

**Stefan Konstańczak**

## O pożytkach z eksperymentu myślowego w nauce

*О пользе из мыслительного эксперимента в науке*

Robert Piotrowski, *Demon Maxwella. Dzieje i filozofia pewnego eksperymentu*,  
Wydawnictwo Akademickie Dialog, Warszawa 2011, ss. 330

Nauki przyrodnicze stanowią arenę odwiecznych sporów pomiędzy zwolennikami determinizmu a indeterminizmu. Pytanie o to, czy spór ten w ogóle jest rozstrzygalny, ma równie fundamentalny charakter dla filozofii, co moment początku świata. Dla zwykłego śmiertelnika otaczający świat jest uporządkowany i przejawia linearną ciągłość, co pozwala planować przyszłość i stosunkowo trafnie przewidywać następstwa podejmowanych działań. Ale to przecież nie dzięki nam jest to możliwe, ale dzięki stałości praw przyrody, które w każdym momencie czasowym obowiązują bezwzględnie. Taki stabilny obraz świata implikuje określoną wizję rzeczywistości zdeterminowaną stałością praw w nim obowiązujących. Kłóci się to w jakiś sposób z dynamiką samego życia człowieka. Nic zatem dziwnego, że naukowcy od wieków próbują taki deterministyczny obraz świata podważyć, a zatem również bezwzględny charakter praw przyrody. Na pozór jest to działanie bezsensowne, gdyż żadna jednostka nie może dysponować mocą wystarczająco wielką, aby taki obraz świata podwa-

żyć. Zawsze jednak może skonstruować abstrakcyjny obraz przebiegu jakiegoś zjawiska fizycznego i zastanawiać się nad jego sensownością. Nic zatem dziwnego, że w nauce w ogóle, a zwłaszcza w filozofii, najpierw konstruuje się abstrakcyjne modele, które następnie podlegają weryfikacji przez naukowca tak jakby rozważane zjawiska rzeczywiście miały miejsce. Jest to sposób postępowania właściwy dla eksperymentu naukowego. Historia nauki pokazuje bowiem, że takie eksperymenty, nawet tylko dopuszczające teoretyczną możliwość podważenia determinizmu któregoś z praw fizycznych, poprzedzały na ogół obalenie teorii, którą dotąd uznawano za niepodważalną.

Jednym z nich był słynny eksperyment Maxwella, w którym zasadniczą rolę odgrywał abstrakcyjny demon hipotetycznie niedopuszczający do wzrostu entropii w układzie zamkniętym, co stoi przecież w sprzeczności z fundamentalnym we współczesnej nauce drugim prawem termodynamiki. Ale przecież cała historia nauki jest historią ludzkich błędów i zmagania z determinantami, z którymi nasze

myślenie nie chce się pogodzić. Niejednokrotnie taki upór w podważaniu „prawd wieczystych” doprowadził do tego, że w końcu to, co teoretycznie niemożliwe, okazywało się możliwe.

Robert Piotrowski swą książkę poświęcił właśnie historii i konsekwencji wynikających dla całej nauki z eksperymentu myślowego Jamesa Maxwella, który w taki sposób wskazał tylko na hipotetyczną możliwość podważenia wszechwładnej II zasady termodynamiki. Wedle autora, praca ma realizować trzy cele, z których pierwszoplanowym jest przedstawienie historii samego eksperymentu oraz wszystkich jego późniejszych modyfikacji. Kolejny cel ma charakter wtórny, gdyż zakłada zbadanie zasadności i sensowności używania w nauce narzędzi w rodzaju eksperymentów myślowych. Trzeci zaś cel ma wydźwięk *stricte* filozoficzny, gdyż akurat ten eksperyment myślowy odegrał w nauce szczególną rolę, a zatem osiągnął status interdyscyplinarny i jego oddziaływanie wykroczyło daleko poza ramy fizyki. Właśnie wpływ, jaki eksperyment ten wywarł na nauki humanistyczne oraz na biologię, chemię, a nawet ekonomię, autor stara się uchwycić w swej książce. Zadanie jest niełatwe, a dodatkowo skomplikował je fakt, że wyłożenie treści zostało dostosowane do możliwości odbioru czytelnika posiadającego tylko wykształcenie ogólnohumanistyczne. Książka z tej racji jest szczególnie interesującą lekturą dla filozofów, gdyż jak wskazuje R. Piotrowski, „mamy do czynienia raczej z przypadkiem chętniej, choć niekoniecznie

udolnej absorpcji motywów fizycznych przez przedstawicieli innych nauk, niżli z ekspansją fizykalizmu przeprowadzoną wysiłkiem samych fizyków” (s. 5).

Taki sposób zakreślenia celów stawianych przed książką oraz jej naukowy i zarazem popularny charakter skłonił autora do przyjęcia specyficznego układu jej treści, tak aby jak najwięcej zainteresowanych lekturą było w stanie przyswoić jej treść. W pierwszej kolejności czytelnik spotka się z bardzo rzeczowo i jasno wyłożoną istotą i historią eksperymentów myślowych w różnych naukach. Przy tej okazji czytelnik może się przekonać, że niektóre z tych eksperymentów są mu także znane, a tylko nie zdawał sobie sprawy z celu, dla którego zostały sformułowane. Dotyczy to zwłaszcza eksperymentów Galileusza i Newtona, o których jest mowa również w szkolnych podręcznikach. Przy okazji omawiania filozoficznego znaczenia eksperymentów myślowych, autor dzieli je na konstruktywne i destruktywne, czyli na takie, które mają potwierdzić daną teorię, bądź ją zanegować. Nietrudno się domyślić, że eksperyment Maxwella należy do eksperymentów drugiego rodzaju. Jednak dużo istotniejsza wydaje się kwestia naukowej legitymizacji samego eksperymentu oraz jego wyników. Autor trafnie wskazuje na to, że sam eksperyment myślowy nie przynosi odkrycia naukowego, a tylko jest do niego wstępem. Z drugiej zaś strony słusznym wydaje się stanowisko Ernsta Macha, że tego typu eksperymenty są czymś powszechnym

w nauce, i w pewnym sensie towarzyszą każdemu badaniu naukowemu. Kontynuując tę myśl, można zarazem wykazać, że zdecydowana większość eksperymentów myślowych jest chybiona. Ich powszechność nakazuje jednak uznać, wbrew stanowiskom kwestionującym zasadność tego typu procedur, których autor przytoczył wiele w tej części pracy, że stanowią one konieczny składnik procedury badawczej. Weryfikacja dowolnej hipotezy nie wydaje się bowiem możliwa bez przeprowadzenia stosownych eksperymentów myślowych. Na dodatek ich zastosowania wymaga ekonomia działalności badawczej, gdyż dzięki nim naukowcy nie podejmują się zadań niewykonalnych lub nieprowadzących do pożądaných rezultatów.

Lektura kolejnego rozdziału wymaga od czytelnika posiadania wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych, przynajmniej na poziomie średnim. Autor jeszcze oszczędza czytelnika niezbyt zorientowanego w niuansach fizyki klasycznej, wprowadzając co prawda już pierwsze wzory, ale dla ich zrozumienia wystarcza uważna lektura samych tylko treści rozdziału. Można nawet zauważyć, że przy okazji omawiania historii tytułowego eksperymentu autor koncentruje się na przełomie w fizyce, jaki wprowadziło sformułowanie kolejnych teorii zjawisk fizycznych. Można się także dowiedzieć, że II zasada termodynamiki stała się wskaźnikiem historii wszechświata, bo wystarczy tylko porównać dwa stany energetyczne dowolnego układu, aby wiedzieć który z nich jest wcześniejszy, a który póź-

niejszy. Koniec wieku XIX oferuje zatem nowy uogólniony model świata, który jeszcze wyznacza mechanika, aczkolwiek uzupełniona już nowymi teoriami. W rozdziale tym autor odważnie wiąże przełom, jaki dokonał się w fizyce z przełomem kulturowym, który w naukach humanistycznych zyskał nazwę modernizmu. W tym przekonaniu niewątpliwie przejawia się akceptacja Hegłowskiego ducha czasu, bo nie jest łatwo inną drogą połączyć np. poezję Apollinaire'a z samym Maxwellem. Spotkamy w tym rozdziale wreszcie samego Maxwella i historię jego eksperymentu myślowego, który przeszedł do historii nauki pod mianem „demon Maxwella”. Autor jednak nieco osłabia znaczenie tego faktu dla fizyki, gdyż początkowo więcej miejsca poświęca demonowi Laplace'a, niż temu, o którym mówi tytuł książki. Rozdział ten jest zatem w pewnym sensie – ujmując żartobliwie – wprowadzeniem do historii demonologii w fizyce, co zdaje się potwierdzać także jego końcowa część.

Kolejne dwa rozdziały autor poświęcił sporowi o sensowność stosowania formuły „demon” w fizyce. Stanowisko, jakie zajął w tym sporze polski fizyk Marian Smoluchowski, zostało przyjęte za punkt graniczny pozwalający wyodrębnić dwie fazy tego sporu. Pierwsza z nich dotyczy sporu, jaki rozpoczął się w fizyce jeszcze za życia Maxwella, a trwał do początku XX wieku. Dyskusje na temat demonu w tym okresie wiązały się albo z próbami drobnych modyfikacji demonu Maxwella w celu udo-

skonalenia eksperymentu, bądź na próbach podważenia jego założeń. Wśród postaci uczestniczących w tych dyskusjach przewija się plejada znakomych uczonych, w tym również filozofów, jak np. Poincaré. Ostatecznie, jak wynika z treści rozdziału, w rezultacie tych sporów bez szwanku wyszła zarówno II zasada termodynamiki, jak i sam eksperyment myślowy Maxwella.

Drugą fazę sporów zapoczątkował w latach dwudziestych XX wieku węgierski fizyk Leó Szilárd, który zmodyfikował początkowy kształt samego eksperymentu, niejako go redukując do zaledwie jednej cząsteczki stanowiącej ciało robocze silnika cieplnego. Autor słusznie wskazuje, że w tym przypadku nie tyle chodziło o redukcję eksperymentu, co na wprowadzenie dodatkowego czynnika, jakim dla inteligentnego demona staje się wówczas sprawa lokalizacji położenia tej cząsteczki. Szilárd zaproponował także inny wariant eksperymentu, wprowadzając do układu dwa różne gazy, które co prawda nie oddziałują ze sobą, ale samorzutnie podlegają wzajemnej przemianie stosownie do zmieniających się warunków. Wyjątkowe znaczenie eksperymentów Szilárda dla treści książki polega na tym, że podjął on „pierwszą bezpośrednią próbę powiązania entropii mikroskopowej z informacją dostępną dla obserwatora” (s. 96). Kontynuatorzy myśli Szilárda korzystali już z odkryć mechaniki kwantowej, w tym zwłaszcza zasady nieoznaczoności. Jeszcze większe komplikacje w źródłowym ekspery-

mencie myślowym wprowadziło zastosowanie teorii informacji. Stosunkowo prosty eksperyment myślowy Maxwella stał się w taki sposób niezauważalnie wielkim wyzwaniem matematycznym, a na dodatek znalazł pewne zastosowanie w informatyce, gdyż pozwolił udowodnić, że przy aktualnym stanie wiedzy nie da się skonstruować „całkowicie bezstratnego” komputera, a proces przybliżania się do pożądanego ideału nie ma granic (s. 112). Autor kończy ten rozdział wskazaniem perspektyw, w których kolejne modyfikacje eksperymentu myślowego Maxwella będą mogły służyć przede wszystkim wyeliminowaniu samego demona. Jeśli by się to udało, to rzeczywiście II zasada termodynamiki straciłaby swój wszechogarniający status.

W dalszych rozdziałach autor zajął się prezentacją koncepcji odwołujących się do eksperymentu myślowego Maxwella zrodzonych na gruncie biologii i chemii. R. Piotrowski zaczyna od biologii, choć punktem wyjścia swych rozważań uczynił jak najbardziej fizyczne rozważania Smoluchowskiego. Organizmy żywe dla wielu myślicieli z samej swej istoty wydawały się bowiem idealnym zaprzeczeniem wielu niepodważalnych praw fizyki. Wystarczy wskazać na serce, które wykonuje gigantyczną pracę, a wcale się nie nagrzewa jakby omijając siły tarcia. W świetle koncepcji przedstawionych w tym rozdziale okazuje się, że proste obserwacje nie dają się przekuć w nowe prawa fizyczne, bowiem organizmy żywe stałość swych funkcji życiowych za-

wdzięczają wymianie energii z otoczeniem, zatem nie można ich traktować jako układu izolowanego. Co istotne, próby podważenia II zasady termodynamiki na tej drodze doprowadziły do sformułowania nowych kierunków badań w naukach biologicznych, jak choćby energetyki ewolucyjnej. W świetle rozważań przedstawionych w książce możemy jednak zaobserwować ewolucję Maxwellowskiego eksperymentu zbliżoną do tej, jaka miała miejsce w fizyce. Otóż od wielkich układów organicznych rozważania na ten temat przeniosły się w sferę mikroświata, do nanomechanizmów.

Dla humanistów największe zainteresowanie niewątpliwie wzbudzi rozdział szósty, który traktuje o próbach wykorzystania eksperymentu myślowego Maxwella w humanistyce i ekonomii. Szczególnie interesujące wydają się tu próby jego wprowadzenia na grunt historiozofii, gdy rozważa się następstwa czasowe zdarzeń jako pochodne działalności „demonów”. Tym niemniej i na tym polu wszelkie próby podważenia II zasady termodynamiki należy uznać za nieudane, a czasem nawet wręcz kompromitujące swoich autorów. Na zakończenie tego rozdziału autor funduje nam jeszcze wycieczkę śladami demonów po literaturze fantastyczno-naukowej, w tym również po książkach Stanisława Lema.

Książkę kończą ciekawe refleksje autora nad tym, co właściwie przyniósł nauce eksperyment myślowy Maxwella. Niewątpliwie była to bardzo płodna myśl, która doprowadziła do wielu odkryć w nauce, a jednocześnie wykazała niewzruszoność praw

przyrody, które okazały się niewrażliwe na ludzkie starania i zabiegi. Z drugiej zaś strony, historia obecności demonów w nauce to rejestr pokładów ludzkiej ciekawości i upartego podążania myśli ludzkiej wbrew narzucającym się determinantom i ograniczeniom. Ewolucja demonów oddaje także przesunięcie punktu ciężkości rozwoju nauki z fizyki w stronę matematyki. Demon współczesny to już nie proces fizyczny a proces obliczeniowy. Autor, jakby uprzedzając ewentualne pretensje dociekliwych czytelników, po zakończeniu swych rozważań dodał cztery aneksy. Pierwszy z aneksów to tłumaczenie oryginalnych wypowiedzi Maxwella o swoim demonie, drugi przybliży naukowe dokonania samego Maxwella. Kolejne zaś aneksy prezentują natomiast działy nauki, którym autor poświęcił najwięcej miejsca w swej książce: termodynamikę i teorię informacji.

Podsumowując wrażenia z tej niezwykłej podróży przez dwa wieki nauki, jaką zafundował autor swoim czytelnikom, pojawić się może wrażenie pewnego niedosytu. Otóż w gąszczu faktów historycznych, opisów rozmaitych teorii i koncepcji naukowych oraz przykładów, wątek filozoficzny znalazł się jakby na dalszym planie. A przecież cała książka w sumie jest pochwałą filozofii i jej tradycyjnych metod opisywania świata. Eksperyment myślowy jest bowiem pochwałą racjonalizmu, czyli całej tradycji filozoficznej, a tytułowy demon Maxwella jest przeciwieństwem tego doskonałym przykładem. Niemniej jednak książkę czyta się bardzo dobrze, nawet czytel-

nik, który nie jest miłośnikiem nauk ścisłych odniesie z lektury niebagatelną korzyść, gdyż zauważy, że nauka jest pewną całością, w której każda droga dochodzenia do prawdy jest dopuszczalna pod warunkiem jednak-

że, że chce się coś zmienić. Bo tak naprawdę nauka jest całością dynamiczną, w której niepokój twórczy, niezgoda na istniejący stan rzeczy, ciągle jeszcze posiada decydujące znaczenie.