

G. Vailati.

METODA DEDUKCYJNA, JAKO NARZĘDZIE BADANIA¹⁾.

I.

Pomiędzy pytaniami, które najlepiej wyjaśnić i do rozwiązania zbliżyć się dają przy pomocy studyów nad historią nauk, pierwsze miejsce należy się bezwątpienia pytaniami o różnych metodach badania i uzasadniania, o przyczynach ich różnej potęgi i płodności, o granicach doskonałości ich zastosowań na różnych polach działalności ludzkiej. Powód tego łatwo rozumieć. Dopóki bowiem w traktowaniu pytań powyższych zadawałamy się danemi, wyciągniętymi z rozważania w pojedynczych naukach rezultatów metod i postępowań obecnie stosowanych, nie otrzymujemy wtedy jeszcze materyału faktów, wystarczającego na wykazanie różnych sposobów działania tej samej metody w dziedzinach różnych oraz różnych metod w jednej dziedzinie. Dać ten materyał mogą dopiero zestawienia takie, które są zarazem bardzo pożądane przy szukaniu warunków, od których zależy stosowność i skuteczność metod w każdym przypadku pojedyńczym.

Badanie i rozbiór wszystkich przypadków, zarówno tych, w których metodę daną stosowano skutecznie, jak i tych, w których musiano ją odrzucić, jako błędną lub bezpłodną, bywało nieraz trudniejszym od posuwania samych nauk, prowadzącego stopniowo do metod coraz doskonalszych i coraz bardziej przystosowanych do danych gałęzi badania, dzięki ciągłemu procesowi doboru i eliminacyi tych metod, które w każdej z nich uznano za mniej przydatne i mniej potężne.

¹⁾ Lekcja wstępna do kursu historii mechaniki w Uniwersytecie Turyńskim 1897—1898. Przekład tej pracy podajemy z niewielkimi skróceniami za zgodą Autora, który nadto nadesłał nam dopisek, pomieszczony w ust. XVI. *S. D.*

Jednemu z takich pytań zamierzam poświęcić rozważania niżej, pobudzony do tego niektórymi faktami, które napotkałem w badaniach moich nad historią mechaniki. Pytanie to odnosi się do jednego z najbardziej zasadniczych rozróżnień, które ustanowić można pomiędzy postępowaniami w badaniach naukowych; wyrażamy je, przeciwstawiając: rozumowanie doświadczeniu, argumentację uogólnieniu, metodę dedukcyjną metodzie indukcyjnej. Postaram się określić i przedstawić dokładnie istotę i ważność tego rozróżnienia, wskazując rozmaite postaci, pod którymi je pojmowano i formułowano, oraz wyjaśniając jego cechy podstawowe. Przechodząc następnie do samej metody dedukcyjnej, podam niektóre uwagi: z jednej strony o tem, co nazwać by można stanem jej służby w historii wiedzy; z drugiej zaś strony — o różnych poglądach na wartość i doskonałość tej metody, uważanej już to jako narzędzie badania i wyjaśniania, już to jako środek dowodzenia i uzasadniania. Postaram się zbadać przyczyny tego szczególnego kontrastu pomiędzy tryumfami i zdobyczami tej metody w jednych dziedzinach badania, jak np. w matematyce i niektórych najważniejszych gałęziach fizyki, a jej bezpłodnością i upokorzącymi niepowodzeniami w innych sferach poszukiwań, wyjaśniając, o ile te niepowodzenia przypisać należy pewnej nieudolności, tkwiącej w samej metodzie, o ile zaś jej niedojrzałości i niezręcznemu stosowaniu, niedostatecznemu opracowaniu lub zbyt pośpiesznemu wyborowi pewników i hipotez, stanowiących konieczny w niej punkt wyjścia. Wyłożę powody, dla których można utrzymywać, że metoda dedukcyjna dąży wciąż do rozszerzenia sfery swego działania, do powiększenia swej skuteczności i płodności, przy równoczesnym wzbogacaniu dziedzictwa wiedzy ludzkiej pod względem dokładności i różnorodności. Przytoczę wreszcie motywy, dla których takie rozszerzenie dziedziny nie tylko poczytać należy jako pożyteczne i pożądane, lecz zarazem zaliczyć wypadła do najważniejszych idealnych celów badania naukowego.

II.

W pismach filozofów greckich, którym zawdzięczamy pierwsze próby analizy i klasyfikacji systematycznej procesów i środków, jakimi posługuje się myśl ludzka w posuwaniu się od rzeczy znanych ku nieznanym, znajdujemy już jasno wyrażoną różnicę pomiędzy procesami indukcji lub uogólnienia a procesami dedukcji lub dowodzenia. Szereg pism Arystotelesa, oznaczanych zwykle nazwą zbiorową *Organon* (*Narzędzie*), przedstawia, według wyraźnego zapewnienia samego Arystotelesa, pierwszą próbę poddania drugiego z powyższych procesów pod normy ogólne i stałe, oraz sprowadzenia różnych jego gatunków do schematów lub wzorów (podobnych do wzorów algebry). Celem tych schematów jest uchronienie się od dwuznaczności i złudzeń, pochodzących z niedoskonałości mowy zwykłej, a także ułatwienie kontroli, niezbędnej do zapewnienia poprawności operacyom myślowym w przypadkach bardziej zawitych. W różnych częściach *Organonu* Arystoteles różnicę pomiędzy dwoma gatunkami procesów wielokrotnie wskazuje jako zasadniczą¹⁾ i charakteryzuje ją wyrazami, nie bardzo odbiegającymi od tych, jakich użylibyśmy dzisiaj. I tak indukcję (*ἐπαγωγή*) określa on jako formę rozumowania, za pomocą której, ze zbadania i zestawienia szeregu przypadków szczególnych, dochodzimy do twierdzenia ogólnego, obejmującego nie tylko przypadki spostrzeżone, lecz nadto liczbę nieokreśloną przypadków innych, będących z pierwszymi w jakimś stosunku podobieństwa lub powszechności. Dedukcją (*ἀπόδειξις*) nazywa on każdą formę rozumowania, dającą się sprowadzić do typu tak zwanego *syllogizmu* (*συλλογισμός*), który, jak wiadomo, polega na tem, że z dwóch twierdzeń —jednego orzekającego o danej własności całej klasy przedmiotów, drugiego o tem, że jeden lub więcej przedmiotów do tej klasy należy—dochodzimy do trzeciego twierdzenia, w którym tym ostatnim przedmiotom przyznajemy własność wyżej rzezoną.

¹⁾ Anal. Pr. II

Różnica charakterystyczna wniosków, do których dochodzimy przez dedukcję, od tych, do których prowadzi indukcja, polega, według *Arystotelesa*, na tem, że o prawdziwości pierwszych nie wolno wątpić pod karą sprzeczności, o ile nie podajemy w wątpliwość prawdziwości twierdzeń, wziętych za punkt wyjścia; gdy tymczasem w przypadku indukcji nie natrafilibyśmy bynajmniej na sprzeczność lub brak związku, gdybyśmy przyjęli za prawdziwe fakty, stanowiące punkt wyjścia, a nie uważalibyśmy za prawdziwe uogólnień, które na nich zamierzaliśmy oprzeć. Tą cechą specjalną rozumowania dedukcyjnego określa *Arystoteles*, mówiąc, że rozumowanie to prowadzi do wniosków koniecznych (ἐξ ἀνάγκης) lub przymusowych (βία); przez co nie chce bynajmniej rozumieć—jak to czynili później jego następcy—że wnioski, otrzymane przy pomocy dedukcji, już przez to samo zasługują na większe zaufanie od wniosków, pozyskanych drogą indukcji. Jedyną konieczność, jaką ma na myśli, jest ta, w jakiej znalazłby się prowadzący dysputę, gdyby był zmuszony uznać prawdziwość pewnego twierdzenia, skoro raz przyznał przeciwnikowi, że prawdziwemi są dwa twierdzenia, z których ono zostało wyprowadzone¹⁾. Aby usunąć wszelkie wątpliwości co do poglądu *Arystotelesa* na ten przedmiot, pozwolę sobie przytoczyć godny uwagi ustęp z jego „*Fizyki*“ (koniec Księgi 2-giej), w którym, chcąc przy pomocy analogii wyjaśnić znaczenie, jakie nadaje wyrazowi konieczność w wspomnianym wyżej przypadku i dla usprawiedliwienia jego roli, porównywa to znaczenie z innemi znaczeniami tego wyrazu w mowie zwykłej i powiada: „Jak w przypadku, gdy mówimy, że dla zrobienia piły koniecznem jest żelazo, nie mamy zamiaru zaprzeczać temu, że piła mogłaby być zrobiona z innego materiału, a rozumiemy przez to jedynie, że w takim przypadku nie byłaby przydatną do celu, dla którego ją zrobiono; podobnież, kiedy matematycy mówią, że suma kątów trójkąta jest koniecznie równa dwóm kątom prostym, nie rozu-

¹⁾ Geometrae se profitentur non persuadere sed cogere (*Cicero*, *Acad.* II, 116). Rationes quae non persuadent sed cogunt a geometris afferuntur (*Seneca*, *Nat. Quaestiones*, 1 4)

mieją przez to bynajmniej, że nie wolno wątpić o tem twierdzeniu, lecz tylko to, że zmuszeni są je uznać, jeżeli chcą w dalszym ciągu uważać za prawdziwe twierdzenia, na których zamierzeli oprzeć swoje dowody (Księga II, 9)“.

Nie mniej liczne i jasne są w dziełach Arystotelesa ustępy, w których już to zwraca uwagę na nieracjonalność a nawet niedorzeczność, tkwiącą w mniemaniu, że dedukcja jest jedynym źródłem pewności; już to twierdzi, że zasady podstawowe, na których prędzej czy później oprzeć się trzeba — jeżeli nie mamy ciągnąć nieokreślenie daleko szeregu dedukcyj i sylogizmów — nie mogą mieć innej gwarancyi swej prawdziwości prócz tej, która pochodzi z indukcji oraz z bezpośredniego świadectwa zmysłów ¹⁾). Ten pogląd Arystotelesa później dziwnie fałszowali i zniekształcali zwłaszcza ci, którzy mienili się jego następcami i obrońcami, i dlatego warto przytoczyć dosłownie własne słowa Arystotelesa.

„Zadanie wydobywania zasad, na których opierają się dedukcje, polega w każdej nauce na obserwacji faktów specjalnych, stanowiących pole jej poszukiwań. I tak w astronomii obowiązek ten polega na obserwacjach astronomicznych, bo wtedy i tylko wtedy, gdy zjawiska niebieskie są dostatecznie zanalizowane i ujęte, można ustanawiać odnoszące się do nich dedukcje. Toż samo stosuje się do innych nauk i sztuk, w których można szukać dowodów wtedy tylko, gdy zbadano dostatecznie odnośne fakty. Gdyby nasze obserwacje były tak pilnemi, że żaden fakt godny uwagi nie zostałby przez nie pominięty, wtedy dopiero moglibyśmy znaleźć dowody we wszystkich przypadkach, w których to jest możliwem, i zrozumieć, dlaczego to jest niemożliwem w przypadkach, w których sama natura kwestyi nie pozwala na traktowanie jej w formie dedukcyjnej“.

(Anal. Pr. Lib. I, 30).

Należy nadto zauważyć, że Arystoteles, stwierdzając początek indukcyjny zasad lub pewników, na których opierają się nauki typu dedukcyjnego, nie wyłącza bynajmniej z pod tego poglądu i pewników geometrycznych. Przeciwnie, zwalcza on ener-

¹⁾ Cf. Anal. Post. Lib. I, 18.

gicznie pogląd (niektórych, jak się zdaje, współczesnych mu matematyków), że nauka może być ugruntowana na samych tylko definicjach. „Geometria, powiada on, wskazuje za pomocą definicji, co znaczy wyraz „trójkąt“; to zaś, że trójkąt istnieje, że można go zbudować i że wolno wyprowadzać konsekwencje z faktu zbudowania go — jest to prawda, której nie można uznać ani sprawdzić przez definicję, lecz którą należy udowodnić osobno“.

Niejednokrotnie też pomiędzy przyczynami błędów, psujących wnioski, otrzymywane przez dedukcję, wskazuje *A r y s t o t e l e s* jako błąd główny używanie wyrazów dwuznacznych lub pozabawionych określonego znaczenia, i przypomina potrzebę oraz konieczność ostrożności w tym względzie. Na dowód tego dość przytoczyć ustęp z *Περὶ σοφιστικῶν ἐλέγχων*“, w którym stwierdziwszy, że najobfitszym źródłem złudnych dedukcyj jest nadużywanie słów, dołącza następujące spostrzeżenie:

„Ponieważ jest niemożliwym wydobyć i mieć do rozporządzenia wszystkie fakty, nad którymi rozumujemy, i ponieważ musimy używać wyrazów, jako znaków (*σύμβολα*), które je wyobrażają, przeto znajdujemy się w położeniu podobnem do położenia liczących pieniądze przy pomocy liczmanów. Jesteśmy nawet w położeniu gorszem, ponieważ faktów szczegółowych jest nieskończenie wiele, gdy tymczasem słów i znaków jest względnie niewiele: jest przeto nieuniknionem, że niejednokrotnie rzeczom bardzo różnym nadajemy jedną nazwę i tym sposobem zamiast związków i własności rzeczy samych, bierzemy związki i własności ich wyobrażeń. Z tej okoliczności ciągną korzyści tacy, którzy nie mają za zadanie być mądrymi, lecz chcą za mądrych uchodzić“.

III.

Nie możemy tu dłużej zatrzymywać się nad temi poglądami *A r y s t o t e l e s a* na naturę i zadanie metody dedukcyjnej, które są ściśle zgodne z poglądami dzisiejszemi, a przynajmniej z poglądami, któreby dziś przyjąć należało. Cel pisma niniejszego wymaga

przedewszystkiem, abym zajął się rozpatrzeniem różnic, zachodzących pomiędzy poglądami Arystotelesa na usługi, jakie stosowanie dedukcyi przynieść może budowie i postępowi wiedzy, a poglądami, które wygłaszali i stosowali uczeni nowsi, poczynawszy od Galileusza.

Przekonania Arystotelesa w tym przedmiocie były, zdaje się, oparte przedewszystkiem na obserwacyi sposobu funkcyonowania dedukcyi w dwu dziedzinach, w których stosowali ją z powodzeniem uczeni, przed nim żyjący i współcześni mu, mianowicie w geometryi i retoryce, — rozumiemy tę ostatnią w znaczeniu starożytnem, jako naukę zmieniania poglądów innych ludzi przy pomocy słowa. Te dwa rodzaje zastosowań Arystoteles w rozważaniach swych nad rolą i użytkowaniem dedukcyi ciągle ma na widoku, nawet i wtedy, gdy pozornie odrywa się od nich. Skutkiem tego uważa on za cel nietylko główny lecz prawie wyłączny dowodzenia dedukcyjnego zwiększenie pewności, sprowadzenie tego, co podlega dyskusyi do tego, co rozstrząsaniu nie ulega; tego, co wątpliwe, do tego, co jest oczywistem. Dedukcyja jest dla niego przedewszystkiem narzędziem do zapewnienia prawdziwości twierdzeniom, prawdopodobnym lub zasługującym na wiarę, a to przez związanie ich z innymi twierdzeniami, pewniejszymi i mniej zaprzeczeniu ulegającymi, aby przez to pierwsze nabyły pewności i oczywistości ostatnich, jak to się czyni w dowodzeniach geometrycznych i w rozprawach sądowych, w których każdy stara się wzmocnić swoje twierdzenia, opierając je na pewnikach lub rozporządzeniach prawa, co do których nie ma dyskusyi.

Arystoteles nie zapomina też o przypadku, w którym punktem wyjścia dedukcyi są twierdzenia nietylko niepewne lecz wprost za fałszywe uznane; w tym wszakże przypadku w rozumowaniach nie widzi on innego celu nad ten, jaki w matematyce mają dowody, oparte na sprowadzaniu do niedorzeczności, albo też w dysputach wyciąganie korzyści z fałszywych poglądów przeciwnika, by go zmusić do uznania prawdziwości lub fałszu faktu, o który nam idzie (argumenty *ad hominem*).

Nie mógłbym lepiej uwydatnić przeciwieństwa, zachodzącego pod tym względem pomiędzy sposobem widzenia Arystotelesa a tym, którego się trzyma nauka dzisiejsza, jak zestawiając jego

wyraźne orzeczenie o bezpożyteczności wyprowadzania jednego twierdzenia z drugiego, jeżeli to ostatnie jest pewniejsze lub oczywistsze od pierwszego, z następującym ustępem z *Descartes'a* („Discours de la méthode“) w którym on usprawiedliwia się z tego, że w „Dioptryce“ wziął za punkt wyjścia swoich rozumowań twierdzenia, potrzebujące jeszcze bardziej uzasadnienia, niż te, które z nich wyprowadził.

„Jeżeli pewne z tych twierdzeń, o których mówiłem na początku „Dioptryki“ i „Meteorów“ rażą na pierwsze wejście z tego powodu, że nazywam je przypuszczeniami, i wydaje się, że nie mam zamiaru ich uzasadnienia, to proszę o cierpliwość przeczytania wszystkiego z uwagą, a wtedy mam nadzieję, że czytelnik będzie zadowolony. Zdaje mi się bowiem, że skoro powody (*raisons*) następują kolejno po sobie tak, że gdy ostatnie z nich są dowiedzione przez pierwsze, będące przyczynami tamtych, to i odwrotnie pierwsze są dowiedzione przez ostatnie, które są ich skutkami. Nie należy wyobrażać sobie, że popełniam tu błąd, który logicy nazywają kołem błędnym; albowiem skoro doświadczenie zapewnia znacznej części skutków zupełną pewność, to przyczyny z których je wyprowadzam, służą nie tyle do uzasadnienia (*prouver*), ile raczej do ich wyjaśnienia; przeciwnie bowiem, przyczyny dają się właśnie uzasadnić przez skutki .

Podobne spostrzeżenie uczynił *Gassendi* w odpowiedzi tym, którzy zarzucali niektórym rozważaniom *Galileusza* o ruchu ciał ciężkich, że są oparte na zasadach mniej widocznych od wniosków, do których prowadziły: „*Galileusz* przyjmując, że stopnie prędkości tego samego ciała, poruszającego się w różnych pochyłościach płaszczyzn, wtedy są równe, gdy wyniesienie tych płaszczyzn przyjmiemy za równe, nie podawał tego za rzecz dowiedzioną (później *Toricelli* podał dowodzenie), ale uważa to za prawdopodobne o tyle, o ile wnioski stąd wyprowadzone zgadzały się z doświadczeniem¹⁾).

¹⁾ *Galilaeus assumens gradus velocitatis ejusdem mobilis super diversas planorum inclinationes, tum esse aequales cum eorumdem planorum elevationes*

Wielkie właśnie zaufanie do metody dedukcyjnej, bez nadawania jej wielkiej wagi jako środkowi badania, uprzedzającemu doświadczenie, stanowi cechę charakterystyczną poglądów Arystotelesa w przeciwstawieniu do poglądów twórców nauki dzisiejszej na znaczenie dedukcji w badaniach naukowych. Rozmowania Arystotelesa o zjawiskach przyrody—nawet wtedy gdy były stosowane do uzasadnienia przesłanek, na których się opierały, a nie do uzasadnienia wniosków, do których prowadziły—miały na celu raczej wykrycie sprzeczności między rozmaitemi orzeczeniami lub wykazanie niemożliwej spójności różnych przypuszczeń, niż skłonienie do wniosków, poprzednio nie podejmowanych i mogących pobudzić do nowych spostrzeżeń, rzucających więcej światła na kwestye badane.

Dokumenty, jakie pozostały o teoriach fizycznych greków, wykazują, że cecha ta, nie będąc bynajmniej specjalną właściwością szkoły perypatetyków, była wspólna wszystkim różnym walczącym ze sobą kierunkom na polu badań fizykalnych, nie wyłączając i kierunku, którego przedstawicielem był Demokryt, później zaś epikurejczycy. Ostatni kierunek pod innymi względami—lubo co do formy raczej niż co do treści—ma więcej pokrewieństwa z poglądami i teoriami nauki nowoczesnej. Aby dać pojęcie o charakterze tych kwestyj i o trudnościach, w których rozwiązaniu widzieli grecy cel badań fizykalnych, przytoczę jedną ze sławnych argumentacyj Zenona, który chciał uzasadnić niemożliwość ruchu

ponuntur aequales, id extulit non ut demonstratum (tametsi Toricellius postea demonstrationem attulerit) sed ut eatenus probabile quatenus deductae ex eo conclusiones cum experientia consentirent⁴. (Exercitationes paradoxicae, Lib. IV). Inny rys charakterystyczny tego samego przystosowania myślowego wskazuje nam odpowiedź, jaką miał dać d'Alembert jednemu ze swoich uczniów, który ubolewał nad tem, że twierdzenia zasadnicze rachunku nieskończonościowego nie są dla niego dość jasnymi i oczywistymi: „Aller en avant, la foi vous viendra“. Gdyby Archimedes był tego samego mniemania, wtedy rachunek nieskończonościowy powstałby o XVIII wieków przed Newtonem i Leibnizem. Słusznie powiada Zeuthen (Kgl. danske Videnskabernes Selskabs Förhandlung, 1897. Nr. 6): „Kepler pierwszy miał odwagę poddania wprost nieskończoności rachunkom, bez uciekania się do dowodów przy pomocy metody wyczerpania.

na podstawie hipotezy, że czas składa się z szeregu chwil lub mgnień niepodzielnych (*ἄτομα*): „Ruch, jako zmiana położenia od chwili do chwili, jeżeli ma istotnie zachodzić, wymaga co najmniej dwu chwil, odpowiadających dwóm różnym położeniom ciała. Stąd, gdy rozważamy ciało w chwili określonej, nie możemy twierdzić, że ono w chwili tej porusza się; a ponieważ można powiedzieć to samo o wszystkich chwilach kolejnych, przeto ciało nie będzie poruszało się w żadnej z nich, ani też w przedziale czasu, które one razem stanowią. Ruch tedy jest tylko złudzeniem zmysłów“.

Pomijając wszelkie uwagi nad doniosłością lub prawidłowością tej argumentacji, powiemy tylko, że każdego, kto się zastanawia nad jej wartością dla nauki o przyrodzie lub o prawach ruchu, uderza odrazu, że jest ona absolutnie nieprzydatna do pobudzenia do jakiegokolwiek próby doświadczalnej lub do skierowania naszej uwagi na jakikolwiek fakt, o którym nie moglibyśmy bez niej pomyśleć. Umysł rozumującego w ten sposób jest — że tu użyjemy porównania, które *Schopenhauer* na pół seryo i na pół żartem stosuje do pewnych rozumowań geometrów—w położeniu kota, rzucającego się na własny ogon, w przekonaniu, że jest to obce uciekające przed nim ciało.

IV.

Wracając do tego, co wyżej powiedziano, powtarzam, że historia nauk wyraźnie uczy, iż pomiędzy przyczynami, które prowadziły stopniowo do nowych metod doświadczalnych, mających zastąpić dawniejsze obserwacje czysto bierne, za jedną z najważniejszych poczytać należy dedukcję. Pozostaje to słusznem i w tych przypadkach, w których twierdzenia, stanowiące punkt wyjścia, uważano za bardziej potrzebujące sprawdzenia, niż te, do których się dochodziło, t. j. wtedy, kiedy te ostatnie miały powziętym pomysłem nadawać pewność, osiągniętą bezpośrednio przez zestawienie faktów z prawdami doświadczalnemi.

Pomiędzy faktami, które same narzucały się obserwacyi, nie można było znaleźć materiału przydatnego do sprawdzenia wniosków, do których pały dedukcyje, które — lubo poprawne i ściśle — nie były wszakże oparte na przesłankach, zasługujących na tak bezwzględne zaufanie, jak przesłanki matematyczne. Niemożność ta wytworzyła żądanie i potrzebę sztucznego rozszerzenia sfery faktów, dających się spożytkować dla kontroli teoryj; ona to, bardziej niż cokolwiek, pobudziła do badania systematycznego faktów, sztucznie dla obserwacyi wywołanych, co stanowi doświadczenie we właściwym znaczeniu tego wyrazu. Innemi słowy, fizycy starożytni nie czuli potrzeby doświadczeń, przedewszystkiem dla tego, że byli bardziej skłonni do szukania pewności twierdzeń, z których wychodzili, aniżeli prawdy twierdzeń, które wyprowadzali. Z tego względu nie stawiali sobie pytania, coby zachodzić mogło w przypadkach różnych od tych, które same narzucały się ich obserwacyi i poddawały bezpośrednio uogólnienia, na których opierały się rozumowania. Wolno tedy twierdzić, że stosowanie coraz rozleglejsze i systematyczniejsze dedukcyj do badania zjawisk przyrody było pod pewnym względem pierwszą pobudką rozwoju nowoczesnych metod doświadczalnych; dla tego to nie jest rzeczą przypadku, że najznakomitsi inicjatorowie tego kierunku byli zarazem największymi działaczami i zwolennikami stosowania do nauk fizycznych takiego potężnego narzędzia dedukcyj, jakim jest matematyka.

V.

Niezbędnym warunkiem rozwoju zdolności dobrego obserwowania jest możność porównywania z faktami wszystkich, nawet dalekich i sztucznych konsekwencyj naszych pojęć uprzednich. Inaczej nie potrafimy w niezmiernym chaosie faktów, podległych naszym poszukiwaniom, wyróżnić tych, których zbadanie lub stwierdzenie może doprowadzić do ważnych zmian

w naszych wyobrażeniach (*experimenta crucis* Bakona) lub rozszerzyć istotnie sferę naszego poznania.

Historycy mechaniki nie zaznaczyli może dostatecznie, że podejmujący pierwsze i rozstrzygające doświadczenia, które spowodowały postęp tej wiedzy od punktu, do jakiego doprowadzili ją grecy, uważali je nie jako zapytania, zadawane przyrodzie, lecz raczej jako wyzwania,—lub próby—(cimenti); takim próbom poddawano przyrodę, by wymusić odpowiedź odmienną od tej, jakaby bez nich być musiała ¹⁾. Nawet w większości ważnych przypadków doświadczenia były tylko wprost sprawdzaniem wniosków, do jakich eksperymentatorowie dochodzili niezależnie od doświadczeń. Wielkie byłoby ich zdumienie, gdyby odpowiedzi przyrody nie zgadzały się z ich poprzednio powziętymi myślami. Taki brak zgodności, ilekroć pojawiał się istotnie, wywoływał w nich raczej pytanie, dlaczego doświadczenia nie udały się, ale nie nasuwał bynajmniej wątpliwości co do wiarogodności przypuszczeń. Zdawało się, że uciekali się do doświadczeń bardziej dla przekonywania innych, niż samych siebie. Zwrot ku faktom był dla nich jakoby linią najmniejszego oporu, po której trafiali w swych przeciwników, nie mogąc poglądom tych ostatnich przeciwstawić wprost poglądów własnych, bez oparcia ich na podstawie mniej subiektywnej, niż ich własne przekonanie osobiste.

Nie będzie zbyt cennym podać fakt konkretny na poparcie tych rozważań. Pomędzy wieloma takimi faktami, których dostarcza mi historia mechaniki, wybieram następujący, mający tę zaletę, że przedstawia nam w jasnym świetle przeciwieństwo pomiędzy inducją i dedukcją, jak ono było pojmowane i wyrażone przez Galileusza. W dopiskach na książce p. t.: „Esercizioni filosofiche di Antonio Rocco, filosofo peripatetico“ Galileusz, zwalczając mniemanie zwolenników Arystotelesa, że prędkości dwóch ciał ciężkich spadających są w stosunku ich ciężarów i przeciwstawiając

¹⁾ Jako przykład typowy doświadczeń tego rodzaju wystarczy wymienić doświadczenie, przy pomocy którego Pascal stwierdził zależność poziomu rtęci w barometrze od wysokości, na jakiej znajdowało się narzędzie.

mniemaniu temu twierdzenie własne, że te prędkości nie zależą wcale od ciężarów, pisze, co następuje:

„Trzeba jeszcze, abym wyłożył powody, które, prócz doświadczenia, potwierdzają moje zdanie, jakkolwiek dla ubezpieczenia umysłu tam, gdzie przybywa doświadczenie, nie jest koniecznym rozumowanie, które wszakże podam już to dla waszego pożytku, już to dla tego, że wcześniej byłem przekonany przez rozumowanie, niż zapewniony przez zmysły. Utworzyłem sobie pewnik, którego nikt nie może podać w wątpliwość, i przyjąłem, że każde ciało ciężkie spadające ma w ruchu swym stopień prędkości, określony przez naturę w sposób stały, który gdyby mogło zmieniać, powiększając lub zmniejszając swą prędkość, to nie mogłoby to się stać bez użycia przymusu w celu opóźnienia lub pobudzenia określonego wyżej biegu przyrodzonego. Po tem rozumowaniu wyobraziłem sobie w myśli dwa ciała równej wielkości i ciężaru jak np. dwie cegły, rozpoczynające spadek z równej wysokości w jednej i tej samej chwili; nie można wątpić, że ciała te spadać będą z równą, określoną przez ich naturę prędkością, która gdyby wzrosła przez wpływ innego ciała, to musiałoby to ciało poruszać się z większą prędkością. Lecz, jeżeli wyobrażymy sobie, że cegły spadają razem złączone, któraż z nich mogła by swym impulsem podwoić prędkość drugiej, skoro ta prędkość może być zwiększona tylko przez impuls ciała nadchodzącego z większą prędkością? Należy zatem przyjąć, że złączenie dwu cegieł nie zmienia ich pierwotnej prędkości.

Stąd Galileusz wyciąga wniosek czysto-dedukcyjny, że jeżeli dwa ciała równej materii i różnego ciężaru spadają z różną prędkością, to nie może to zależeć od różnicy ich ciężarów, lecz co najwyżej od różnicy formy sprawiającej, że ośrodek w którym ciała spadają, stawia różny opór ich spadkowi¹⁾“.

¹⁾ Jest rzeczą ważną zauważyć ze stanowiska historycznego, że do tego samego wniosku za pomocą rozumowania w treści swej identycznego z powyższem doszedł B e n e d e t t i w dziele: „Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber“ (Turyn, 1585). Są to procesy myślowe tej kategorii, które M a c h obejmuje nazwą „Gedankenexperimente“ (Zeitschr. für phys. und chem.

Odkrycie prawa bezwładności jest innym, nie mniej nauczającym przykładem zdobywania wiedzy przy przewadze dedukcji. Niemożność dojścia do tego prawa za pomocą prostych indukcji, opartych na bezpośredniej obserwacji, Galileusz jasno pojmuje i wyraża to słowami następującymi:

„Powiadam, że żadne ciało nie porusza się ruchem prostoliniowym. Zaczniemy badanie od rozumowania. Ruchy wszystkich ciał niebieskich są kołowemi; okręty, wozy, konie, ptaki wszystkie poruszają się ruchem kołowym na kuli ziemskiej. Ruchy części zwierząt są wszystkie kołowe i w ogóle znajdujemy tylko ciała ciężkie na spodzie i ciała ciężkie w górze (*gravia deorsum et gravia sursum*), które zdają się poruszać prostoliniowo. Lecz tego nawet nie jesteśmy pewni, zanim nie okażemy pierwej, że kula ziemską jest nieruchomą“. („Dialogo dei massimi sistemi“. Dzień drugi).

Wiadomo, że Galileusz, by przekonać o wiarygodności swej hipotezy o stałości poziomej składowej prędkości pocisku rzuconego poziomo, ucieka się często do rozważania płaszczyzny poziomej, jako przypadku granicznego dwu szeregów płaszczyzn przeciwległe pochylonych, na których kula, wyrzucona w danym kierunku, poruszałaby się oczywiście z prędkościami odpowiednio rosnącemi lub malejącemi, stosownie do pochyleń samych płaszczyzn. Stąd wnosi on, że kula, rzucona jakkolwiek na płaszczyźnie poziomej, poruszałaby się z prędkością ani rosnącą, ani malejącą. Lecz Galileusz nie lęka się bynajmniej co do wartości dowodowej tego doświadczenia idealnego, o ile ma ono prowadzić do stwierdzenia tego, co nazywamy *prawem bezwładności*. Przyjmuje on bez dalszych zastrzeżeń, że ponieważ ta płaszczyzna pozioma nie da się fizycznie odróżnić od części powierzchni ziemskiej, którą już zwolennicy *Arystotelesa* uważali za sferyczną, to ruch jednostajny kuli na niej jest — w granicach możliwych obserwacji — w zupełnej zgodzie tak z hipotezą, sformułowaną później przez *Newtona* w jego pierwszym prawie ruchu, jak i z zasadą *arystotelesową* o trwałości ruchu kołowego

Unterricht, styczeń 1897); za pomocą nich to doszedł *R Mayer* do odkrycia równoważnika mechanicznego ciepła.

i jednostajnego i o zależności prędkości ciał od ich oddalania się lub zbliżania do punktu, do którego dążą ¹⁾). Prawo bezwładności, podobnie jak i prawo ciężenia powszechnego, byłoby prawdopodobnie dotąd nieznanie ludziom, przynajmniej w całej swej ogólności, gdyby oni dla zanalizowania i wyjaśnienia zjawisk, w jakich prawa te się przejawiają, nie mieli innej metody, prócz obserwacji, prostego pomiaru lub prostego stwierdzenia doświadczalnego, nawet wielokrotnego i dokładnego. Zdobyć praw tak ważnych nie było możliwym bez ćwiczenia działalności myślowej, daleko wyższej i bardziej skomplikowanej, niż procesy prostego porównania oraz uogólnienia, opartego na poznawaniu analogij, do wyśledzenia których nie jest konieczną pomoc dedukcji.

VI.

Stosowanie matematyki do opisu i wyjaśnienia zjawisk przyrody daje nam klasyczne przykłady potęgi dedukcji i nadzwyczajnego wpływu właściwego jej stosowania na zdolność postrzegania jednostajności biegu i wewnętrznych analogij pomiędzy zjawiskami pozornie różnemi, których nie można poddać pod jednakowe prawa. Myśliciele greccy mieli o tem zaledwie bardzo słabe przeczucie. Metoda, stosowana przez nich do szukania analogij, na których opierały się ich wyjaśnienia zjawisk mechanicznych i fizycznych, była co do swej istoty podobna do metody, dotąd stosowanej w naukach czysto-opisowych i porównawczych (jak np. w anatomii, lingwistyce, botanice), jeżeli rozumie się, odwrócimy uwagę od mniejszej staranności w porównaniach i rozróżnieniach, a zwłaszcza od braku krytyki w interpretacji świadectw i spostrzeżeń. Cechy te zresztą nie dotyczą istoty samej metody, lecz mają

¹⁾ Co do innych szczegółów w tym przedmiocie można korzystać z wybornego studjum Wohlwilla o odkryciu prawa bezwładności (Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes) ogłoszonym w „Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft“. Lazarusa i Steinthala, 1894.

swe źródło w niedoskonałej koordynacji i podziale pracy naukowej oraz w trudnościach, jakie napotymano wówczas w komunikowaniu i gromadzeniu rezultatów, otrzymywanych przez pojedynczych obserwatorów. Uczni greccy przez wyjaśnienie danego zjawiska rozumieli nie tyle jego analizę i rozkład na części elementarne lub określenie praw jego powstawania, ile raczej zbliżenie lub utożsamienie zjawiska z innymi zjawiskami, pospolitszemi lub bardziej znanymi. Te ostatnie nie sprawiały specjalnego zdziwienia i nie pobudzały już do pytania o ich pochodzeniu. Wobec faktu niezwykłego lub niewyjaśnionego uczeni ci stawiali sobie jako główne zadanie: znaleźć w tym fakcie taką cechę, któraby pozwoliła związać go z jakąś klasą zjawisk, budzących mniej zaciekawienia z powodu ich częstotliwości; to zaś uskuteczniłi, porównyując wprost fakt badany z innym bardziej znanym i do niego podobnym i usuwając z obu cechy przypadkowe, zakrywające ich tożsamość istotną. Przykłady podobne znajdujemy w wyjaśnieniu mechanizmów najprostszych w „Pytaniach mechanicznych“ Arystotelesa, który sprowadza je do przypadku dźwigni. Jako pobudkę do tego działania myślowego wskazywano wyraźnie pragnienie pozbycia się niepokoju i niekiedy (jak np. w przypadku zjawisk meteorologicznych, które stanowiły poważną część spekulacji fizykalnych greków) pragnienie wyswobodzenia się od obawy, jaką sprawiały zjawiska, zbyt różne od zjawisk poddanych kontroli. Wyjaśnienie, czyniące zadość tym warunkom, uważano za dostateczne. Jest to jedna z przyczyn niepoślednich braku ścisłości, który cechuje spekulacje greków nad zjawiskami przyrody. Nie mieli oni wcale pretensyi, by spekulacje te mogły w pewnej mierze przewidywać fakty dotąd nieznanne lub uprzedzać doświadczenie, co dla nas jest warunkiem zasadniczym zaufania do wyjaśnień naukowych. W największej liczbie przypadków rozumowania ich sprawiają na umysłach, wychowanych w metodach ścisłych nauki nowoczesnej, nieprzeparte wrażenie, że gdyby fakt wyjaśniany był całkowicie odmienny od badanego, to uczoney grecki nie uczułby najmniejszego skrupułu w stosowaniu do niego z największą skwapliwością tego samego wyjaśnienia. Teorie fizyczne szkoły epikurejskiej, wyłożone we fragmentach zachowanych w „Żywotach filozofów“ Diogenesa Laertiusa

i w poemacie Lukrecyusza, są godnym uwagi przykładem tej szczególnej różnicy pomiędzy grekami a nami w sposobie oceny stosowności i dostateczności wyjaśnień. Dość powiedzieć na przykład, że Epikur, mówiąc o przyczynach zaćmień, podaje szereg różnych i sprzecznych wyjaśnień, pomiędzy którymi znajduje się naturalnie i wyjaśnienie prawdziwe; wszystkie atoli uważa on za równo godne uwagi i za równo usprawiedliwione, bo za równo niezgodne z przesądnem wierzeniem ludowem, według którego zjawisk takich należy obawiać się, jako przepowiedni nie-szczęść lub oznak gniewu Bożego.

Procesy myślowe, stanowiące część najbardziej zasadniczą dzisiejszych metod wyjaśniania i badania naukowego, mianowicie posunięcie teoryj drogą dedukcyi do ich ostatecznych konsekwencyj, w celu zestawienia ich z jakimkolwiek faktem znanym, poznawalnym lub niezgodnym z niemi; wyzyskanie możliwie drobiazgowo każdego znanego prawa, w celu przekonania się, do jakiego punktu zdaje ono sprawę ze wszystkich szczegółów, ujawniających się w działaniu faktów, a co pozostawia jeszcze niewyjaśnionem i otwartem dla badań dalszych; kombinowanie praw, w celu posługiwania się niemi w analizie pojedynczego skomplikowanego zjawiska: wszystkie te działania, z których żadne nie jest możliwem bez udziału dedukcyi, były, zdaje się, zupełnie obce umyślom pierwszych badaczy. Niechęć do dedukcyi we wszystkich przypadkach, w których ona nie służy do stwierdzenia czegoś, o czem przedtem wątpiono; niezdolność do posługiwania się nią, jako środkiem zabezpieczenia się przeciwko uogólnieniom zbyt pospiesznym¹⁾, przez zwiększenie niejako liczby punktów styczności pomiędzy każdą teorią i faktami, od których można oczekiwać potwierdzenia lub zaprzeczenia; brak cierpliwości—i powiedziałbym—abnegacyi, koniecznej w wysłedzeniu dokładnem konsekwencyj

²⁾ I w badaniach na podstawie czystej indukcyi (statystyka) interwencya dedukcyi staje się niezbędną w tej części procesu, która polega na oddzieleniu zgodności przypadkowych od tych, które mogą prowadzić do określenia praw, kierujących badanemi zjawiskami. Grecy, zdaje się, nie znali wcale najelementarniejszych pojęć rachunku prawdopodobieństwa; napotyamy je może poraz pierwszy u Galileusza.

z hipotez i zasad, mniej oczywistych lub mniej pewnych niż zasady geometryi, choćby jedynym rezultatem podjętego trudu mogło być zaledwie przeświadczenie, że założenia pierwotne były niedostatecznie uzasadnione i że należy powtórzyć robotę z innego punktu wyjścia; nie zadawanie się słabymi analogiami, ale dążenie do tego, by zgodność pomiędzy porównywanymi zjawiskami sprawdziła się aż do najdrobniejszych szczegółów, dostępnych zmysłom naszym lub kontroli narzędzi i pomiaru: — oto cechy, które poznajemy w powyżej wskazanej różnicy pomiędzy metodami dawnymi a metodami, którym zawdzięczamy szybkie postępy nauk fizycznych w ubiegłych trzech stuleciach.

VII.

Powszechne mniemanie, że ta różnica polega jedynie na postawieniu nowej metody, opartej na doświadczeniu i obserwacji, zamiast metody starożytnej, postępującej za pomocą twierdzeń a priori, oraz czystej dedukcji, nie obejmuje bynajmniej i nie wyczerpuje cech istotnych, któremi metody nowe badania różnią się od dawnych, nie uwzględnia bowiem cech najbardziej zasadniczych, z których wynikają pozostałe. Zbadanie przyczyn, które spowodowały mniemanie tak przeciwne danym pozytywnym, jakie daje historia wiedzy, przekraczałyby zadanie tej pracy. Wprawdzie nie można zaprzeczyć, że godne podziwu rezultaty, osiągnięte przez greków za pomocą dedukcji na polu geometryi i następnie utworzenie z niej nauki par excellence, na wzór której powinny kształtować się inne, nie mogły nie przyczynić się do utworzenia niebezpiecznych przesądów lub przesadzonych wyobrażeń o skuteczności rozumowania dedukcyjnego, jako środka sprawdzania i jako narzędzia badania. Popchnęły one do niedojrzałego i nieogłędnego stosowania dedukcji i w innych naukach, których natura lub stopień rozwoju do tego się nie nadawał. Ślad tego wpływu jest widocznym w pismach Arystotelesa i jeszcze bardziej w pismach Platona; dość tu przypomnieć jego słowa

wymowne i pełne zapału, jakeimi w księdze szóstej „Rzeczypospolitej“ głosi wyższość geometryi nad wszystkimi naukami, odmawiając każdemu, kto jej nie zna, prawa zajmowania się badaniami teoretycznymi nad jakimkolwiek przedmiotem.

Lecz byłoby wszakże dalekiem od prawdy: oskarżać tych wielkich myślicieli, jak to często się czyni, o to, że nadużyli dedukcyi, i przypisywać im aberacye, popełnione w wiekach późniejszych przez tych, którzy jak neoplatonicy, na podstawie ich poglądów budowali za pomocą dedukcyj teorye mistyczne lub fantastyczne, lub jak scholastycy, tworzyli argumentacye dialektyczne na obronę własnych z góry powziętych poglądów.

Co się tyczy charakteru przeważnie dedukcyjnego filozofii scholastycznej, to łatwo pojąć, że w epoce kultury, której cechą intelektualną było uznawanie powag, ulubioną metodą rozumowania była metoda, pozwalająca wyciągać największy pożytek z zasad dogmatycznych, które powszechnie przyjmowano lub którym nikt nie śmiał zaprzeczać. Taką właśnie była metoda dedukcyjna, która, jak to wiemy, jest dobrą przewodniczką oczywistości i pewności, bo przenosi do swych wniosków nietkniętymi wszelką wiarogodność i powagę, jaką się cieszą przesłanki. Nie należy się przeto dziwić, że, skoro metoda dedukcyjna miała w pewnej mierze wspólne źródło z dążeniem do uznawania zwierzej powagi tradycyi i z odrazą do wątpienia i badania poza ściśle wytkniętymi granicami, to pierwsze próby reformy i ulepszeń w metodach były niejako protestem przeciwko nadużyciu dedukcyi i jakoby zemstą na korzyść indukcyi. Zwrot do niej uchodził za manifestacyę niedostatecznej wiary w zasady, których nie wolno było rozstrząsać. Napaści Bakona na bezpłodność dialektyki i przeciw sylogistyce Arystotelesa byłyby mniej gwałtowne i zjadłe, gdyby on nie był zmuszony, jak mówi przysłowie, mówić do synowicy, tak aby słyszała świekra; gdyby więc mógł odłączyć swoje zarzuty przeciwko nadużyciu sylogizmu od krytyki przeciw wszystkim przesądom i błędom, które przy pomocy dedukcyi utworzyły straszną falangę, wrogą wszelkiemu postępowi i rozwojowi nauk poza słupy Herkulesowe, zatknięte przez niekompetentne powagi.

VIII.

Nie należy jednak sądzić, że fałszywe, przez reakcję powstałe sądy o odnośnej ważności dedukcji i metody doświadczalnej w badaniu naukowym wywarły wpływ zgubny na rozwój nauk. Zepsuły one raczej teorie filozoficzne lub poglądy spekulacyjne, wyznawane przez uczonych o kwestyach ogólnych metody, nie zaś samą metodę postępowania w badaniach. Praktyka pod tym względem wyprzedziła fazy teorii, i wielką byłaby krzywdą dla postępu wiedzy, gdyby było inaczej. Wielki wpływ, jaki wywarły bez wątpienia na postęp nauk „Novum Organum“ B a k o n a, „Discours sur la méthode“. D e s c a r t e s'a, „Essay on human Understanding“ L o c k e'a polegał nie tyle na ich treści dokładnej i wyczerpującej analizie, lub na czymś więcej niż na nieokreślonych przecuciach, ile raczej na pracy burzącej i krytyce, która oczyściwszy teren, usposobiła go do nowych konstrukcyj procesów badania, z których wyszła nauka nowoczesna.

J e v o n s słusznie zauważył, że rozdział wielkiego dzieła N e w t o n a, poświęcony wyliczeniu norm zasadniczych badania naukowego (regulae philosophandi, jak mówi N e w t o n) jest rzeczą drobną, jako próba sformułowania i skodyfikowania norm, w porównaniu z tem, co bez opowiedzenia zawiera się w pozostałej części dzieła. Jakkolwiek podobnego poglądu nie można wypowiedzieć o wszystkich wielkich uczonych (dość tu wymienić G a l i l e u s z a), to wolno wszakże twierdzić, że spekulacje teoretyczne o nowoczesnych metodach badania mogły znaleźć właściwy i niezależny wykład znacznie później, po pierwszych i stanowczych ich zdobyczach. Powtórzyło się tu to samo zjawisko, co w starożytności z metodą dedukcyjną, której systematyczne stosowanie w geometrii, zapoczątkowane prawdopodobnie przez pytagorejczyków, poprzedziło o kilka wieków konstrukcję teorii syllogizmu przez A r y s t o t e l e s a. Nie ma to oczywiście przemawiać na niekorzyść wartości teoretycznej i praktycznej badań ogólnych nad metodą nauki. Taki sąd niekorzystny byłby nieusprawiedliwiony tak samo, jak podawanie w wątpliwość ważności i pożytku spekulacyj A r c h i m e d e s a nad dźwignią

dla tego, że posługiwanie się nią jako narzędziem i zdobycie wiadomości do tego koniecznych poprzedziło o wiele wieków poszukiwania *Archimedeusza* nad równowagą płaszczyzn, nie stanowiąc własności wyłącznej samego tylko rodu ludzkiego. Gdyby ktoś żądał od *Galileusza* lub *Newtona*, aby ułożyli w schemat ogólny i jednolity normy, jakimi świadomie lub instynktownie posługiwali się w swoich badaniach, otrzymaliby od nich zapewne odpowiedź podobną do tej, jaką miał dać *Fraunhofer* komuś, który zapytywał go o wyjaśnienie sposobu działania nowego obiektywu przez niego zbudowanego: „Zbudowałem go nie dla tego, abym go oglądał, ale dla tego, abym przezeń oglądał inne rzeczy“.

Uwagi ogólne o procesach badania i wskazówki, odnoszące się do metody, nie są wprawdzie rzadkie w pracach wielkich uczonych, którzy zapoczątkowali te nowe procesy i metody, ale nie napotykamy u nich zazwyczaj spójnego i rozwiniętego wykładu kwestyj, odnoszących się do klasyfikacji i analizy operacji umysłowych. Tak np. co się tyczy pojęć zasadniczych jakimi są pojęcia przyczyny, czynnika, wyjaśnienia, przystosowania, to można powiedzieć, że dopiero *Dawid Hume* pierwszy podał je w swych pismach dość głębokiej analizie psychologicznej, która umożliwiła oparcie na nich wykładu systematycznego i uporządkowanego metod badania w naukach fizycznych, podanego później przez *Johna Herschela* w sławnej rozprawie o studyowaniu filozofii naturalnej. Co się zaś tyczy znaczenia hipotezy, jako środka badania, to można powiedzieć, że dopiero we wspomnianem dziele *Herschela* i w równocześnie ogłoszonych pismach *Comte'a* kwestya ta została poruszona poraz pierwszy z ogólnego punktu widzenia, z dokładnością, która licuje z ważnością i trudnością tego pytania.

IX.

I co się tyczy warunków, od których zależy różna stosowność i płodność metody dedukcyjnej w różnych dziedzinach ba-

dania, to it u teorya dość późno, i może jeszcze niezupełnie, wniosła się poziomu praktyki, stawszy się zdatną do usprawiedliwienia tej ostatniej oraz do przewodniczenia praktyce przez uporządkowanie instynktownych i powszechnie używanych procesów w system norm, streszczających się w niewielkiej liczbie zasad ogólnych. Do najpierwszych prac tego rodzaju należy „System logiki“ *Stuarta Milla*, który obiorę za podstawę do przedstawienia terażniejszego stanu tej kwestyi. Najlepszym sposobem przedstawienia odnośnych poglądów *Stuarta Milla* wydaje mi się przytoczenie podanego przezeń rozbioru jednego z powszechniejszych zarzutów przeciwko sylogizmowi, jako środkowi sprawdzania, zarzutu, którego ojcostwo przypisuje się zwykle *Bakonowi*. Zarzut ten naprawdę jest znacznie wcześniejszym i niechaj wolno mi będzie powtórzyć go temi samymi wyrazami, jakie znalazłem w dziele *Πυρρώνεια Ἰποπομπεία Sextusa Empirika*, gdzie, wśród powodzi retorycznych złorzeczeń przeciw rozumowi ludzkemu i wiedzy, zachowały się najcenniejsze resztki teoryj naukowych filozofów greckich, ocenione z punktu widzenia szkoły tak zwanej sceptycznej (t. j. obserwacyjnej), założonej przez *Pyrrona* i prowadzonej w dalszym ciągu przez nowych akademików *Arcezylausa*, *Karneadesa* i *Klitomacha*, którzy żyli w trzecim wieku przed naszą erą. Zwracamy uwagę i na to, że *Sextus Empirik* jest też autorem pod tytułem „Przeciw matematykom“ (*Πρός τοὺς μαθηματικούς*), w którym pomiędzy innemi zarzuca geometrom, że są zbyt naiwni, sądząc, iż unikną wszelkich zarzutów, jakie stawiamy ich pewnikom i pojęciom zasadniczym, jeżeli uciekną się do środka heroicznego i uważać je będą za proste przypuszczenia lub dowolne umowy. Oba słowa *Sextusa Empirika* w rozdziale przeciwko logice *Arystotelesa*.

„Ci co mówią: każdy człowiek jest śmiertelny. Sokrates jest człowiekiem — więc Sokrates jest śmiertelny — w celu stwierdzenia ostatniego zdania przy pomocy pierwszego, przyjmują, że jakkolwiek pewność ma pierwsze, to może ona pochodzić jedynie z indukcji przypadków szczególnych takich, o jakich się mówi we wniosku — rozumują tedy w kole błędnem (*εἰς τὸν δι' ἀλλήλων ἐμπίπτουσιν*). W samej rzeczy, jeżelibyśmy przed wypowiedzeniem twierdzenia ogólnego:

„każdy człowiek jest śmiertelny“ nie byli już przekonani o prawdzie wszystkich twierdzeń szczególnych, które ono obejmuje, to nie mielibyśmy żadnej racji do uznawania go za prawdziwe“. Stąd wnosi on, że żaden syllogizm ani żaden szereg syllogizmów nie może nam dać nic nowego ponad to, co już znaleźliśmy wcześniej; że dedukcja, nie będąc bynajmniej formą typową i bardziej poprawną rozumowania, jest tylko sztuczką sofistyczną w celu zamaskowania przed wzrokiem naszym lub innych ludzi własnej niewiedomości tak, by nasze mniemania, pod inną wyrażone formą, były potwierdzeniem tych samych mniemań“.

Stanowisko, zajęte przez Stuarda Milla wobec tego zarzutu, można krótko scharakteryzować w ten sposób. Przyjmuje on przede wszystkim za zupełnie uzasadnione i za niewzruszalne, że dla syllogizmów typu powyższego, t. j. dla syllogizmów, w których jedną z przesłanek tworzy wypowiedzenie prawa lub twierdzenia ogólnego, spełniają się warunki stosowalności tego prawa. Tak np. w powyższym przykładzie nie ulega zaprzeczeniu, że twierdzenie „Sokrates jest śmiertelny“, należy uważać już za prawdziwe, zanim wypowiemy jeszcze twierdzenie ogólne, orzekające o śmiertelności wszystkich ludzi; nie możemy być pewnymi prawdy tego ostatniego twierdzenia, jeżeli nie upewniliśmy się najprzód o jego stosowalności do wszystkich objętych przez nie przypadków. Stąd, jeżeli pozostaje jakakolwiek wątpliwość o śmiertelności danego człowieka, już przez to samo pozostaje wątpliwość o prawdzie twierdzenia, w którym mówimy o śmiertelności wszystkich.

Nie można więc nie przyznać, że jeżeli przez rozumowanie pojmujemy działanie myślowe, postępujące od rzeczy znanych do nieznanych i rozszerzające pole naszego poznawania, to syllogizmów typu powyższego nie można zaliczyć do rozumowań. Co najwyżej, interpretujemy za pomocą nich i stosujemy w danej okoliczności rezultaty rozumowań dawniejszych, naszych lub obcych, które tradycja przechowuje pod postacią twierdzeń ogólnych, usuwając z pamięci te próby lub fakty, które do tych twierdzeń doprowadziły. Zadanie, jakie spełniać mają syllogizmy tego typu, polega na tem, że dają nam one możność korzystania z doświadczenia przeszłego, naszego i innych, bez potrzeby zwracania się

wprost do wszystkich faktów pojedynczych lub do całego szeregu obserwacji szczególnych, z których się ono składa. Pozwalają tym sposobem w pewnej mierze zapominać o nich, bez zrzekania się atoli pożytku z ich kierownictwa w sądach naszych i w oczekiwaniu faktów, które się jeszcze nie stały lub nie są znane. Prawdziwego rozumowania, t. j. przejścia od orzeczeń o faktach znanych do orzeczeń o faktach jeszcze nieznanach, nie przedstawia ten sylogizm, jakkolwiek korzystamy przy jego pomocy z indukcji poprzednich, przez które doszliśmy do uznania prawdziwości twierdzenia ogólnego. Sylogizm ten nie odpowiada fazie procesu poszukiwania i upewniania się o prawdzie, stanowiąc jedynie mechanizm, ułatwiający nam użytek i przenoszenie prawdy już znanej.

X.

Powyższe uwagi są zupełnie prawdziwe odnośnie do sylogizmów, o których była mowa; lecz byłoby najcięższym błędem utrzymywać, że stosują się one zarówno do sylogizmów wszelkiego gatunku. Jeżeli dążenie naturalne do uogólnień zbyt pośpiesznych mogło wpłynąć chwilowo na wytworzenie się podobnego mniemania, to dość zastanowić się nad ciągłymi od czasów greckich do naszych tryumfami sylogizmu na polu nauk matematycznych, w których stanowi on jedynie przyjęty typ rozumowania i uzasadniania, dość powierzchownie tylko przejrząc wspomniały katalog odkryć, które historia mechaniki wykazuje jako rezultaty rozumowań dedukcyjnych, aby stwierdzić błędność tego mniemania. Są dedukcje i sylogizmy, wyrażające coś więcej i coś innego, prócz prostego stosowania prawidła ogólnego do szczególnego przypadku, w którym *b e z p o ś r e d n i o* poznajemy istnienie cech, jakie pozwalają to prawidło stosować. Są to sylogizmy, w których obie przesłanki są twierdzeniami ogólnymi, wniosek zaś jest nowem twierdzeniem ogólnem, którego nie można uzasadnić przy pomocy indukcji, bez uciekania się do obserwacji i doświadczeń całkiem różnych od tych, jakimi stwierdzono lub można stwierdzić odpowiednie przesłanki.

By scharakteryzować tę klasę sylogizmów, weźmy przykład z historii mechaniki. Rozumowanie, które doprowadziło Huygensa do odkrycia zasadniczych własności środków wahania i do wypowiedzenia poraz pierwszy w formie ogólnej zasady sił żywych, sprowadza się w istocie rzeczy do sylogizmu, którego dwie przesłanki są następujące:

I. Jeżeli wahadło, złożone z pewnej liczby ciał ciężkich, wychodząc ze stanu spoczynku, opisuje pewną część swego całkowitego wahanía, to nabyta w ten sposób prędkość kątowna musi być taka, że gdyby ciężary, z których się składa wahadło, były rozłączone jedno od drugich i zmuszone powracać na mocy prędkości nabytej przez każdy z nich, to dosięgłyby wysokości takich, że ich wspólny środek ciężkości wzniosłby się do poziomu, na jakim znajdował się na początku wahanía ¹⁾.

II. Prędkość kątowna ω , jaką winno mieć wahadło, gdy jego środek ciężkości znajduje się w położeniu danem, aby ciężary z jakich się składa, poruszając się niezależnie jedno od drugich, mogły wzniesć wspólny środek ciężkości do danej wysokości h nad poziom pierwotny, jest związana z tą wysokością za pomocą związku

$$h \sum m = \sum m \cdot \frac{(r\omega)^2}{2g}, \text{ t. j. } 2gh = \omega^2 \frac{\sum mr^2}{\sum m},$$

gdzie m wyobraża masy ciał, z których się składa wahadło, r zaś odpowiednie odległości średnie tych mas od osi obrotu. Ta druga przesłanka jest tylko wystowieniem pod formą odpowiednią do celu prawa odkrytego przez Galileusza, które wiąże prędkość ciała ciężkiego w danym momencie z wysokością, do której ono wzniesćby się mogło.

¹⁾ Si pendulum, a pluribus ponderibus compositum, atque e quiete dimissum, partem quamcumque oscillationis integrae confecerit. atque inde porro intelligantur pondera ejus singula, relicto communi vinculo, celeritates acquisitas sursum convertere, ac quousque possunt ascendere; hoc facto, centrum gravitatis ex omnibus compositae ad eandem altitudinem reversum erit quam ante inceptam oscillationem obtinebat.

Z tych dwóch przesłanek H u y g e n s wnosi, że związek wyrażony przez drugą z nich, istniejąc pomiędzy prędkością kątową wahadła, w spadku swym przechodzącego przez położenie dane, a wysokością, do której na skutek tej prędkości wzniosłby się środek ciężkości składających je ciężarów, gdyby te poruszały się niezależnie jedno od drugich, istnieje również pomiędzy prędkością kątową a wysokością, na której znajduje się środek ciężkości wahadła, zanim ono zaczęło się poruszać. Wniosek ten daje bezpośrednio правило do wyznaczania długości wahadła pojedynczego, którego wahania są izochroniczne z wahaniami wahadła złożonego.

Jest jasnym, że w tym sylogizmie i w sylogizmach tegoż typu, wniosek, do którego dochodzimy, nie był bynajmniej wiadomy lub przyjęty, gdy znanem były przesłanki; jest nawet niedopuszczalnym, aby wniosek ten, chociażby nawet był znany uprzednio za pomocą doświadczenia bezpośredniego, można było podać na poparcie lub na stwierdzenie jednej lub drugiej z przesłanek, zanim pod tą lub ową postacią nie wykonano operacji myślowej, którą przedstawia łączący je sylogizm.

I wogóle, ile razy twierdzimy, że dane zjawisko A jest stale związane z innym zjawiskiem B i nie korzystamy z uogólnienia, opierającego się wprost na zbadaniu faktów, mających związek z danymi dwoma zjawiskami, ale korzystamy z naszego uprzedniego poznania związku pomiędzy zjawiskiem A i trzecim zjawiskiem C , oraz ze związku pomiędzy C i B , wtedy sylogizm, przedstawiający tę operację myślową, stanowi w rzeczywistości postęp w naszym poznaniu. Istotnie, od chwili, gdy wysłedziliśmy związek pomiędzy A i B przy pomocy związku każdego z tych zjawisk ze zjawiskiem C , możemy już widzieć w faktach, w których ten związek się spełnia, proste przypadki szczególne i klasyfikować je wraz z innymi, w których się spełniają związki wyrażone w przesłankach. Tym tedy sposobem na mocy dedukcji jesteśmy zdolni do wykrywania pomiędzy faktami pozornie różnymi związków, których nie mogłaby wykryć obserwacja bezpośrednia.

XI.

Najczęściej w badaniach przytrafia się przypadek, w którym wniosek szukany przedstawia się nie jako wyrażenie związku pomiędzy okolicznością daną lub zjawiskiem A , a inną okolicznością lub zjawiskiem B , ale jako związek pomiędzy grupą okoliczności lub warunków a inną grupą okoliczności lub skutków. Wtedy to wypada często kombinować nie dwa lecz daleko więcej praw i związków, już znanych i udowodnionych pomiędzy pojedynczymi okolicznościami grupy pierwszej i pojedynczymi okolicznościami drugiej, i tworzyć tym sposobem już nie tylko łańcuch lecz sić lub tkankę dowodów, wielokrotnie ze sobą powiązanych. Nie potrzeba nadmieniać, że każde z twierdzeń w tym procesie może być znowu otrzymane nie za pomocą obserwacji bezpośredniej lecz jako wniosek z innych procesów analogicznych, opartych na innych twierdzeniach ogólnych, które znowu możnaby otrzymać tą samą drogą i t. d.

Są nauki, w których taka praca wyboru i wiązania twierdzeń, już znanych lub za prawdziwe uznanych, stanowi środek badania pewniejszy i skuteczniejszy, niż doświadczenie lub obserwacja bezpośrednia, nawet przy pomocy najdokładniejszych narzędzi. W takich naukach jest to nawet jedyny środek uzasadniania i wykrywania nowych praw i nowych związków pomiędzy zjawiskami, stanowiącymi przedmiot ich badań. Nie trzeba tu przypominać, że te gałęzie wiedzy nie są bynajmniej w zastoju; przeciwnie, w nich to postęp naszego poznania jest prędszy, a wyniki ich są najbardziej godnymi podziwu. Twierdzić, że w sylogizmach, składających wykład takich nauk, jak np. geometrya, to, co się orzeka we wnioskach, jest już ukryte w przesłankach, jest nieszczęśliwą i nieodpowiednią przenośnią, wyrażającą tu fakt prosty, któremu zresztą nikt nie przeczy, że twierdzenia, obrane jako podstawowe, są najzupełniej wystarczającymi do uzasadnienia wszelkich wniosków na nich opartych, bez potrzeby uciekania się do pomocy doświadczenia. Tak rozumiane orzeczenie poprzednie wyraża nie wadę ale przeciwnie zaletę procesu dedukcji i wyższość jego w porównaniu z procesem indukcji. Zarzut

powyższy przeciw używaniu sylogizmu ma tu tyle wartości, co zarzut, jakiby postawić można — mówiąc słowami Michała A n i o ł a — sztuce rzeźbiarskiej, że piękna statua jest już zawarta w masie, z której artysta chce ją wydobyć, i że praca jego polega tylko na usunięciu z kawała marmuru części zbytecznych, które przeszkadzają widzieć jego wnętrze.

XII.

Po tem, co wyżej powiedziano, wystarczy już kilka słów na wskazanie okoliczności, od których zależy większa lub mniejsza stosowalność metody dedukcyjnej w rozmaitych dziedzinach badania. Jeżeliby twierdzenia, do których dochodzi się wprost przez indukcję z faktów obserwowanych, były w danej nauce typu takiego: „własność *A* zawsze jest połączona z własnością *B*, własność *C* z własnością *D*, *E* z *F* i t. d.“, a nie zachodził przypadek ten, że jedna i ta sama własność istnieje spólcześnie w dwu różnych twierdzeniach, których związek z dwiema różnymi własnościami ustanawiamy, wtedy oczywiście proces dedukcyi bezwzględnie nie dałby się stosować. W tych okolicznościach nie możnaby było oczywiście ani określić ani wykryć prawa lub związku pomiędzy dwiema własnościami, przy oparciu się jedynie na danych doświadczalnych, dających gwarancję związku każdej z tych własności z trzecią, co właśnie stanowi rozumowanie przez dedukcję. Jedynym typem wyjaśnienia, dającego się stosować do zjawisk tej dziedziny, byłby ten, który charakteryzuje, jak to wiemy, niższe studia rozwoju naukowego. Polega on na zestawieniu bezpośredniem rozważanego faktu z faktami znanymi, z którymi zdaje się posiadać większe podobieństwo lub pokrewieństwo; na poddaniu go, jeżeli to możliwe, pod władzę pewnego uogólnienia już skutecznego, lub — jeżeli to nie jest możliwe — na zapisaniu go osobno, w oczekiwaniu innych faktów podobnych, które pozwolą później dojsć drogą indukcji do odkrycia jakiegoś prawa jeszcze nieznanego. Ogół prawd niezależnych

i niezwiązanych, do których dojść można w ten sposób, stanowi to, co nazywamy prawami empirycznymi. Nauka, z prawd takich całkowicie złożona, miałaby pozór katalogu twierdzeń ogólnych, uzasadnionych przy pomocy różnych grup spostrzeżeń i doświadczeń, nie przydatnych ani do kontroli ani do nadania innym twierdzeniom większej pewności lub znaczenia, niż to, które ewentualnie posiadają.

Jakkolwiek większość nauk, zwłaszcza nauk fizycznych, oddala się znacznie od tego przypadku krańcowego, jest wszakże widocznym, że oddalają się od niego w różnym stopniu i mianowicie tembardziej, im częściej twierdzenia dają się w nich łączyć w sylogizmy, o jakich mówiliśmy. Nauki, w których warunek ten spełnia się tak, że żadne twierdzenie nie jest odosobnione i pozostawione samemu sobie, t. j. nieprzydatne do połączenia z innymi w sposób powyżej wskazany, mają przez to samo popęd do organizowania się i powiedziałbym – do krystalizowania się pod postacią układu wniosków, dających się wyprowadzić z grup twierdzeń zasadniczych; odpowiednio dobranych.

Nie powinno nas zadziwiać, że dedukcja taka już od wieków posiada władzę wyłączną i bezwzględną w geometrii i w ogóle w naukach matematycznych. Są to na prawdę jedyne nauki, z których udało się usunąć całkowicie, i jak się zdaje, ostatecznie wszelki wpływ bezpośredni indukcji. W samej rzeczy, dla pewników i związków zasadniczych, z których matematyka nieprzerwanie korzysta, spełniają się najzupełniej warunki, konieczne i dostateczne przy stosowaniu dedukcji. Albowiem związki pomiędzy figurami, określone za pomocą wyrazów: „równy...“, „większy lub mniejszy od...“, „zlewający się z...“ „funkcja...“, i t. d., „dążyć do tej samej granicy“, „równoważność“, „rzutowość“ i t. d., są wszystkie takimi, że gdy zachodzą pomiędzy jedną wielkością lub figurą a drugą wielkością lub figurą i nadto pomiędzy drugą a trzecią, to wniesć już można, że, niezależnie od wszelkiego stwierdzania bezpośredniego, zachodzą one pomiędzy figurą pierwszą a trzecią ¹⁾.

¹⁾ Typ rozumowania, znanego matematykom pod nazwą indukcji zupełnej, polega w istocie rzeczy, jak to wyjaśnił Poincaré, na udowodnieniu

Nad tym ważnym przedmiotem nie możemy się tu dłużej zastanawiać. Niektóre odnoszące się do niego interesujące spostrzeżenia, są rozrzucone po pracach de Morgana, Macha i Grassmanna. I Helmholtz poświęcił mu kilka uwag w rozprawie swej: „Zählen und Messen“, do której odsyłamy czytelnika, interesującego się tą kwestyą.

XIII.

Z powyższego widać, w jaki sposób odkrycie nowych praw, odnoszących się do danej klasy zjawisk, umożliwiał ich badanie przy pomocy metody dedukcyjnej, jeżeli ono poprzednio nie było możliwe. Tak na przykład w chemii odkrycie prawa określonych stosunków, pozwalając przewidywać stosunki, w jakich łączą się dwie dane substancje, gdy znamy stosunki, w jakich każda z nich wchodzi w połączenie z trzecią, otworzyło drogę rozumowaniu przez dedukcję, zmieniając zarazem po części strukturę samej nauki, bez pozbawienia jej atoli przeważającego charakteru indukcyjnego, który ustawicznie zachowuje.

Do odkryć, które wpływały lub wpływają skutecznie na rozszerzenie sfery stosowalności dedukcji, należą te, które polegają na poznaniu, że w wytworzeniu zjawisk danej klasy działanie wielu współdziałających przyczyn można bez zmiany skutku zastąpić działaniem jednej przyczyny lub mniejszej liczby przyczyn, byleby one były związane z pierwszymi za pomocą związku stałego i określonego. Przykład tego przedstawia działanie na punkt kilku

że w danym przypadku uskutecznić się daje nieokreślony szereg dedukcji które wszystkie mają wspólną przesłankę; w każdej z nich figuruje, jako druga z przesłanek, wniosek otrzymany z poprzedniej dedukcji. Aby indukcja zupełna mogła wykazać, że pewna klasa przedmiotów posiada daną własność, należy przedmioty te uporządkować w ten sposób, aby każdy z nich dał się otrzymać z poprzedzającego tak, jak z niego samego otrzymuje się następny. (Patrz Poincaré. *Sur la nature du raisonnement mathématique*) w „*Revue de metaphysique et de morale*“, 1895.

sił, którego skutek zbiorowy, zgodnie z prawami odkrytymi przez Galileusza, nie zmienia się, jeżeli te siły zastąpimy jedną, dającą się otrzymać za pomocą prostej konstrukcji geometrycznej na odcinkach, wyobrażających siły pod względem kierunku i natężenia. Statyka przedstawia więcej takich charakterystycznych przykładów wpływu odkryć tego rodzaju na powstanie nowych teorii typu dedukcyjnego. Tak np. co się tyczy najprostszego przypadku równowagi, mianowicie równowagi dźwigni, na której są zawieszane ciężarki w rozmaitych odległościach od osi obrotu, to użyta przez Euklidesa i Archimidesa metoda rozumowań dedukcyjnych, prowadząca do określenia warunków, od których zależy ta równowaga, polega w istocie rzeczy na korzystaniu wielokrotnem z następującej własności. Gdy dźwignia znajduje się w równowadze pod działaniem danych ciężarków, równowaga nie będzie naruszona, jeżeli zamiast jednego z nich weźmiemy dwa równe jego połowie i zawieszane w punktach równooddalonych od punktu zawieszenia pierwotnego (Archimedes; lub też jeżeli weźmiemy dwa ciężarki równe pierwszemu i zawiesimy je w punktach położonych pomiędzy podporą i pierwotnym punktem zawieszenia, jeden w takiej odległości od tego punktu, w jakim drugi jest od podpory (Euklides) ¹⁾.

Jednym z najskuteczniejszych, jakkolwiek, niestety, nie zawsze stosować się dających sposobów dojścia do podobnych wyników, t. j. do odkrycia związków, zachodzących pomiędzy różnymi grupami przyczyn, spółdziałających w produkcji danego zjawiska tak, aby można było jedną grupę zastąpić przez drugą bez zmiany skutku — jest badanie oddzielne sposobu działania każdej z tych przyczyn, w celu określenia, co jest niezmiennego i wspólnego w ich zachowaniu się, gdy działają oddzielnie, i gdy znów każda działa wespół z innymi. Właśnie na tej drodze Galileusz, jak już wspominałem, doszedł do największego swego odkrycia, które umożli-

¹⁾ Bliższe wyjaśnienie co do metody Euklidesa czytelnik znaleźć może w moim artykule: „Su una dimostrazione del principio della leva, attribuita ad Euclide in un manoscritto arabo della Biblioteca Nazionale di Parigi (Bulletino di Storia e Bibliografia matematica, novembre—dicembre, 1897).

wiło mu stworzenie dynamiki, jako nauki dedukcyjnej, t. j. do odkrycia zasadniczego prawa ruchu, które wyraża się w ten sposób, że gdy więcej sił spóldziała w wytworzeniu danego ruchu, to w tem spóldziałaniu nie przestaje każda z nich wytwarzać takiego samego skutku, jakiby wytworzyła, działając osobno. Było to wbrew mniemaniu, poprzednio powszechnemu, że np. działanie 'ciężaru w wyrzuconym pocisku zawiesza się na czas pewien lub przynajmniej zmienia się radykalnie przez sam fakt, że pocisk znajdował się pod działaniem innej przyczyny ruchu, jak np. uderzenia lub pchnięcia, za pomocą którego go wyrzucono. Przed odkryciem i jasnym sformułowaniem tego prawa, mechanik, pragnący wyznaczyć dedukcyjnie ruch, wytworzony przez jednoczesne działanie kilku sił, których sposób działania byłby mu doskonale znany, znalazłby się wobec podobnych trudności, jak chemik, któryby chciał a priori określić własności związku, jedynie na podstawie znajomości własności części składowych.

XIV.

To, co powiedziano wyżej o warunkach, od których zależy rozmaita stosowalność i płodność metody dedukcyjnej w rozmaitych dziedzinach badania, pozwala też łatwo wyrobić sobie pojęcie o naturze pożytków, jakie daje jej stosowanie we wszystkich przypadkach, gdy to jest możliwem, i zrozumieć, jakie są przyczyny poglądu, powszechnie i jakby instynktownie przyjmowanego, że rozszerzenie pola działania rozumowania dedukcyjnego należy uważać za pożądane i odpowiadające istotnemu postępowi nauk, w których je stosujemy. Pomędzy temi pożytkami jest jeden, nad którym zastanawialiśmy się już szeroko, przytaczając poglądy Arystotelesa na funkcję dedukcyi, jako narzędzia sprawdzania; i dlatego tu zatrzymamy się nad nim tylko o tyle, o ile to jest koniecznem do wyróżnienia tego pożytku od innych. Polega on na kontroli wzajemnej, jaką twierdzenia, związane przy pomocy dedukcyi, mogą wywierać jedne na drugie, i na obopólnem poparciu,

siły niejako zbiorowej wszystkich faktów i wszystkich sprawdzeń, które każde z twierdzeń przedstawia oddzielnie. Jak w państwie dobrze urządzonym, każda krzywda lub niesprawiedliwość, wyrządzona ostatniemu z obywateli, odczuwaną bywa z niemniejszym natężeniem i każdej zapobiega się z niemniejszą energią, jak gdyby doznała jej osoba bardziej wpływowa i bogata; podobnie w nauce uporządkowanej dedukcyjnie wszelkie twierdzenie, chociażby bardzo skomplikowane i pracowicie zdobyte, nie doznaje mniejszej ochrony przeciw wątpliwościom i zaprzeczeniom, niż twierdzenia widocześniejsze i pierwotne—jeżeli tylko rozumie się, odwrócimy uwagę od ewentualnych błędów materyalnych rachunku, których prawdopodobieństwo można uczynić praktycznie dowolnie małym. W takich naukach żadnego faktu ani żadnej wiadomości nie uważamy za wystarczające do osłabienia prawdziwości twierdzenia dowiedzonego, jeżeli ten fakt lub ta wiadomość nie mają takiej siły, by mogły nietylko wstrząsnąć zaufaniem naszym do twierdzenia, któremu zdają się wprost zaprzeczać, lecz nadto zmusić nas do zmiany lub do porzucenia przynajmniej jednego z twierdzeń zasadniczych, któremi posługujemy się w dowodzeniu.

Lubo wyłożony dopiero co pożytek metody dedukcyjnej jest wielki, a przez filozofów i uczonych greckich za jedynie ważny ¹⁾ był poczytywany, mimo to należy sądzić, że ta właściwość metody dedukcyjnej najbardziej była czynną w rozszerzeniu metody dedukcyjnej we wszystkich możliwych przypadkach. Są i inne pożytki ważniejsze; ważność ich poznajemy coraz lepiej z postępem analizy metod badania; rosną one wraz z rozwojem nauk i zwiększaniem się dziedzictwa poznania ludzkiego i opierają się na tej właściwości dedukcyi, mocą której upraszcza ona i ułatwia opis oraz charakterystykę przebiegu zjawisk badanych, pozwalając

¹⁾ Nie znaczy to bynajmniej, że w pewnych gałęziach badania, a specjalnie w astronomii, posługiwali się oni dedukcją, bardziej jako środkiem przedstawienia i koordynowania faktów, niż jako prostym środkiem sprawdzania i upewniania się. Godnym uwagi pod tym względem jest fragment u Pappusa, połączony przez Hultscha z rękopisu greckiego w Watykanie (Hultsch, Pappi Coll. III, praef).

kierujące zjawiskami prawa przedstawiać w myśli naszej za pomocą najmniejszej liczby twierdzeń ogólnych, streszczających ogół możliwie rozległy faktów szczegółowych i przypadków specjalnych, pozornie różnorodnych. Do zrozumienia, w jaki sposób dedukcja służy do tego celu, wystarczy przykład typu najprostszego i elementarnego rozumowania dedukcyjnego, polegającego na ustanowieniu zależności związku, zachodzącego w danych okolicznościach pomiędzy dwoma zjawiskami A i B , od uprzednio stwierdzonego niezależnie faktu, że przy danych okolicznościach zjawisku A towarzyszy stale trzecie zjawisko C , które znow z drugiej strony występuje w połączeniu ze zjawiskiem B . Jest widocznem, że w tym przypadku każdy z warunków lub każda z okoliczności, od których zależy istnienie związku, wyrażonego w jednej z przesłanek, liczy się do okoliczności, od których zależy związek wyrażony we wniosku; gdy tymczasem pomiędzy okolicznościami, od których zależy spełnienie się wniosku, mogą być niektóre, których obecność nie jest wymagana dla utrzymania się związku, wyrażonego przez jedną z przesłanek. W samej rzeczy, aby wniosek był pewny, powinny spełniać się nie tylko warunki, od których zależy prawdziwość jednej z przesłanek, lecz nadto i te warunki, od których zależy prawdziwość drugiej; te dwie grupy warunków mogą być zupełnie różne i niezależne jedna od drugiej. Podobnie zerwanie łańcucha może być spowodowane jakąkolwiek z przyczyn, powodujących zerwanie jednego z pierścieni; gdy tymczasem nie jest prawdziwem twierdzenie odwrotne, że każda przyczyna, o której wiemy, że jest zdolna do zerwania łańcucha, powinna być już przez to samo zdolna do spowodowania zerwania jednego określonego z pomiędzy pierścieni tegoż. Warunków, którym powinno stać się zadość, aby łańcuch nie uległ zerwaniu, jest daleko więcej, niż warunków potrzebnych na to, by nie uległ zerwaniu jeden oznaczony pierścień. Podobnie w sylogizmie, o którym mowa, warunki i zastrzeżenia, jakim ma się stać zadość, by jedna z przesłanek była prawdziwa, będą w ogólności mniej liczne, przedstawiać się będą tedy częściej razem i zachodzić będą w większej rozmaitości przypadków, niż cała grupa warunków prawdziwości twierdzenia, otrzymanego z nich przez dedukcyę. Znaczy to innemi

słowy, że przesłanki są ogólniejsze, że obejmują lub panują nad większą liczbą faktów szczegółowych, których nie obejmuje i nie opanowuje wyprowadzone z nich twierdzenie¹⁾. Podobne lub analogiczne rozważania zastosować można i do innych bardziej zawyłych typów rozumowania dedukcyjnego, i jest jasnym, że nabierają one tem większej ważności, im dłuższy jest szereg twierdzeń, poprzez które dochodzimy do danego wniosku.

Ta redukcja faktu lub prawa do innych praw lub faktów ogólniejszych stanowi to, co nazywamy wyjaśnieniem naukowym. Pożytki, tkwiące w tym procesie, są zupełnie niezależne od tego, czy fakty lub prawa na których opiera się wyjaśnienie, przedstawiają się umysłowi naszemu jako bardziej znane lub bardziej widoczne od faktów lub praw wyjaśnianych, czy też nie. Stosowana w ten sposób dedukcja, jako środek wyjaśniania, pozwala jednym wejrzeniem i jednym aktem myśli

¹⁾ Ta skuteczność dedukcji, jako środka uogólniania, zachodzi nawet zawsze i wtedy, gdy nie ma żadnego przypadku realnego, lub gdy wiemy, że jakkolwiek istnieją warunki prawdziwości jednej lub drugiej z przesłanek, to równocześnie nie spełniają się wszystkie inne warunki potrzebne później do uzasadnienia obu oraz wniosku z nich wyprowadzonego. Możemy to wyjaśnić na przykładzie. Gdyby prawa Keplera odpowiadały ruchom istotnym ciał niebieskich nie mniej dokładnie, niż im odpowiadają wnioski, otrzymane przez dedukcję z praw Newtona, to zastąpienie pierwszych przez drugie stanowiłoby mimo to krok ku większej ogólności, albowiem prawa Keplera odnoszą się tylko do ruchów, jakie planety mają istotnie, prawa zaś Newtona (pomijając nawet to, że obejmują w sobie i ruchy ciał ciężkich na powierzchni ziemi) mówią i o tych ruchach, które planety miałyby lub miećby mogły, gdyby rozkład początkowy mas i prędkości był inny.

W naukach, mających związek z praktyką, t. j. odnoszących się do faktów podległych w części kontroli woli ludzkiej, przewidywania odnoszące do tego, co zachodziłoby, gdyby miały miejsce warunki, jakich przedtem nie było, są ważniejsze, niż wiadomość o tem, co zachodzi lub zachodziło zawsze bez tych nowych warunków.

Dla tego to dedukcja spełnia daleko ważniejszą funkcję jako środek wynalazku niż jako środek odkrycia. Doniosłość jej w wynalazkach mechanicznych wyjaśnił dobrze Reuleaux („Kinematik“). Można znaleźć w tym przedmiocie wyjaśnienia w dziełach Kappa („Philosophie der Technik“) i Espinasa („Technologie des Grecs“).

objąć całą różnorodność i mnogość faktów, których rozważanie odmienne wymagałoby daleko większej liczby działań i poważnych wysiłków intelektualnych. Przy jej pomocy umieszczamy się na stanowisku, z którego analogie, stosunki i związki pomiędzy badanymi zjawiskami układają się w naszym umyśle tak, jak szczegóły topograficzne danej okolicy przedstawiają się wzrokowi obserwatora, patrzącego na nią z wysokości. Dedukcja powiększa więc uzdolnienie nasze do spostrzegania porządku, jednostajności i praw stałych wśród tłumnego następstwa faktów i zdarzeń, albo inaczej— że tu użyjemy słów Platona (Księga 7, „Rzeczypospolitej“)—pozwala rozróżnić jedność w mnogości (τὸ ἓν ἐν πολλοῖς ὁρᾶν) i to rozeznąć okiem ducha bieguny niezmiennie, wokół których kręci się chaos i ciągła kolej zjawisk i wrażeń.

Jeżeli za cel badania naukowego uważamy w ogóle zbudowanie ogółu teoryj obrazów myślowych, odpowiadających coraz doskonalej faktom, przez nie wyobrażanym, i pozwalających na przewidywanie pewniejsze, dokładniejsze i donioślejsze przebiegu faktów, oraz na kontrolę coraz skuteczniejszą środków, jakimi rozporządzamy w celu zadość uczynienia naszym potrzebom i urzeczywistnienia naszych aspiracyj — to trzeba będzie uznać, że głównym zadaniem dedukcji jest postawienie nas w możności dojścia do tych celów za pomocą sposobów możliwie prostych oraz przez redukcję do minimum działań myślowych, materyałów, faktów i doświadczeń do tego potrzebnych.

XV.

Może to wydawać się paradoksem, gdy powiemy, że potęgą dedukcji pod tym względem jest taka, że nie tylko odkrywamy przez nią własności najogólniejsze i elementarne badanych faktów, lecz zarazem pod jej wpływem powstaje w umyśle naszym przeświadczenie, iż prawa i własności zjawisk mogłyby być prostszymi i ogólniejszymi, niż są w rzeczywistości. Jest to wszakże nie paradoks ale prawda zupełna. Tak np. fakt, że nie istnieją ciała doskonale sztywne lub płyny doskonale nieściśliwe, nie przeszkadza

fizykowi badać i określać, jakie własności musiałyby posiadać te ciała, gdyby istniały; nie przeszkadza mu wiązać i analizować praw przy pomocy dedukcji, poznawać zależności ciał jednych od drugich, jakby szło o własności ciał rzeczywiście istniejących. Na tej drodze dochodzi on do wniosków, które można stosować do ciał, nie będących ani doskonale sztywnymi, ani bezwzględnie nieściśliwymi, jeżeli tę niedoskonałość sztywności lub nieściśliwości uważamy za taką, że pomiędzy zachowaniem się istotnym ciał a zachowaniem się ich modeli idealnych nie zachodzi rozbieżność zbyt wielka, prowadząca do błędów lub niezgodności, których nie wyrównywa pozyskane uproszczenie. Zupełnie analogicznie postępować zapewne musieli pierwsi badacze form i figur ciał, wyzwalając je pod jakiegokolwiek rozważania innych własności samych ciał lub materii, z której się składały. Ten prosty proces abstrakcji, który równocześnie zapewnił możliwość i konieczność stosowania dedukcji do badania własności przestrzeni, wydaje się nam dziś czemś tak prostym i naturalnym, że nie możemy nawet pojąć, jakich to wymagał on trudów i wysiłków intelektualnych. Można by więc nazwać mistycznym i metafizycznym, w złym znaczeniu tego wyrazu, sposób wyrażania się Platona, gdy opisując ten proces myślowy, powiada, że polega on na tem, iż niejasne i nieokreślone następstwo zmiennych i ułudnych obrazów zmysłowych zastępujemy ich prototypami lub modelami niezmiennymi i trwałymi oraz kontemplacją form ($\epsilon\iota\delta\eta$) lub wiecznych idei rzeczy, względem których odpowiadające im przedmioty zewnętrzne są jakby cienie w stosunku do ciał cień rzucających. Fakt, że dziś skłaniamy się do odwrócenia tej przenośni, że w naszych teoriach i abstrakcjach widzimy raczej cienie rzeczy, a nie w przedmiotach realnych cienie naszych pojęć i naszych abstrakcji, nie powinno nam zasłaniać części prawdy, tkwiącej w tym sławnym i poetycznym micie platońskim, który ludzi, ogarniętych wrażeniami, do abstrakcji niezdolnych, przyrównywa do osób, siedzących w jaskini półciemnej, z ramionami wzniesionymi ku szczelinie, przez którą przenika do wnętrza słabe światło, dające niewyraźne i zniekształcone cienie przedmiotów zewnętrznych. Platon wyraziłby się prawdopodobnie inaczej, gdyby prócz przykładów, jakich dostarczyły mu ówczesna geometria i astronomia,

znał jeszcze inne przykłady tej upraszczającej idealizacji, stanowiącej pierwszy warunek niezbędny stosowania dedukcji w badaniu zjawisk natury.

XVI.

Należy zaznaczyć—co wynika zresztą jasno z podanych przykładów procesu upraszczającego—że stosowanie to staje się możliwym dla tego, iż istnieją rzeczywiście zjawiska, których sposób zachowania się nie odbiega bardzo od tego, jakiby rzeczywiście zachodził, gdyby ściśle sprawdzały się przypuszczenia, zawarte w określeniu własności modeli idealnych. Zachodzi to wszakże jedynie tylko wtedy, gdy pomiędzy przyczynami, określającymi istotnie sposób zachowania się zjawisk rzeczonych, niektóre są przeważającymi i to tak dalece, że względnie do nich inne uważać można za proste okoliczności zaburzające (perturbacyjne). Gdy ten warunek nie spełnia się w dostatecznym stopniu, wtedy napotykałyśmy olbrzymie przeszkody w tym rodzaju odkryć, które uznaliśmy za najskuteczniejsze i najbardziej stanowcze w określeniu stosowalności metody dedukcyjnej w nowych dziedzinach badania. Pomyślmy na przykład, z jakimi nieprzewidywanymi przeszkodami walczyć by musiało odkrycie prawa ciężenia powszechnego, gdyby położenia i masy planet nie pozwalały w pierwszym przybliżeniu pomijać ich działań wzajemnych wobec przeważającego działania słońca na każdą planetę lub wobec działania ziemi na księżyc ¹⁾.

¹⁾ Jest prawdopodobnem, że gdyby Huygens zamiast trzech praw Keplera znał jedno tylko, a mianowicie trzecie (wyrażające stałość stosunku kwadratów czasu obiegu T do sześciątów z odległości największych r od słońca), to doszedłby przed Newtonem do określenia prawa ciężenia. W samej rzeczy, jeżeli przypuścimy (jak to przyjmowano przed odkryciem pierwszych dwu praw Keplera), że planety obiegają słońce po okręgach kół ruchem jednostajnym, to w powyższym związku zamiast T można podstawić $\frac{2\pi r}{v}$ i będzie:

Astronomowie, jak to zauważył Schiaparelli, byłiby wtedy w położeniu podobnem do tego, w jakim znajdują się meteorologowie. Wtedy bowiem niepodobna by było stosować taktyki, która doprowadziła do wielkich zdobyczy, taktyki rzymskiej *divide et impera*, polegającej na doraźnem rzucaniu się na przeciwnika i uosobionej poetycznie w opowieści o Horacyuszach i Kuryacyuszach. Albo — jeżeli weźmiemy inny przykład z mechaniki — większej nierozdzielności działania tarcia niż innych przyczyn, określających równowagę i ruch, przypisać należy prawdopodobnie fakt, że zagadnienie o równowadze ciała ciężkiego na równi pochyłej, jakkolwiek niemniej proste i elementarne od zagadnienia o równowadze dźwigni, dopiero znacznie później zostało rozwiązane. Trudności, przeciwstawiające się rozwiązaniu tego pytania i innych analogicznych (np. o działaniu klina lub śruby)

$$\frac{4\pi^2 r^3}{v^3} = \text{stałej, stąd } v^3 r = \text{stałej (1)}.$$

Jeżeli teraz w wyrażeniu na siłę odśrodkową, podanem przez H u y g e n s a

$$F = \frac{m v^2}{r}$$

podstawimy zamiast v wartość z równania (1), będzie:

$$F = \frac{m \frac{\text{stała}}{r}}{r} = \frac{k}{r^2},$$

gdzie k oznacza stałą.

Stąd mógł H u y g e n s wnieść bezpośrednio, że siła, potrzebna do utrzymania planety na jej orbicie, powinna zmieniać się w stosunku odwrotnym do kwadratu z odległości od słońca.

Trudnoby znaleźć inny odpowiedniejszy przykład na wykazanie wpływu, jaki mieć mogą w określaniu odkryć nowych praw, uproszczenia mimowolne, które zawdzięczamy częściowej nieznanomości naszej zjawisk badanych. Przykład ten wyjaśnia olbrzymią różnicę, zachodzącą pomiędzy poznaniem zawartem w przesłankach sylogizmu a poznaniem, zawartem we wniosku, jaki z nich może być wyprowadzony.

można porównać ¹⁾ z trudnościami, jakie napotkałby Archimedes w swoich badaniach hydrostatycznych, gdyby miał jedynie możliwość obserwowania ciał pływających tak drobnych, że skutki działania na nie siły ciężkości byłyby zupełnie zamaskowane działaniem włoskowatości.

Te uwagi wykazują, jaki wpływ na postęp dedukcyjnej organizacji danej gałęzi wiedzy wywrzeć mogą doświadczenia nowe lub sztucznie wywołane, w których niektóre z przyczyn, zwykle współdziałających w wytworzeniu zjawisk badanych, przeważają nad innymi; pozostałe zaś przechodzą na plan dalszy i nie znikają zupełnie, ulegając tylko, że tak powiem, atrofii. Tak np. wynalazek broni palnej dał obserwatorom nowe fakty, w których dwa warunki, głównie określające trajektorę wyrzuconego pocisku, energiczniej usuwały się z pod perturbacyjnych wpływów innych warunków. Okoliczność ta bardziej, niż to zdawać się może, przyczyniła się do odkrycia praw zasadniczych ruchu; prawa zaś te umożliwiły dopiero utworzenie dynamiki, jako nauki dedukcyjnej, pracą Galileusza, Huygensa, Newtona. Obłężenia i wojny, które trapiły kraj nasz w ciągu stulecia, oddzielającego chwile urodzenia się Leonarda i Galileusza, były prawdziwymi współpracownikami w utworzeniu mechaniki doświadczalnej. Dość przeczytać zresztą pierwszy rozdział dzieła Newtona o układzie świata (*Liber de Systemate mundi*), w którym on streszcza uwagi, jakie doprowadziły go do odkrycia ciężenia powszechnego, aby przekonać się, że kuli armatniej z punktu widzenia historycznego należy się miejsce owego legendowego jabłka, któremu tradycja wyznacza niezasłużony bynajmniej honor pobudzenia Newtona do odkrycia prawdziwej przyczyny ruchu księżyca.

¹⁾ Tego przykładu używa Crookes (*Presidential Adress to the Society for physical Research 1895*) dla pokazania, do jakiego stopnia nasza znajomość lub niezajomość praw przyrody może zależeć od okoliczności zupełnie subiektywnych i bynajmniej nie związanych z większą lub mniejszą komplikacją faktyczną zjawisk.

XVII.

Dodamy jeszcze jedno spostrzeżenie, wiążące się z poprzednio podanymi uwagami o pożytku idealizacji, upraszczających badanie zjawisk złożonych, na które wpływają przyczyny liczne i różnorodne.

Łatwość, z jaką takie uproszczenia nadają się do wyprowadzania nowych wniosków przy pomocy samych operacji myślowych i niezależnie od jakiegokolwiek badania bezpośredniego faktów konkretnych, oraz bezwzględna bezpożyteczność powoływania się na te fakty celem zapewnienia poprawności samym dedukcyom, bywa nieraz powodem, że tracimy z oczu rzecz ważną; zapominamy mianowicie o tem, iż przed stosowaniem otrzymanych wyników do przypadków realnych należy zbadać koniecznie, czy dla tych przypadków spełniają się istotnie warunki teorii, t. j. czy w nich można istotnie pominąć wpływ wszelkich przyczyn, których nie uwzględniła teoria.

Bezpośrednim skutkiem tego zaniedbania jest to, że poszukiwanie zwraca się zbyt wyłącznie ku rozwinięciu i dalszemu opracowaniu najbardziej dalekich wniosków z założeń, które przyjęto dla tego, że najprzód nasunęły się umysłowi. Natomiast mało przypisujemy wagi rozważaniom i rozbiорom, które mogą nam przewodniczyć w sprawie określenia samych założeń w sposób najodpowiedniejszy tak, aby teorye na nich zbudowane prowadziły istotnie do celów, jakim służyć mają.

Badacz, mówi *Descartes* — naraża się wtedy na niebezpieczeństwo znalezienia się w położeniu, w jakim znajduje się skwapliwy w spełnianiu poleceń swego pana sługa, który, by nie tracić czasu, puszcza się w drogę, zanim otrzyma wyraźne zlecenia i rozkazy.

Protestem przeciwko takiemu postępowaniu są też sławne słowa *Newtona*: „*Hypotheses non fingo*“.

„Należy strzedz się takiego niebezpieczeństwa, o którym mówi też rada, tak często i pod tylu postaciami powtarzana przez filozofów greckich, że teorye mają swe obowiązki względem faktów, gdy

tymczasem fakty nie mają praw do teoryj“; *Ὅθ̄ γὰρ ἔνεκα τῶν λόγων τὰ πράγματα συντελεῖσθαι ἀλλ̄ ἔνεκα τῶν πραγμάτων τοῦς λόγους* ¹⁾).



O ZASADACH TERMODYNAMIKI

przez

Wł. Gosiewskiego.

(Notatka druga) ²⁾.

Rozważajmy teraz układ ciał, które rozróżniać będziemy liczbami: 1, 2, 3, . . . , ogólnie i , i oznaczmy przez (s_i, v_i) parametry, określające stan ciała i , a przez U energią wewnętrzną całego układu. Wtedy U jest funkcją jednowartościową wszystkich parametrów (s_i, v_i) , w ten sposób, że

$$(11) \quad dU = \sum_i \frac{\partial U}{\partial s_i} ds_i + \sum_i \frac{\partial U}{\partial v_i} dv_i,$$

$$(12) \quad T_i = \frac{\partial U}{\partial s_i},$$

¹⁾ Cfr. Diogenes Laertius VIII, 9 (Μόσω). Jest ciekawem, że właśnie ten sam zarzut (t j. skłonności większej do przekształcania faktów, aby je przystosować do teoryj, niż do zmiany teoryj i przystosowania ich do faktów) Arystoteles („De coelo“ II, 13) podnosi przeciwko pytagorejczykom, których teorie astronomiczne lepiej, jak wiadomo, zgadzają się z poglądami dzisiejszemi, niż teorie Arystotelesa. Wyraża on to mówiąc: „ὅθ̄ πρὸς τὰ φαινόμενα τοῦς λόγους παῖ τὰς ἀλίτιας ζητοῦντες ἀλλὰ πρὸς τινας δόξας παῖ λόγους αὐτῶν τὰ φαινόμενα προσέλκοντες παῖ πειρώμενοι: συγκοσμεῖν“.

Czyż można znaleźć lepsze potwierdzenie powyższych myśli o tem, co stanowi w rzeczy samej różnicę charakterystyczną pomiędzy metodami badania Arystotelesa, a metodami badania Kopernika i Galileusza?

²⁾ Patrz „Wiad. mat.“ Tom II, str. 7.