwoju techniki, mogła również pozwolić sobie na luksus produkowania „fizyków teoretycznych", jawnie niezainteresowanych możliwymi zastosowaniami własnych badań.

Powracając do Apolloniosa, wymienianego na ogół jako typowy przedstawiciel „matematyki czystej", zauważmy, że wrażenie to opiera się głównie na dokonanym w wiekach późniejszych wyborze spośród jego dzieł. W rzeczy samej napisał on rozprawy o astronomii i katoptryce, ale dzieła te zaginęły, z jedynego zaś zachowanego częściowo po grecku dzieła, traktatu o przecięciach stożkowych, zaginęła ostatnia, ósma księga, być może poświęcona właśnie praktycznym zastosowaniom teorii.

Inne źródło mitu o obcości nauki greckiej wobec zastosowań praktycznych tkwi w możliwościach obliczeniowych, jakie zaistniały w epoce nowożytnej. W trzech stuleciach poprzedzających wprowadzenie maszyn cyfrowych rachunków dokonywano posługując się:
- operacjami arytmetycznymi na liczbach zapisanych w systemie dziesiętnym,
- tablicami wartości logarytmów i pewnych innych funkcji, jak na przykład trygonometryczne,
- operacjami analitycznymi (jak wyprowadzenie i całkowanie) na funkcjach złożonych z „funkcji elementarnych" (tzn. z funkcji, których wartości zostały stabularyzowane).

Dawne metody geometryczne, których przydatność do rozpowszechniania systemu numeracji pozycyjnej zmniejszała się już od początku ery nowożytnej, zostały jako algorytm obliczeniowy definitywnie przezwyciężone co najmniej w 1614 r. (data publikacji pierwszych tablic logarytmicznych). Natomiast matematyka euklidesowa pozostała nieprzewyższonym wzorcem ścisłości aż do 1872 r. (data stworzenia ścisłej teorii liczb rzeczywistych). W czasie między tymi dwiema datami matematycy używali geometrii euklidejskiej jako metody dowodzenia, liczb dziesiętnych zaś i tablic logarytmicznych — do obliczeń potrzebnych przy rozwiązywaniu konkretnych problemów. Poza tym zresztą niektóre dawne problemy (jak w szczególności trójpodział kąta, podwojenie sześcianu i jeszcze sławniejszy problem kwadratury koła), przekazane bez rozwiązania przez matematyków hellenistycznych, nadal fascynowały matematyków, a wymóg rozwiązania ich za pomocą przymiaru i cyrkla, aczkolwiek utracił już swą pierwotną motywację, przyjęto jako „regułę gry" w odniesieniu do tzw. problemów klasycznych.

Wszystkie te okoliczności podsycały przekonanie, że „matematyka klasyczna" nadaje się tylko do teorii, i umacniały przesądy o takim wydźwięku powstałe w wyniku zapomnienia starożytnej techniki oraz skojarzenia matematyki hellenistycznej z ową „myślą grecką", jaką się zwykło utożsamiać głównie z wytworami literatury i filozofii epoki klasycznej.

Drugi komunał, ściśle związany z pierwszym, głosi, że Grecy rozwinęli matematykę, lecz nie byli zdolni do stworzenia fizyki. Nawet Sambursky, jeden z niewielu autorów interesujących się fizyką Greków, w rzeczywistości był przekonany, iż nie rozwinęli oni żadnej fizyki. Obawiam się, że do przekonania Sambursky'ego, jak i ogólniej, do powstania interesującego nas tu komunału, przyczyniła się błaha kwestia terminologiczna. Otóż wielu historyków nauki, przyjmując jako wiecznotrwałe obecne podziały na dyscypliny, a zwłaszcza aktualne pojęcia „matematyki" i „fizyki", uznało, że można dociekać ewentualnego istnienia fizyki greckiej badając dzieła uczonych zwanych przez samych Greków „fizykami" (*fysikoi*), zaniedbując jednocześnie to, co było nazywane „matematyką" (*mathematike*); w ten sposób studiowali starożytną filozofię przyrody (w której nieobecna była metoda doświadczalna), lekceważąc narodziny pierwszych teorii naukowych — ilościowych i eksperymentalnych — na temat przyrody. Jak inaczej wyjaśnić to, że Sambursky swoją analizę oparł na pismach wielu presokratyków, Platona i Arystotelesa, i poświęcił całą książkę „fizyce" stoików, a tak mało zainteresowania okazał dla uczonych w rodzaju Euklidesa, Ktesibiosa, Filona, Archimedesa czy Hipparcha?

Idea, że teorie hellenistyczne takie jak hydrostatyka czy optyka geometryczna, choć obecnie figurują w podręcznikach fizyki, w owej epoce były jedynie czystą matematyką, rodzi się nie tylko z okoliczności terminologicznej, mocą której ongiś włączano je do „matematyki", lecz również z hipotetyczno-dedukcyjnego charakteru zachowanych do naszych czasów wywodów. Trzeba jednak zauważyć, że w czasach nowożytnych strukturę analogiczną uzyskały mechanika, termodynamika i klasyczna teoria elektromagnetyzmu jedynie dzięki kilkuwiekowemu rozwojowi nauki.

Przypisy:
[3] Albo archigimnazjum; dawna nazwa uniwersytetów w Rzymie i Bolonii - przyp. tłum.

Lucio Russo
Ur. 1944 r. W 1969 ukończył fizykę na uniwersytecie w Neapolu. Obecnie wykładowca uniwersytecki; zajmuje się zagadnieniami fizyki statystycznej oraz cyfrowym przetwarzaniem i interpretacją obrazów. Zaangażowany w reformę szkolnictwa we Włoszech.

Pokaż inne teksty autora

(Publikacja: 03-07-2005)
Oryginał.. (http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4219)