

Fizyka dziedziną matematyki?

Jakub Dranczewski

Matematyka jako królowa nauk zdaje się przewijać dość często w powszechnej świadomości, a w każdym razie na pewno w wypowiedziach ludzi próbujących usilnie zmotywować innych ludzi do pilnej nauki tegoż przedmiotu. Z pozoru rozumowanie to przebiega zupełnie logicznie: fizyka to taka matematyka zaaplikowana do opisywania rzeczywistości, chemia to fizyka w małej skali, biologia to chemia w organizmach, a socjologia to poddział biologii dość ekstensywnie skupiający się na jednym rodzaju zwierząt. Więzy tego typu można tworzyć praktycznie między każdymi dwoma naukami (ku uciesze gawiedzi oraz frustracji naukowców specjalizujących się w danej dziedzinie nauki i gotowych z oddaniem bronić własnej domeny), tym samym wiążąc różnorakie sfery nauki z matematyką, będącą pośrodku tej sieci. Jednak o ile połączenie między biologią a socjologią może się jeszcze wydawać w pewnym stopniu naciągane, to już dwie nauki będące na szczycie tej specyficznej drabiny, czyli matematyka i fizyka, zdają się połączone tak nierozzerwalnie, że nikt nawet nie próbuje kwestionować ich specyficznej jedności. Bo i cóż tu kwestionować? Fizyka niezaprzeczalnie czerpie z matematyki pełnymi garściami, a na wyższych poziomach fizycznej abstrakcji nauki te zdają się od siebie na niektórych płaszczyznach niemal nierozróżnialne. Może więc budzić to swego rodzaju filozoficzne pytanie (za które zapewne nie zdobyłbym sobie zbyt dużej sympatii w środowisku fizyków, ale zobaczymy, dokąd się te rozważania potoczą), czy fizyka ma rację bytu jako rodzaj nauki? Czy może bardziej adekwatnym (choć jakże mniej godnie brzmiącym) terminem byłby poddział matematyki testujący, które z licznych matematycznych działań, wzorów i operacji mają jakiegokolwiek odniesienie do rzeczywistości? To z pozoru błahе pytanie ma moim zdaniem spore znaczenie i rozważanie go może pomóc nam w głębszym zrozumieniu definicji nauki jako takiej, a także tego, dlaczego fizyka jest ważnym elementem ludzkiej cywilizacji.

Na pierwszy rzut oka obie dziedziny nauki zdają się być do siebie bardzo podobne, czego dowodzi między innymi kilka przykładów, które pozwolę sobie przytoczyć. W matematyce mamy liczby zespolone, które zdawałoby się praktycznie w żaden sposób nie odnoszą się do rzeczywistości, ale są bardzo przydatnym skrótem, pozwalającym rozwiązywać jak najbardziej rzeczywiste problemy. W fizyce kwantowej natomiast jedną z głównych koncepcji jest funkcja falowa, która sama w sobie sensu fizycznego nie ma, ale wystarczy wykonać na niej kilka operacji i już dostajemy jak najbardziej rzeczywiste informacje o cząstce, takie jak jej pęd czy położenie. Można nawet wskazać dość ciekawą symetrię między tymi dwoma sytuacjami, bo i pierwiastek urojony i funkcja falowa zaczynają mieć rzeczywisty sens, gdy się je podniesie do kwadratu. W obydwu naukach

bardzo silny jest element „co by było gdyby”, czyli odkrywanie nowych działów nauki przez rozważanie możliwych zależności. Jednym z moich ulubionych przykładów takiego procesu są liczby p-adyczne, o których usłyszałem na wykładzie doktora Jakuba Byszewskiego na Uniwersytecie Jagiellońskim. Żeby do nich dojść, trzeba zacząć od zdefiniowania opartej na liczbach pierwszych waluacji p-adycznej (która sama w sobie jest już bardzo ciekawa, bo zaaplikowana do geometrii pozwala na przykład udowodnić, że każdy punkt w środku koła jest jego środkiem, a każdy trójkąt jest równoramienny), a następnie podstawić tę waluację zamiast wartości bezwzględnej do definicji liczby rzeczywistej, bo w sumie dlaczego nie. Ten proces wymyślania rzeczy nieoczywistych bardzo często pojawia się także w fizyce, a podczas jednego ze swoich wykładów, w którym miałem okazję uczestniczyć, profesor Krzysztof Meissner zasugerował wręcz, że jest najważniejszym elementem współczesnej fizyki, jako przykład podając teorię Einsteina, który w praktyce postawił hipotezę, że kształt czasoprzestrzeni zależy od pewnych związanych z energią i pędem parametrów przestrzeni, opisał to równaniem, a potwierdzenie nadeszło później. W sercu tego odkrycia był moment zastanowienia i niejakego gdybania, tak kluczowy dla wielu odkryć matematycznych. Jako ostatni już przykład (choć lista podobieństw zdaje się nie kończyć) podam jedną z moich ulubionych cech obydwu dziedzin, czyli niewątpliwą miłość zajmujących się nimi naukowców do pięknych dowodów. Czy to matematyk udowadnia aksjomatycznie, że jeden dodać jeden to w istocie dwa (o którym to dowodzie słyszałem głównie legendy, ale krótkie sprawdzenie w internecie potwierdza, że istnieje), czy to fizyk wyprowadza zachowanie z pozoru prostego wahadła matematycznego z pomocą funkcji eliptycznych (czego byłem świadkiem i przyznam, że wciąż jestem pod wrażeniem). Te wszystkie podobieństwa, jak i niezaprzeczalne przesączenie obydwu nauk matematycznymi wzorami i równaniami, sugerować by mogło, że fizyka z matematyką się praktycznie zlewa.

Wszystkie powyższe cechy wskazują na niewątpliwe podobieństwo fizyki do matematyki, jednak nie sądzę, by były one wystarczające, żeby skategoryzować fizykę jako jej dział. By dojść do ostatecznych wniosków musimy się przede wszystkim zastanowić, co stanowi o odrębności dziedziny nauki. Jedną z takich cech jest z pewnością specyficzny język. Każda nauka ma swoje wyjątkowe słownictwo. Socjolog niekoniecznie zrozumie wywód biologa o genetyce, matematyk nie zawsze od razu dostrzeże sens w rozważaniach chemika. Przy fizyce i matematyce problem ten robi się o wiele bardziej skomplikowany, bo można powiedzieć, że obie te dziedziny dzielą wspólny język - język wzorów, symboli, równań i dowodów. Spotkałem się wręcz ze stwierdzeniem, że fizyka jest nauką polegającą na przepisywaniu rzeczywistości na język matematyki. O ile na pewno da się wyodrębnić pewien zakres słów i sformułowań charakterystycznych jedynie dla fizyki, czy jedynie dla matematyki, to język używany w obu dziedzinach stanowczo nie jest jednoznacznym argumentem pozwalającym nam z absolutną pewnością stwierdzić, czy fizyka jest od matematyki odrębna, czy też nie. Przejdę więc do dwóch innych cech, które moim zdaniem charakteryzują dziedziny nauki: metody i celu badań.

Tu zaczyna się robić ciekawiej, i nie powiem, bardziej optymistycznie dla czytelników kibicujących separacji fizyki. Zaczniemy od metody badawczej występującej w obydwu naukach. Mimo, że

obie dziedziny, jak już wcześniej pisałem, silnie bazują na momentach zastanowienia „co by było gdyby”, podejście do nich w matematyce i fizyce zdaje mi się diametralnie inne, gdyż diametralnie inne są implikacje takiego momentu namysłu. Gdy fizyk wpadnie na z pozoru genialny pomysł, szybko może okazać się, że rzeczywistość nie jest dla niego w tym przypadku szczególnie łaskawa. Wystarczy, że eksperymenty nie zgadzają się z teorią i z przebłysku geniuszu nici - trzeba myśleć dalej, lub też dostosowywać swoją ideę tak, by pasowała do rzeczywistości. Matematyk nie musi przejmować się rzeczywistością. Jeśli tylko chce, ma absolutną wolność w tym, co robi. Jest być może ograniczony aksjomatami, ale przecież zawsze może je zanegować, przepisać, czy stworzyć zupełnie od nowa. Może nie poszerzy w ten sposób naszej wiedzy w zakresie zdefiniowanym przez tradycyjną aksjomatykę, ale stworzy dziedzinę zupełnie nową, często bardzo interesującą. Może okaże się, że znajdzie jakieś zastosowanie (tak było ze wspomnianymi wcześniej liczbami p-adycznymi), może okaże się, że nie. Jednak nie jest to tak ważne, ważniejsze są same wnioski, do których można dojść przyjmując pewne, czasem niestandardowe założenia. Matematyk może kształtować świat, fizyk próbuje ukształtować swe działania tak, by pasowały do rzeczywistości. Eksperyment ma tu niejako znaczącą wyższość nad rozważaniami teoretycznymi, mogąc je w każdej chwili zanegować. Każde z tych podejść ma swój urok i summa summarum dąży do czegoś innego, o czym wspomnę za chwilę, ale niewątpliwie wyróżniona w tym akapicie różnica jest znaczącym argumentem wskazującym na fakt, że fizykę i matematykę należy rozpatrywać jako osobne nauki.

Kolejną ważną cechą każdej nauki jest jej cel. Musi w końcu jakiś istnieć, skoro od dawien dawna tylu ludzi skłonnych jest do rozpoczęcia kariery naukowca. W wielu naukach jako cel określa się „zrozumienie”. Biolodzy próbują zrozumieć działanie natury, chemicy działanie budulca materii, a fizycy, zdaje się najbardziej ambitnie, próbują zrozumieć wszechświat. I tu pojawia się ważne w tych rozważaniach pytanie - do czego dążą matematycy? Czy można powiedzieć, że matematykę się odkrywa, czy bardziej adekwatnym stwierdzeniem byłoby, że matematykę się tworzy? Sądzę, że na pytanie to odpowiedziałem w pewnym stopniu już w poprzednim akapicie - matematyk ma absolutną wolność twórczą, może stworzyć co zechce. Nowy rodzaj liczb? Proszę bardzo. Proces rozcinania kuli na kawałki, które po złożeniu stworzą dwie kule identyczne z początkową? Nie ma problemu! Czy fizyka jest pod tym względem gorsza od matematyki? Cóż, niepoprawne wydaje mi się stwierdzenie, że matematyk tworzy, a fizyk ogranicza się jedynie do odkrywania kawałek po kawałku rzeczy, które już istnieją. Nowe teorie w fizyce wymagają, moim zdaniem, jednakowej kreatywności i finezji, co te tworzone w matematyce. Fizyk nie odkrywa praw natury po prostu ją obserwując. Kluczem do odkrycia tychże praw jest stworzenie ogromnej liczby koncepcji, które potem skonfrontować należy ze światem dookoła. Część zostanie odrzucona, lecz część pozostanie - to jest główna idea odkrycia w fizyce. Podczas, gdy matematyk może wymyślić cokolwiek i sprawić, by działało, fizyk musi wymyślić tego czegokolwiek tyle samo, a do tego jeszcze zrobić to tak, by choć część jego teorii zgadzała się z rzeczywistością. Obie rozważane dziedziny nauki zdają się być pod tym względem bardzo podobne, a jednocześnie diametralnie różne. Najważniejsze w fizyce jest odkrywanie ograniczeń, które stawia przed naukowymi rozważaniami świat, i fizyka nie

staje się przez to w jakiś sposób upośledzona względem matematyki, więcej - powiedziałbym, że zdobywa dodatkowy, odkrywczy wymiar, którego konkurencyjnej nauce brak.

W ogłaszaniu odrębności fizyki, oprócz rozważań opartych na definicji nauki umieszczonych powyżej, bardzo ważne wydaje mi się też to, jaki wpływ dziedzina ta miała na ludzkość. Ciężko odmawiać statusu osobnej nauki dziedzinie, która w tak znaczący sposób oddziaływała na rozwój naszej cywilizacji. Od starożytności i najprostszych maszyn bojowych, po dzisiejsze potężne komputery, przez wieki osiągnęliśmy coraz więcej dzięki dogłębniemu zrozumieniu świata fizycznego. Moim zdaniem fakt, że jesteśmy w stanie nie tylko zrozumieć w dużym stopniu otaczający nasz świat, ale też często przewidzieć jego zachowanie, jest jedną z kluczowych cech, które determinują naszą pozycję jako gatunku dominującego na Ziemi. Nie próbuję tu rzecz jasna negować wkładu matematyki w rozwój ludzkości i kultury. Co więcej, bez matematyki fizyka praktycznie nie miałaby prawa istnieć. Można jednak powiedzieć, że jest to prawdziwe w obie strony - bez fizyki wiele dziedzin matematyki nie byłoby tak rozwiniętych, jak jest dzisiaj. Matematyka i fizyka podtrzymują się nawzajem i pomagają ludziom stawiać kolejne kroki w swoim rozwoju jako cywilizacja i moim zdaniem przede wszystkim dlatego zasługują na miano oddzielnych nauk.

Moim celem w tych rozważaniach stanowczo nie było stwierdzenie, która z dwóch nauk jest lepsza czy ważniejsza, choć być może niektóre ich fragmenty mogły wyglądać jak swego rodzaju konkurs między matematyką i fizyką. „Lepszość” którejkolwiek dziedziny nauki jest zupełnie innym tematem na inne rozważania, których wynik i tak zapewne mocno zależałby od tego, na jakim wydziale zadamy pytanie. Wydaje mi się jednak, że mimo wielu wskazanych podobieństw między matematyką i fizyką, udało mi się zademonstrować (a w każdym razie dogłębnie zbadać) różnice między tymi dziedzinami, pokazać, że fizyka jak najbardziej zasługuje na miano osobnej nauki, miano dziedziny, która odcisnęła swe piętno na ludzkiej cywilizacji. Wiele osób (zapewne fizyków szczególnie) być może powie, że rozważania takie są bezcelowe, że przecież oczywiste jest, iż fizyka zasługuje na miano nauki. Jednak nauka sama w sobie nie polega przecież na akceptowaniu oczywistości, tylko na negowaniu ich i sprawdzaniu, co z tego będzie - postawa taka jest podstawą zarówno matematyki i fizyki. A nawet jeśli rozważania powyższe nie doprowadziły mnie do jakiejś praktycznej prawdy, która do czegoś mi się w życiu przyda, to przecież zawsze mogę powiedzieć (za moim znajomym naukowcem, który zapewne wolałby w tej sytuacji pozostać anonimowym) „niby te nasze badania mają jakieś rynkowe zastosowania w dyskach twardych (co zawsze podkreślamy w artykułach), ale no przecież nie po to je robimy!”.