

Rola fizyki teoretycznej w kształceniu nauczycieli fizyki

WSTĘP

Aktualność tematyki poruszanej w niniejszym artykule ma według autorów niebagatelny rodowód. Pogląd, że kształcenie nauczycieli fizyki na poziomie akademickim winno odbywać się tak samo jak kształcenie nie-nauczycieli (a więc praktycznie przyszłych pracowników nauki) konkuruje ze skrajnie przeciwnym poglądem, że merytoryczne kształcenie nauczycieli winno w nieznacznym tylko stopniu wychodzić praktycznie poza ramy fizyki szkolnej, a główny ciężar studiów merytorycznych winien spoczywać na wszelkiego typu pracowniach (fizyka jest przecież w szkole nauką par excellence zjawiskową!) oraz metodyce fizyki szkolnego zakresu. W tej ostatniej wersji lub w wersjach do niej zbliżonych przedmioty objęte nazwą "fizyka teoretyczna" zdają się nie mieć specjalnie uzasadnionej racji bytu i często przez studentów, ale również nierzadko (niestety) przez nauczycieli akademickich bywają traktowane, w odczuciu autorów, jako coś w rodzaju "zła koniecznego", lub zbędnego "zawężania" poziomu, a w każdym razie jako coś od czego wolą się odsuwać tzw. "doświadczalnicy" i "metodycy", gdyż to coś wydaje się chyba mieć dla nich wymowę raczej "mowy" matematycznej i takiejże filozofii niż "prawdziwej" fizyki. Autorzy będąc fizykami teoretykami chcą w niniejszym artykule podać swój punkt widzenia na "złoty środek" tych dwóch skrajnych poglądów, przy czym pod nazwą "złotego środka" rozumieją zgodnie pogląd, że fizyka (ta przez duże "F") obojętnie jakiego zakresu (czy szkolnego czy akademickiego) jest tylko jedna, gdyż wierzą oni w jeden wszechświat a nie

w mnogość różnych od siebie wszechświatów. Nazwy "fizyka doświadczalna" i "fizyka teoretyczna" oznaczają (i to może jest obecnie anachronizmem) różnorodność podejść oraz metod badawczych, które muszą występować razem, równolegle, jeżeli prawdziwą fizyką mamy się zajmować czy to w szkole średniej czy wyższej. Zdaniem autorów, przyroda wypowiada się (na ogół krótkotrwale) w zjawiskach w trakcie doświadczenia (pokazu), ale opisywać ją umiemy tylko matematyką, gdyż matematyka jest jej językiem. Tą drugą częścią, "rozmową" z przyrodą za pomocą jej języka zajmuje się fizyka teoretyczna, pierwszą - fizyka doświadczalna. Jak więc te dwie części rozdzielić? - nie da się tego zrobić bez szkody dla poznania prawdy. A więc tak jak uznajemy dualizm korpuskularno-falowy, winniśmy uznać istnienie dualizmu doświadczalno-teoretycznego przy poznawaniu fizyki, obojętnie na jakim poziomie. Zwracając się ku poziomowi szkoły średniej zauważmy bowiem nierozłączność aspektu doświadczalno-teoretycznego na każdym kroku. Przeprowadzając doświadczenie, wykonując pomiary i zapisując (np. w postaci "sakramentalnej" tabelki) ich wyniki, a przedtem pokazując i krótko opisując uczniom potrzebne do tego przyrządy, posługujemy się metodami doświadczalnymi, w momencie jednak dostrzeżenia prawidłowości wśród odpowiadających sobie wyników pomiarów i zapisania ich w relacji proporcjonalności dwóch wielkości fizycznych, a następnie po wprowadzeniu, omówieniu i nazwaniu współczynników proporcjonalności, po zapisaniu tej prawidłowości w postaci równania matematycznego posługujemy się już metodami fizyki teoretycznej. Nie można obejść się bez nich przy trafnym (tzn. ścisłym przy uwzględnieniu percepcji ucznia) formułowaniu praw fizyki, a każdy zgodzi się chyba z tym, że takie formułowanie ułatwia ich rozumienie, a przez to jest istotne w procesie nauczania fizyki. Dlatego też w programie fizyki na kierunku nauczycielskim powinna być i jest fizyka teoretyczna, dlatego też w kształceniu nauczycieli fizyki metodyka fizyki winna być, zdaniem autorów, tak prowadzona, by w równej mierze uwzględniała oba aspekty: doświadczalny i teoretyczny poruszanych przezeń problemów fizyki szkoły średniej.

MIEJSCE I FUNKCJA FIZYKI TEORETYCZNEJ W STRUKTURZE PROGRAMU FIZYKI NA NAUCZYCIELSKICH STUDIACH AKADEMICKICH

Kształcąc na studiach akademickich przyszłych nauczycieli fizyki musimy zdawać sobie sprawę z oczywistej prawdy, iż musi on mieć szansę być kiedyś autorytetem dla swojego ucznia (również ucznia zdolnego), odpowiadając na jego potrzeby intelektualne i zainteresowania, rozwijając je i kształtując. Umysł młodego adepta kierunku nauczycielskiego musi być więc tak wyćwiczony, by mógł on w miarę łatwo chłonąć i przyswajać oraz częściowo przekazywać uczniom te "nova" w fizyce, które się pojawiają podczas jego pracy w szkole, czyli co najmniej przez jakieś 30 lat, licząc od chwili ukończenia przezeń studiów. Chcąc dobrze uczyć, musi więc on oczywiście umieć i rozumieć o wiele więcej niż wynosi zakres haseł programowych, które ma przekazać uczniom.

Na starszych latach studiów stacjonarnych zapowiedź przyszłych kłopotów nauczycielskich młodego nauczyciela fizyki uwidacznia się już na hospitacjach lekcji prowadzonych przez studenta w ramach obowiązkowych praktyk pedagogicznych. Oprócz trudności manualnych podczas przygotowywania przezeń pokazów, ewentualnie (tam gdzie w szkole są po temu możliwości, czyli praktycznie bardzo rzadko) ćwiczeń, występują często trudności wynikające z niepewności odnośnie nabytej wiedzy merytorycznej. Przejawia się to w niepewności przy stawianiu pytań, lęku przed koniecznością ustosunkowania się do odpowiedzi ucznia, obawą przed pytaniami ze strony klasy itp. Dzieje się tak, ponieważ ów student ("świeżo upieczony" nauczyciel) nie rozumie dostatecznie ducha fizyki, nie ogarnia jej jako całości, nie widzi tej całości, harmonii i syntezy drobnych prawidłowości układających się w jedną zwartą budowlę podstawowych praw rządzących na odpowiednich sceneriach rozgrywania się zjawisk makro, submakro i mikroświata. Oboje autorzy od wielu lat prowadzą również zajęcia dydaktyczne na studiach zaocznych, jeden z autorów też przez kilka lat prowadził zajęcia z fizyki teoretycznej na Studiach Przedmio-

towo-Metodycznych (prowadzonych przez ówczesne CDN w Nowym Sączu). Okazuje się, że mają identyczne spostrzeżenia. Otóż nauczycielom o wiele (oczywiście w sensie statystycznym) łatwiej jest przypomnieć sobie, czy też opanować nowe pomiarowe techniki potrzebne w pracowni fizycznej niż przypomnieć sobie, czy też nauczyć się operować ogólnymi pojęciami fizycznymi w sposób wykraczający poza standardowe szkolne sformułowania podręcznikowe używane na co dzień, a prostsze, ogólniejsze i przez to łatwiejsze i "korzystniejsze", gdyż implikujące całą masę treści fizycznej objętej zakresem szkolnych haseł programowych. Tak więc okazuje się, że w trakcie codziennej praktyki szkolnej wielu nauczycieli przewycięża (lepiej lub gorzej) początkowe trudności związane z organizacją lekcji i techniką szkolnych eksperymentów, tylko nieliczni jednak są w stanie uzupełniać samodzielnie braki z zakresu zagadnień fizyki podstawowej. Te zaś wynikają z nienależytego opanowania (być może spowodowanego w pewnym stopniu nienależytym sposobem transferu wiedzy) tego właśnie syntetycznego podejścia do fizyki, które daje fizyka teoretyczna posługująca się precyzyjnym aparatem matematycznym, dobrze określonymi modelami tak fizycznymi (np. punkt materialny, ciało stałe, gaz idealny) jak i matematycznymi (czasoprzestrzeń, pole wektorowe) oraz sposobem uogólniania prostych eksperymentów (klasy możliwych do zrealizowania w szkole) na eksperymenty myślowe możliwe do "przeprowadzenia" bez względu na trudności i ograniczenia techniczne eksperymentatora.

Może zaskoczyć kogoś stwierdzenie, że wyrobienie ogólnego w sensie teoretycznym poglądu na fizykę jest, zdaniem autorów, podczas studiów nauczycielskich zadaniem bodaj ważniejszym niż podczas studiów uniwersyteckich, przygotowujących głównie do pracy naukowej. Jest tak z dwóch przyczyn:

1. Początkujący naukowiec będzie miał jeszcze przez wiele lat możliwość rozszerzania swojej wiedzy w bezpośrednim kontakcie z doświadczonymi, wybitnymi naukowcami różnych specjalności oraz dostęp do dobrze zaopatrzonych bibliotek. Nauczyciel zaś już bezpośrednio po studiach zdany jest często wyłącznie na siebie, a nabyta podczas studiów wiedza

musi mu wystarczyć na długie lata podczas których nawet dostęp do książek ma utrudniony (np. nauczyciel wiejski).

2. Naukowiec pracuje z ludźmi o podobnym poziomie intelektualnym i zasobie wiedzy. Rozmawia więc z nimi ogólnie znanym im językiem matematyki, bo tylko w tym języku, jak wiadomo, można mówić precyzyjnie o fizyce. Nauczyciel natomiast mówi o fizyce z uczniami, którzy znają jedynie elementy potrzebnego języka matematyki. Jego zadaniem jest więc przetransponowanie na dostępny dla ucznia język najważniejszych idei fizycznych, ale tak, aby poprzez konieczne w tej sytuacji uproszczenia i przemilczenia zbyt skomplikowanych dla ucznia problemów nie zafałszować "prawdziwego" obrazu świata. Jest to trudne i odpowiedzialne zadanie. Jak wiadomo mówienie prosto o rzeczach trudnych jest powszechnie uważane za umiejętność wymagającą wysokiego stopnia "naukowego wtajemniczenia". Oczywiście nikt nie wymaga od nauczyciela, aby wykazywał w tym zakresie pomysłowość Einsteina czy Feynmana. Nauczyciel ma przecież do swojej dyspozycji gotowe podręczniki oraz cały zasób "recept" zdobytych podczas zajęć z dydaktyki fizyki. Świadomość jednak "prawdziwego", tzn. głębszego w sensie naszego rozumienia materii, obrazu musi mieć każdy nauczyciel, który ma ambicję autentycznej rozmowy z uczniem i poczuwa się do obowiązku dania mu podstaw rzetelnej wiedzy. Tylko taki nauczyciel nie będzie bezradny wobec nietypowego pytania ucznia, tylko taki potrafi ocenić stopień poprawności niepodręcznikowej odpowiedzi i naprowadzić na właściwe tory błędny tok rozumowania, nie niszcząc jednocześnie aktywności ucznia. A więc tylko taki nauczyciel ma szansę być dobrym nauczycielem.

Z dwóch powyższych uwag wynika konieczność pewnych różnic w merytorycznym kształceniu fizyka-nauczyciela i fizyka-naukowca. Różnice te powinny, naszym zdaniem, dotyczyć jednak nie tyle zakresu wiedzy (haseł programowych) ile sposobu jej przekazywania i stopnia szczegółowości rozpracowania konkretnych tematów. Na przykład: O ile student przygotowujący się do pracy naukowej powinien w trakcie studiów zdobyć pewną biegłość rachunkową i umiejętność posługiwania się różnymi technikami metod matematycznych, aby móc je zastosować w swoich pracach badawczych, o tyle

przyszły nauczyciel wystarczy, gdy pozna najważniejsze z tych metod na możliwie prostym przykładzie, natomiast zaznajomi się ogólnie z jak największą ilością zastosowań powyższych metod do konkretnych zagadnień fizycznych, przeanalizuje możliwie szeroko możliwości i ograniczenia, jakie wiążą się z użyciem takiego a nie innego modelu. W świetle powyższych refleksji miejsce i funkcję fizyki teoretycznej w strukturze programu fizyki widzimy głównie w następujących aspektach:

1. Jako syntezę i uogólnienie pojęć i prawidłowości fizycznych przekazywanych studentom na wykładach podstaw fizyki. I tak wymienimy tutaj tytułem przykładu: uściślenie pojęcia pola, definicji wielkości charakteryzujących pola, skomasowanie wszystkich znanych do tej pory własności pola elektromagnetycznego w wyprowadzanych równaniach Maxwella, pokazanie treści fizycznej w nich zawartej, pojęcie, rodzaje i opis oddziaływań, prawa zachowania a symetrie, znaczenie równania Schrödingera dla konsekwentnego matematycznie opisu stanów badanych układów kwantowych, ujednoczenie zapisu praw rządzących bardzo różnymi oddziaływaniami fizyki (zasada Jacobiego a zasada Fermata), teoria względności.

2. Jako okazję i sposób do ścisłego pokazania studentom łączenia się ze sobą wielu działów fizyki (np. termodynamika i fizyka statystyczna, elektrodynamika i optyka, tak fizyczna jak i geometryczna), które to działy na podstawach fizyki były "przerabiane" raczej jako oddzielne (gdyż zjawiskowo rzeczywiście się różnią), a w szkole w odpowiednim oczywiście zawężeniu prawie zupełnie jako oddzielne.

3. Jako podstawę, zarówno fizyczną jak i matematyczną pod przedmioty o tradycyjnej (i naszym zdaniem nie najszcześliwiej dobranej) nazwie: wstęp do fizyki jądrowej, wstęp do fizyki atomu i cząsteczki, wstęp do fizyki ciała stałego.

4. Jako pokazanie uściślenia poznanych do tej pory pojęć fizycznych, rozgraniczenia pojęć teorii fizycznych (wiedza "pełna", oczywiście w sensie wszechobecnego, aktualnego przybliżenia przyrodoznawczego; czego klasycznym przykładem jest relacja pomiędzy teorią grawitacji Newtona i ogólną teorią względności) i modeli fizycznych (wiedza istotnie "niepełna",

tn. niewyposażona jeszcze w teorię, a stąd konieczność posługiwania się licznymi i nierzadko sprzecznymi ze sobą modelami, jak ma to np. miejsce w fizyce jądrowej i fizyce cząstek elementarnych). Precyzyjne uświadomienie studentom istnienia i pokazanie własności scenarii rozgrywania się zjawisk makro-, submakro- i mikrofizycznych.

ZAKOŃCZENIE

Autorzy traktują powyższe rozważania jako "teoretyczny" wstęp do opublikowania konkretnych propozycji ukazania w licznych przykładach relacji pomiędzy akademickim kursem fizyki teoretycznej w obowiązujących programach kształcenia nauczycieli fizyki a obowiązującym programem fizyki w szkole średniej, w celu ukazania powyższych związków nauczycielom a także i nauczycielom metodykom. Autorzy prezentują pogląd, że w szkołach akademickich kształcących nauczycieli badania metodyczno-dydaktyczne winny obejmować nie tylko zakres fizyki szkoły średniej, ale i zakres fizyki doświadczalnej i teoretycznej, aby usprawnić proces dydaktyczny ze studentami, przyszłymi nauczycielami, a tym samym ulepszyć i ułatwić go nauczycielom akademickim.

SUMMARY

Some thoughts concerning the role of theoretical physics in educating the teachers of physics are presented by the authors of the paper. They evaluate the importance of theoretical physics in the university syllabi and briefly discuss its part and function in the said syllabi. The paper is to be treated as a preliminary one, leading to further investigation.

РЕЗЮМЕ

В работе представлена точка зрения авторов на роль теоретической физики в образовании преподавателей для восьмилетних и средних школ. Авторы дают разностороннюю оценку академического курса теоретической физики для преподавателей этого предмета в школах, и кратко констатируют его место и роль в вузовских программах. Авторы считают свою работу вступительным шагом для дальнейших рассуждений.