

II. METODOLOGIA NAUKI A KSZTAŁCENIE NAUCZYCIELI FIZYKI

(Leszek Ryk)

Umieszczanie wśród celów nauczania fizyki celów metodologicznych jest już dzisiaj praktyką powszechnie przyjętą. Wydaje się, iż towarzyszy jej przekonanie, że nauczanie ma być głównie uczeniem się poznawania, tzn. wieść ma zasadniczo do opanowywania metod poznawania świata - chociaż zawsze łącznie z określonymi strukturami wiedzy naukowej¹. Jeśli rezultatem zabiegów pedagogicznych ma być "zmiana" w uczącym się, to winna ona głównie dokonać się w sferze szeroko rozumianych umiejętności poznawczo-metodologicznych a nie w ilości przyswojonej wiedzy².

Nie ulega wątpliwości, że w trakcie procesu przyswajania wiedzy fizycznej u uczącego się tworzy się swoista "epistemologiczno-metodologiczna przestrzeń" obejmująca wiedzę o procesie badania naukowego wraz z sprzężonym z nią konglomeratem umiejętności. Stopień wejścia, zagłębienia się w tą przestrzeń jest bardzo zróżnicowany a raczej - jak wynika z wrywkowych nawet badań empirycznych - znikomy³.

Uczony podejmując badania w danym obszarze nauki staje się użytkownikiem zastanego systemu wiedzy i - niejako automatycznie - zaczyna podlegać normom postępowania badawczego właści-

¹ I. Stępniewski, Struktura logiczna treści nauczania a struktura umiejętności uczniów - część I. RPBP III.30, VI.1., 1987, maszynopis.

² K. Kruszewski, Zmiana i wiadomość. Warszawa 1988.

³ Patrz np. M. Górski, A. Konarzewski, Metodologiczna wiedza nauczycieli fizyki; RPBP III.30, VI.3, 1988, maszynopis.

wym dla jego czasów i jego miejsca usytuowania w nauce instytucjonalnej. Podobnie jest - jak nam się wydaje - z tym, który uczy się fizyki także z kandydatem na nauczyciela.

Z tej perspektywy jednym z głównych celów kształcenia fizycznego i ogólnego w uczelni jawi się stworzenie warunków do wniknięcia w ową "przestrzeń" przez przyszłego nauczyciela maksymalnie głęboko oraz w sposób świadomy.

Uzyskanie przez przyszłych nauczycieli fizyki zracjonalizowanej świadomości metodologicznej jest tym ważniejsze, że właśnie oni będą kształtować odpowiednie postawy i umiejętności u swoich uczniów. Cechą nauczyciela - profesjonalisty winno być nie tylko sprawne władanie warsztatem metodologicznym, lecz także umiejętność werbalizowania wiedzy metodologicznej. Więcej, nauczyciele świadomie zmierzający do dokonywania zmian w świadomości i umiejętnościach uczniów powinien również umieć wiedzę metodologiczną elementaryzować oraz wbudowywać jej elementy w proces nauczania w sposób możliwie naturalny, tak by nie odrywać, fizyki od jej metodologicznego kontekstu.

Warto przy okazji zwrócić uwagę, że mimo braku usystematyzowanych badań nad świadomością metodologiczną nauczycieli zdaje się panować pogląd, że "przypomina ona chaos", "że jest ona słaba". Podstawę do tej intuicji daje obserwacja procesu kształcenia nauczycieli w uczelniach a także - pośrednio - efekty pracy szkoły. Wydaje się, że fizykę w procesie kształcenia - przynajmniej w pewnym stopniu - "odziera się" z jej metodologicznego, metateoretycznego kontekstu.

Przekonanie, że tak być nie powinno zyskuje coraz więcej zwolenników, jednakże zdaje się być ono bardziej rozpowszechnione wśród dydaktyków fizyki niż wśród fizyków-profesjonalistów. Ci ostatni większą wagę przykładają - z reguły - do nauczania na poziomie akademickim własnej specjalizacji niż do ogólnego, metodologicznego przygotowania nauczycieli.

Współcześnie dokonuje się jednak w interesującym nas fragmencie świadomości społecznej pewne przesunięcie. Przyczyny są zapewne wielorakie. Czynnikiem istotnym jest swoista eksplozja nowych informacji w nauce, ujawnienie się jakościowo nowych potrzeb ze strony praktyki społecznej itd.

Pewnym objawem wspomnianego przesunięcia w świadomości społecznej jest fakt gwałtownego wzrostu zainteresowania metodologią nauki m.in. w środowisku dydaktyków. Koncepcje metodologiczne wywarły istotny wpływ na teoretyczne ujęcia dydaktyki ogólnej oraz dydaktyki fizyki ⁴. Można było mówić o swoistej modzie na metodologię (obecnie szerzej - jak się wydaje - ujawnia się moda na psychologię).

Traktując dydaktykę fizyki jako efekt ujawniania się samoświadomości określonej dziedziny praktyki społecznej (procesu zorganizowanego przekazywania wiedzy) można powiedzieć, że musi ona sięgać do założeń i ustaleń względem niej metateoretycznych. Wydaje się, że odpowiedź do jakich założeń należy sięgać fundowana jest żywiłowo przez towarzyszące danemu kontekstowi społecznemu "zdrowe rozsądki" ⁵. Właśnie owe istniejące w danym środowisku "zdrowe rozsądki" dyktują niejako co z metodologii nauki wziąć można, ustalają one wręcz co metodologią jest, co należy uznać za "prawdziwą metodologię".

Filozofia, czy też metodologia nauki jawi się potencjalnym użytkownikom jako swoisty labirynt w którym brakuje nici Ariadny. Można sądzić, że istnieje nieomal powszechna zgoda, że metodologia winna być obecna w kształceniu nauczycieli (i nie tylko). Otwarte pozostają natomiast pytania: jaka, jak rozumiana metodologia oraz jak przekazywana czy też umiejscowiona w procesie kształcenia.

Poświęcimy teraz nieco uwagi sposobom rozumienia czym jest metodologia oraz zagadnieniu zawartości społecznej świadomości metodologicznej fizyków. Zmierzać zatem będziemy do próby odpowiedzi na postawione wyżej pytania.

Naszym zdaniem metodologia jest rezultatem obiektywnego dążenia do uzyskania przez naukę samoświadomości ⁶. Najkrócej można ją określić mianem teorii poznania naukowego ⁷.

⁴ L. Ryk, Metodologie vedy a didaktika fyziky, w: Matematika a fyzika ve skole, 6, 1985.

⁵ J. Kurowicki, Poznanie i społeczeństwo, Warszawa 1977.

⁶ L. Ryk, Metodologiczne modele powstawania teorii w fizyce, Warszawa-Wrocław 1984, s. 7 i dalej.

⁷ J. Kmita, Szkice z teorii poznania naukowego, Warszawa 1976.

Współczesna metodologia lub filozofia nauki jest systemem bardzo złożonym, uwikłanym w polemiki i różne założenia towarzyszące. Poszczególne koncepcje pozostają przy tym w ciągłym rozwoju, wywołanym zarówno krytyką z innych pozycji, jak i rozwojem nauki.

Wydaje się, że system ten składa się z różnych poziomów badań metodologicznych, które można wyróżnić ze względu na treści i sposób ich funkcjonowania. I tak mówi się o filozoficznym poziomie metodologii, o metodologii konkretnych nauk lub ich grup (np. fizyki, czy ogólniej - nauk przyrodniczych), czy wreszcie ogólnonaukowym poziomie metodologii². Podział ten zdaje się dobrze odpowiadać rzeczywistości i może być płodny w dalszych rozważaniach.

Filozoficzny poziom metodologii obejmuje zastosowanie i rozwój klasycznych idei filozoficznych w praktyce badawczej nauki (np. idei przyczynowości, zachowania itd.). Założenia filozoficzne były i są istotnym składnikiem, wręcz podstawą wszelkich koncepcji metodologicznych. Bez nich jak wykazuje historia nauki, nie jest możliwe przezwyciężenie trudności pojawiających się w rozwoju konkretnych dyscyplin naukowych. Jednakże - jak się wydaje - nie wszystkie ustalenia i analizy metodologiczne mają bezpośredni charakter filozoficzny. W fizyce np. wypracowuje się specyficzne metody poznania, takie jak np. różne procedury eksperymentowania, zastosowanie formalizmu logiczno-matematycznego, różne sposoby modelowania, wyjaśniania, prognozowania itd. Badanie istoty i funkcji tych metod, ich systematyzacja, jest jednym z zadań współczesnej metodologii poznania naukowego na poziomie metodologii poszczególnych nauk lub ich grup. Traktowane one są przy tym nierzadko jako części danych dyscyplin nauki, np. metodologia fizyki jako część fizyki.

Oprócz tych dwóch poziomów badań metodologicznych mówi się o trzecim, na którym ma następować bądź uogólnienie wyników badań metodologicznych na potrzeby nauki jako całości, bądź też zapewnienie komunikacji między poziomem filozoficznym a metodologią np. fizyki. Poziom ten zawiera system zasad meto-

² L. Ryk, Metodologiczne..., s. 7.

dologicznych określających wymogi naukowości w danym momencie historycznym, zadających ideał teorii itd.

Dalej zajmiemy się próbą ustalenia statusu metodologii fizyki. Naszym zdaniem wyróżnić w niej można dwie warstwy funkcjonujące względnie niezależnie ⁹:

(1) koncepcje zracjonalizowane - są one podobne procesowi społecznej krytyki i - z reguły - formułowane w postaci zwartych tekstów ¹⁰; właśnie to, że są one poddane procesowi krytyki naukowej ma znaczenie największe;

(2) potoczna świadomość metodologiczna - jest ona rezultatem bezkrytycznego przejęcia przez nowych badaczy zastanych, żywiolowych norm postępowania badawczego a także jest wynikiem ich własnej praktyki badawczej. Istnieje jako zespół oczywistych, stereotypowych przekonań, z reguły słabo poddających się procesowi krytyki naukowej chociażby z tego powodu, że rzadko bywają werbalizowane. Stanowią one niejako prywatną własność badaczy.

Wydaje się, że o podobnych warstwach można mówić w przypadku wszystkich trzech poziomów wiedzy metodologicznej.

Właśnie potoczna świadomość metodologiczna jest najczęściej niejako naturalnie przekazywana w procesie kształcenia nauczycieli.

Praktyka badawcza w fizyce jest - jak się wydaje - zbyt bogata i złożona, żeby w potocznej świadomości metodologicznej ujawnił się wyczerpujący i adekwatny jej obraz. Jest raczej tak, iż to co jawi się badaczom jako odzwierciedlające reguły działalności naukowej traktować należy jako w znacznej części sumę uproszczonych, schematycznych obrazów, tzw. stereotypów.

Spróbujemy teraz bliżej określić czym jest stereotyp, jakie są jego cechy i funkcje.

Badania nad stereotypami mają stosunkowo krótką historię, literatura zagadnienia jest jednak dość obszerna ¹¹. W rozwa-

⁹ L. Ryk, Metodologia nauki a kształcenie nauczycieli fizyki. RPB 111.30, VI.3, 1988, maszynopis.

¹⁰ Przykłady takich opracowań zwartych: M. Bunge, Philosophy of Physics; D. Reidel, Publishing Company Dordrecht 1973; Metodologičeskije principy fiziki. Istorija i sawriemennost, Moskwa 1975; itd.

¹¹ A. Schaff, Stereotypy a działanie ludzkie, Warszawa 1981.

żaniach teoretycznych i badaniach empirycznych koncentrowano się głównie nad społeczną istotą i funkcją stereotypów. Zagadnieniem tym (zwłaszcza w ujęciu empirycznym) zajmowano się głównie w psychologii społecznej, socjologii i politologii (np. w badaniach dotyczących uprzedzeń rasowych). W interesującym nas tutaj zakresie problem stereotypów właściwie nie był podejmowany.

Słowo stereotyp funkcjonuje w języku potocznym, w publicystyce i pracach naukowych, przy czym sens jaki mu się nadaje jest dość zróżnicowany. Do literatury naukowej termin stereotyp wprowadził W. Lippmann na początku lat dwudziestych naszego wieku, on także zapoczątkował i nadał decydujący kierunek badaniom nad tym problemem ¹². W dalszych rozważaniach opierać się będziemy głównie na jego ustaleniach, a także na przeglądowej pracy A. Schaffa "Stereotypy a działanie ludzkie".

Lippmann odwołał się do słowa używanego w poligrafii, gdzie "stereotyp" był nazwą odlewu składu drukarskiego pozwalającego wielokrotnie powielać ten sam tekst.

Stereotypy są według Lippmanna "obrazami w głowach ludzi", czyli pewnymi tworam i myślowymi człowieka mającymi istotny, często deformujący wpływ na sposób widzenia świata, na percepcję zachodzących zjawisk. Lippmann przypisuje stereotypom myślowym pewne własności.

Po pierwsze - są to pewne struktury świadomościowe, które wyprzedzają indywidualne doświadczenie, czyli inaczej mówiąc: pozwalają człowiekowi porządkować rzeczywistość przed odpowiednim własnym doświadczeniem. "Mówi się nam o świecie jeszcze zanim go ujrzymy. Wyobrażamy sobie większość rzeczy, jeszcze zanim ich doświadczymy. I te wyprzedzenia - jeśli ucząc się i doświadczając nie staniemy się rzeczywiście zorientowani - zdecydowanie rządzą całym procesem percepcji" ¹³. Jak stwierdza Schaff - "mówimy o stereotypie wówczas, gdy określone nasze emocje, oceny, postawy (gotowość do odpowiednich działań) są reakcją nie na własne doświadczenie w danej kwestii, lecz na słowo-nazwę, które wywołuje w nas owe uczu-

¹² W. Lippmann, Public Opinien, New York 1946.

¹³ Ibidem, s. 52.

cie, oceny i postawy. Przekazuje nam je, tak czy inaczej, społeczeństwo (środowisko, rodzina) niezależnie od naszego własnego doświadczenia empirycznego w danym zakresie, a niekiedy nawet wówczas, gdy własnego doświadczenia w ogóle nie mamy"¹⁴.

Po drugie - zdaniem Lippmanna stereotypy mają wyraźne zabarwienie emocjonalne i zawierają jednoznaczne oceny. Generalizują one pewne cechy rzeczywistości, do której się odnoszą, czynią to jednak w sposób jednostronny, subiektywny. Funkcją stereotypów jest także projekcja na świat określonych racji i wartości.

Stereotypy to również zazwyczaj jakaś ocena rzeczy, o której mowa. Jakies zaliczenie tej rzeczy do kategorii, do której mamy stosunek pozytywny bądź do kategorii obiektów, do których stosunek nasz jest negatywny, niechętny. W jednym wypadku emocje związane ze stereotypem będą bardzo silne, w innym znów - słabe, ledwie dostrzegalne, nie często się ujawniające. Ale zawsze jakieś będą.

Trzecią cechą stereotypów jest ich trwałość i odporność na zmiany. Jak pisze Lippmann - "Jego cechą probierczą jest to, iż poprzedza użycie rozumu; jest formą percepcji, nadaje określony charakter informacjom odbieranym przez nasze zmysły, zanim te informacje dotrą do umysłu. Nic nie jest tak odporne wobec zdobywanej wiedzy, czy wobec krytyki jak stereotyp"¹⁵.

Po czwarte - stereotypy ukierunkowują myślenie i proces badania (także naukowego). "Wówczas bowiem - stwierdza Lippmann - gdy system stereotypów jest mocno utrwalony, zwracamy uwagę na fakty, które go potwierdzają, a odwracamy się od tych faktów, które mu przeczą"¹⁶. Podkreślony jest tutaj ujemny wpływ stereotypów w procesie poznawania: powodują one bowiem nie dostrzeganie tego, co jest w jakiś sposób niewygodne, nie mieszczące się w przyjętym schemacie.

Z powyższego wynika piąta cecha: stereotypy tworzą z reguły system, są ze sobą mocno powiązane i mają tendencję do generalizowania szerokiej klasy zjawisk. Właśnie ta względna

¹⁴ A. Schaff, Stereotypy..., s. 38.

¹⁵ W. Lippmann, Public..., s. 73.

¹⁶ Ibidem, s. 88.

"pełność" systemów stereotypów zdaje się być jedną z przyczyn ich odporności na krytykę.

Po szóste - Lippmann zwraca uwagę, iż treść stereotypów jest zakodowana w pewnych słowach - nazwach lub symbolach. Pojawienie się takiego słowa-hasła w określonym kontekście sytuacyjnym wywołuje niejako dany stereotyp. Nasze oceny, poglądy, emocje, pozycje teoretyczne mogą być reakcją nie tyle na własne doświadczenie w danej kwestii, lecz na określony symbol.

Przekonania będące treścią danego stereotypu werbalizowane są w postaci zdań oznajmujących. Schaff, analizując sposób używania terminu "stereotyp" w języku potocznym i w nauce, zwraca uwagę, iż źródłem stereotypów w świadomości jednostki jest zawsze przekaz społeczny (środowiska, rodziny, szkoły). "Stereotypy - podkreśla Schaff - poddają się z trudem zmianom; nawet gdy zostanie uznana intelektualnie ich bezzasadność. Przyczyną jest tu geneza stereotypów, sposób w jaki jednostka nabywa je przez wychowanie, nacisk opinii publicznej itp. Oporność na zmiany, zwłaszcza słabość oddziaływania w tej dziedzinie argumentów intelektualnych oraz swoista skostniałość postaw związanych ze stereotypami, pozwala wyróżnić je spośród innych tworów świadomości ludzkiej"¹⁷.

Schaff w swojej analizie pokazuje, iż stereotypy mają charakter społeczny przez sposób ich występowania w świadomości ludzi (stereotyp jest zawsze własnością pewnej grupy społecznej) i że ich funkcja polega na obronie przyjętych przez daną grupę wartości, ocen i poglądów (przy czym ich internalizacja jest warunkiem integracji jednostki z grupą). Akceptując tę tezę, można stwierdzić, iż stereotypy obecne są w społecznej świadomości metodologicznej (są składnikiem stylu myślenia naukowego) i odgrywają także istotną rolę w procesie kształcenia.

Podkreślić także należy, że stereotyp spełniać może, w zależności od sytuacji, w której się ujawnia rolę społecznie pozytywną lub negatywną. Jednakże jeden efekt sposobu jego istnienia jest wyraźnie widoczny: ogranicza on mianowicie swo-

¹⁷ A. Schaff, Stereotypy..., s. 41-42.

bodę myślenia, uruchamia pewien schematyzm w myśleniu i działaniu. Jest swego rodzaju pancerzem, który chroni przed niespodziewanymi, nieoczekiwanymi sytuacjami, ale jednocześnie ogranicza możliwość ruchu, szybkiej reakcji ¹⁸.

Spróbujmy teraz pokazać kilka takich stereotypów obecnych w potocznej świadomości społecznej i w stylu myślenia fizyków. Przykładem stereotypu funkcjonującego w społecznym odbiorze fizyki jest przekonanie (posiadające wyraźne zabarwienie emocjonalne) o istnieniu swoistego dualizmu kultury i nauk fizycznych ¹⁹. Wiedza fizyczna, działalność badawcza fizyka jawi się człowiekowi o zainteresowaniach tradycyjnie nazywanych humanistycznymi, jako coś tajemniczego, sformalizowanego i nieomalże zbędnego. Właśnie ten stereotyp jest ową "barierą psychiczną", która jest powodem tego, iż fizyka współczesna przestała być częścią światopoglądu nie tylko szerokich rzesz inteligencji, ale nawet elity intelektualnej. Stereotyp ten (formułowany np. w postaci stwierdzenia: "Fizyka jest trudna") wpajany jest młodemu człowiekowi na tyle wcześnie, że wyprzedza on własne doświadczenie uczącego się czym jest fizyka. "Mówi się, że fizyka jest bardzo trudna - nawet fizycy w to wierzą. Jeśli jednak wprowadzić elementarne rozróżnienia pomiędzy twórczością w fizyce, a przyswojeniem sobie tego co stworzyli inni, fizyka nie wymaga chyba większych zdolności i cierpliwości niż poezja, języki obce lub jakikolwiek inny produkt ludzkiej wyobraźni" - stwierdza L.N. Cooper ²⁰.

Nauka szkolna stereotyp ten jeszcze pogłębia - dzięki temu, że właśnie sami fizycy pogląd ten uznają za oczywisty.

Z przedstawionym wiąże się ściśle inny stereotyp szczególnie charakterystyczny dla stylu myślenia fizyków. Chodzi o tzw. kryterium naukowości badań. Dla wielu przyrodników "naukowość" kończy się na granicy własnej dyscypliny (czasami nawet specjalizacji), natomiast to, co jest obiektem badań nauk humanistycznych, a w szczególności ich efektem, uważane jest za ciekawe, ale raczej nienaukowe. Pogląd powyższy ma

¹⁸ L. Ryk, Metodologiczne modele ...

¹⁹ L. Ryk, O postulacie "humanizacji fizyki", Życie Szkoły Wyższej, 10, 1982.

²⁰ L. N. Cooper, Istota i struktura fizyki, Warszawa 1975, s. 7.

wszelkie cechy stereotypu, w szczególności odznacza się trwałością i odpornością na argumenty. Jest to zarazem przykład stereotypu o zasięgu wyraźnie ograniczonym do pewnej grupy społecznej.

Charakter stereotypu ma także zaufanie do autorytetu w nauce. Nowe, nawet niezwykle koncepcje są łatwiej akceptowane przez środowisko, gdy sformułuje je uczonego o dużym autorytecie, niż gdy ich autorem jest uczonego słabo znany. Lord Rayleigh, w czasach gdy cieszył się uznanym autorytetem, przedstawił Brytyjskiemu Towarzystwu Naukowemu pracę o pewnych paradoksach elektrodynamiki. Praca, na skutek pomyłki przesłana została bez podpisu. Członkowie Towarzystwa odrzucili ją jako dzieło "miłośnika paradoksu". Wkrótce potem, praca już podpisana, została przyjęta i spotkała się z entuzjastycznymi recenzjami.

Stereotypy, będące składnikiem stylu myślenia uczonych, mogą mieć wpływ na kierunek pracy badawczej. Przykładowo, H.A. Lorentz otrzymawszy formuły transformacyjne, m.in. dla czasu nie odkrył ich faktycznego znaczenia, nie widział w nich podstawy do nowej teorii, lecz traktował je jako pomocnicze i tymczasowe, gdyż akceptował koncepcję absolutnego czasu i przestrzeni. Koncepcja ta w tym okresie miała wszelkie cechy stereotypu, faktycznie - co wtedy już pokazano - brak było dla niej uzasadnienia fizycznego²¹. Lorentz także choć wyjaśnić na gruncie teorii eteru negatywny, w stosunku do oczekiwań, wynik doświadczenia Michelsona, wprowadził hipotezę o skróceniu ciała poruszającego się względem eteru, poszerzoną następnie o tzw. hipotezę sił molekularnych w myśl której ruch postępowy ciała powoduje, że pod wpływem eteru siły molekularne w kierunku ruchu ulegają zmianie: ciało ulega skróceniu. Chciał on utrzymać koncepcję eteru, gdyż uważał, iż pole elektromagnetyczne bez eteru utraciłoby swoją materialność. Także to przekonanie miało charakter raczej pozafizyczny i opierało się głównie na tradycyjnych założeniach filozoficznych.

Fakt, że w kulturze utrwalone są stereotypowe poglądy na fizykę a także to, że w stylu myślenia fizyków stereotypy są

²¹ L. Ryk, Metodologiczne modele..., rozdz. IV.

obecne, nie może być bez wpływu na koncepcję nauczania fizyki i jego realizację. Wszak jednym z celów nauczania jest właśnie przekazanie swoiste "filozofii fizyki" (a także ukształtowanie przyszłych uczonych), zatem treści, środki, metody dydaktyczne dobiera się tak, aby cel ten realizować.

W potocznej świadomości metodologicznej fizyków, a także w koncepcjach zracjonalizowanych poczesne miejsce zajmuje stereotyp metody naukowej. Jego treścią jest przekonanie o istnieniu jednej, niezmiennej, ahistorycznej metody badań fizycznych. Ten swoisty "metodologiczny bezruch", ekstrapolowanie stanu aktualnego na czasy przeszłe jest charakterystyczny dla myślenia przyrodników. Stwierdzenie, że "metody badań fizycznych dzielą się na dwie zasadnicze grupy: metody indukcyjne i metody dedukcyjne" uzupełnione informacją kreującą Galileusza na twórcę metody naukowej rozpowszechnione jest w podręcznikach fizyki ²². Ahistoryzm w metodologii fizyki wydaje się być także "spadkiem" po doktrynach niepozytywistycznych.

Metodologia fizyki - w obu jej warstwach - jest zależna od filozoficznego poziomu metodologii. Konkretny kształt tej zależności jest historycznie zmienny. Można formułować - jak się wydaje - tezę o rosnącej emancypacji metodologii fizyki. Fakt istnienia tej zależności zilustrujemy fragmentem ze swoistego "wstępu metodologicznego" zawartego w dziewiętnastowiecznym jeszcze podręczniku fizyki do użytku szkół średnich. K. Sporzyński pisał tam: "Fizyka, jak wszystkie nauki przyrodnicze, zdobywa i gromadzi wiadomości za pomocą spostrzeżeń i doświadczeń, skąd wysuwa wnioski, prawa, teorie, przyczem znakomitą pomoc znajduje w matematyce. W tym znaczeniu rozumiemy fizykę właściwą, ogólną, zwaną też fizyką doświadczalną; odrębny zakres studiów fizycznych stanowi fizyka matematyczna, opierająca się wyłącznie na rozumowaniu oraz na dociekaniach matematycznych. Przez długi czas panowała doktryna, że prawa przyrody można wykrywać i badać przez samo rozumowanie, oparte na powierzchniowej tylko znajomości materji; doświadczeń i badań szczegółowych nie uznawano, a nawet gardzono nimi. Mylnie

²² Np. A.K. Wróblewski, J.A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki, T. 1, Warszawa 1976, s. 44-45.

to mniemanie powstrzymywało przez całe wieki rozwój nauk przyrodniczych, wprowadzało natomiast szereg poglądów nieuzasadnionych lub urojonych, które z trudnością później musiano zwalczać²³.

Fakt, iż w procesie kształcenia nauczycieli fizyki metodologia jest przekazywana należy uznać za oczywisty. Treści metodologiczne tkwią jawnie, a częściej - zwłaszcza w ostatnich latach - niejawnie w podręcznikach, są one przekazywane, utrwalane i przekształcane w umiejętności na poszczególnych zajęciach. Naszym zdaniem, w tym żywiołowym procesie dominuje warstwa potocznej świadomości metodologicznej, wraz z wszystkimi wskazanymi wyżej cechami i ograniczeniami. Jaki jest tego efekt - ustalić mogą tylko systematyczne badania empiryczne nad świadomością metodologiczną nauczycieli.

W naszym przekonaniu, zasadne jednak wydaje się sformułowanie następującego postulatu: w przekazywanej wiedzy metodologicznej (wraz z odpowiednimi umiejętnościami) dominować winna warstwa koncepcji zracjonalizowanych, uzgodnionych społecznie, poddanych procesowi krytyki naukowej. Inaczej mówiąc, bazowanie jedynie na zdroworozsądkowej świadomości metodologicznej fizyków zdaje się być daleko idącym zawężeniem z punktu widzenia potrzeb kształcenia.

Warunkiem tego, aby przyszły nauczyciel fizyki umiał stwarzać warunki pozwalające na kształtowanie się u uczniów "przestrzeni epistemologiczno-metodologicznej" funkcjonalnej do celów kształcenia, jest przeniesienie akcentu na koncepcje zracjonalizowane.

Tak zapostulowane treści metodologiczne mogą i - naszym zdaniem - powinny być integralnym składnikiem całego kursu fizyki, częścią realizowaną w procesie kształcenia świadomie. Warunkiem tego jest jednak uzmysłowienie sobie przez tych, którzy realizują proces kształcenia, że kształtowanie dyspozycji metodologicznych u przyszłych nauczycieli (i nie tylko) jest celowe i niezbędne. Inaczej mówiąc, stworzyć trzeba warunki, które tą świadomość zrodzą lub wniosą.

²³ K. Sporzyński, Fizyka do użytku szkół średnich, wyd. 5, Warszawa-Poznań 1919, s. 2-3.

Rozwiązanie powyżej naszkicowane może być bardziej efektywne niż to, które realizowane było w uczelniach w połowie lat 70-tych. W programie studiów fizycznych był wtedy przedmiot "Metodologia fizyki", który później zastąpiony został przez "Historię i metodologię fizyki", by, ostatecznie, zniknąć zupełnie (została tylko "Historia fizyki"). Praktyka realizacji tych przedmiotów była i zapewne jest różna.

Kolejny postulat przy projektowaniu kształcenia metodologicznego można sformułować następująco: w kształceniu przyszłych nauczycieli fizyki muszą być obecne wszystkie poziomy wiedzy metodologicznej. Wydaje się także, iż efektywne kształtowanie u studentów - przyszłych nauczycieli fizyki dyspozycji metodologicznych (wiedzy łącznie z umiejętnościami) jest warunkowane jakością i głębokością kształcenia w zakresie przedmiotów kierunkowych. Wiedza i umiejętności metodologiczne mogą być kształtowane i rozwijane jedynie na podbudowie konkretnej wiedzy fizycznej. Sądźmy również, iż treści metodologiczne są obecne praktycznie w całym procesie kształcenia, choć - z reguły - w sposób niejawnny, a więc przypadkowy.

Przystąpimy teraz do próby zaprojektowania podstaw kształcenia metodologicznego nauczycieli na poziomie metodologii fizyki. Fizyka uznawana jest powszechnie za podstawową naukę o przyrodzie. Stanowi ona nawet - lub stanowiła przynajmniej w pewnych okresach - swoisty model (wzorzec) metodologiczny dla innych nauk. Wydaje się, że skoro można tak z ważkim uzasadnieniem twierdzić, to jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest to, iż w fizyce najpełniej realizowane są procedury stanowiące swoistą kwintesencję, istotę podejścia naukowego. Procedury te (nazywa się je także funkcjami nauki) to o p i s , w y - j a ś n i a n i e i p r o g n o z o w a n i e . One właśnie, ich cechy i charakterystyki pozwalają w istotnym stopniu odróżnić wiedzę naukową od innych rodzajów wiedzy ludzkiej. Najogólniej można powiedzieć, że prowadzić badania w fizyce to dokonywać opisu, uzyskiwać wyjaśnienia, wytwarzać prognozy. Wydaje się, iż można w kontekście powyższego postawić następującą tezę: aby móc poznawać świat ("rozumieć świat") trzeba posiadać w wystarczającym stopniu umiejętności (wraz z odpowiednią wiedzą) posługiwania się, wykonywania tych trzech pro-

cedur. Hasło E. Rogersa: "uczmy się fizyki powszechnie po to, by uczyć się mogli lepiej rozumieć świat" - uzyskałoby w ten sposób wskazane wyżej znaczenie.

Można powiedzieć dalej, że metodologicznym celem całego kształcenia kierunkowego przyszłych nauczycieli fizyki jest wystarczająco głębokie i sprawne opanowanie procedur opisu, wyjaśniania i prognozowania. Podkreślimy przy tym: procedury te zawsze realizowane są na konkretnych treściach fizycznych, stowarzyszone są z rezultatami poznania określonych fragmentów przyrody.

Metodologia fizyki rozumiana właśnie jako **k r y t y c z - n a s a m o ś w i a d o m o ś ć** procedur składających się na proces poznawania przyrody stanowić winna podstawowy składnik wiedzy i umiejętności fizyków - w tym także przyszłych nauczycieli fizyki. Do zagadnienia tak zapostulowanego wrócimy nieco dalej.

Nasuwa się w tym momencie następujące pytanie: co jest istotą procedur, które zostały wymienione, jakie są ich charakterystyki? Spróbujemy naszkicować - niezbędny dla dalszych rozważań - zarys odpowiedzi na powyższe pytanie. Z reguły uważa się, że opis naukowy to ustalenie i w odpowiedni sposób przedstawienie stanu faktycznego. Inaczej i najkrócej mówiąc, opis w fizyce to ustalenie przy pomocy odpowiednich metod ("eksperyment") i podanie w pewien sposób (ilościowy) "faktów empirycznych".

W metodologii nauki sformułowano pogląd o istnieniu dwóch poziomów badań naukowych: empirycznego i teoretycznego ²⁴. Na poziomie empirycznym zmierza się do znalezienia szerokiej klasy faktów o danym zjawisku, nadanie im - o ile to jest możliwe - charakteru ilościowego. Fakty te są następnie podstawą uogólnień teoretycznych, służą do konstruowania teorii, czy też modeli teoretycznych pozwalających wyjaśniać poznane już fakty i uzyskiwać nowe, pozwalające głębiej ujawnić istotę badanych zjawisk.

Problem charakteru relacji między poziomem empirycznym (faktami) a poziomem teoretycznym badań (teoriami) jest jednym

²⁴ Metodologiczneskie principy fiziki. Istoria i sawrie-
miennost, Moskwa 1975, s. 4.

z kluczowych zagadnień metodologii nauki. Indukcjonizm, metoda hipotetyczno-dedukcyjna K.R. Poppera, metodologia programów naukowo-badawczych I. Lakatosa, rozstrzygnięcia nurtu tzw. "podejścia historycznego" (T.S. Kuhna, S. Toulmina itd.) są to kolejne próby zrekonstruowania charakteru tej relacji i jej roli w procesie tworzenia wiedzy naukowej. Wszystkie koncepcje metodologiczne zawierają określony pogląd na naturę "faktów empirycznych" (naukowych) ²⁶. Wydaje się, iż istnieje w tym względzie całe spektrum ujęć, ograniczone z jednej strony koncepcją neopozytywistyczną "nagich faktów", z drugiej zaś strony przekonaniami skrajnie konwencjonalistycznymi, sprowadzającymi naturę faktów empirycznych do ich składnika teoretycznego. Obszerne dyskusje wokół "zdań protokolarnych" dowiodły, iż sądów będących zapisem czystego doświadczenia właściwie nie ma, że dane zmysłowe są zawsze uwikłane w wiedzę towarzyszącą. Odczytywane też są one zawsze jako dokumenty przemawiające za czymś, lub też świadczące przeciw czemuś ²⁶.

W koncepcji sformułowanej przez G. Białkowskiego zwraca się uwagę na względność w wyróżnieniu poziomu "faktów" i "poziomu teorii" ²⁷. Podział na teorię i doświadczenie jest - jego zdaniem - w ogóle sztuczny i mamy tu raczej do czynienia z pewnym ciągłym przejściem od faktów "prawie" nagich aż do ogólnych stwierdzeń. Każdy fakt naukowy jest pewnym połączeniem dwu elementów, które można określić jako "teorię" i "doświadczenie", zarazem fakty rozpatrywane w fizyce tworzą pewną strukturę hierarchicznie uporządkowaną. "Można by obrazowo powiedzieć, że patrząc od strony niższego szczebla w drabinie faktów naukowych na fakt hierarchicznie wyższy nazywamy ten fakt teorią zjawisk "niższych". Z drugiej strony, dla faktu hierarchicznie wyższego fakty niższe są "doświadczeniem", są materiałem na którym interpretacja teoretyczna opiera się" ²⁸. Tworzywo, z którego budowane są uogólnienia nie jest zatem jednorodne, lecz składa się zarówno z pewnych klas jednostko-

²⁵ L. Ryk, Metodologiczne modele powstawania teorii w fizyce, Wrocław-Warszawa 1984.

²⁶ S. Amsterdamski, Między doświadczeniem a metafizyką. Z filozoficznych zagadnień rozwoju nauki; Warszawa 1973.

²⁷ G. Białkowski, Filozoficzny kontekst fizyki. Wrocław 1973

²⁸ Ibidem, s. 75-76.

wych obserwacji i spostrzeżeń (co zwykle uważa się właśnie za fakty) jak i z dotychczasowych prób ich teoretycznego opisanía.

Fakt naukowy - stwierdza Białkowski - "zawiera w sobie pewną część explicite, ujętą w zdaniu, oraz pewną część implicite, która w zdaniu ujęta nie jest i która może być w najlepszym razie odczytana z kontekstu, na którym to zdanie się znajduje. Część niejawną faktu naukowego dotyczy warunków, w których fakt ów został stwierdzony oraz dokładności, z którą jego zachodzenie w określony sposób zostało ustalone. Właśnie ta cecha faktów naukowych wydaje się być szczególnie ważna. Stwierdzenie zachodzenia jakiegoś faktu nigdy zatem nie jest ostateczne, zawsze jest bowiem możliwe inne dokładniejsze określenie lub odczytanie warunków jego zaistnienia; uściślaną może być także dokładność z jaką dany fakt został zarejestrowany. Właśnie ta swoista niedookreśloność, niepełność faktów ("elementy implicite stanowią zbiór niewyczerpywalny") sprawia że teoria odwołująca się do danego zbioru faktów napotyka na trudności i zwykle zastępowana jest nową, dla której poprzednia staje się także pewnym faktem. W zależności zatem od stopnia "głębokości" odczytania danej klasy faktów, mogą one - będąc pozornie tymi samymi faktami - stanowić podstawę różnych ujęć teoretycznych.

W koncepcji Białkowskiego, sprawdzanie teorii naukowej polega - najogólniej rzecz biorąc - na schodzeniu w dół po drabinie faktów naukowych (w fizyce aż do faktów zmysłowo namacalnych, formułowanych w postaci zdań: "wskazówka miernika wychyliła się o pewną ilość działek").

Skoro "fakt empiryczny" jest tworem tak złożonym to i procedura zwana opisem naukowym jest bardzo złożona i wielowarstwowa. W konsekwencji, umiejętność realizowania tej procedury zdaje się składać z bardzo wielu różnorodnych, specyficznych, "elementarnych" umiejętności. Można powiedzieć, że umiejętność dokonywania opisu naukowego (którą należy kształtować u nauczycieli fizyki a poprzez nich u uczniów) jest swego rodzaju "typem idealnym", pewnym abstraktem w pełnym kształcie realnie nie występującym. Fizycy - badacze a tym bardziej ci, którzy fizyki się uczą zbliżyć się mogą w pewnym, większym lub mniej-

szym stopniu do tego "typu idealnego". Można zatem mówić sensownie o stopniu opanowania tej umiejętności.

Nie jest tutaj naszym celem bliższa analiza poziomów umiejętności opisywania ²⁹. Ograniczymy się tylko do stwierdzenia, że w umiejętność tą ingerują np. czynniki o charakterze językowym, umiejętności związane z obserwacją, eksperymentem i pomiarem itd. Umiejętność ta (a właściwie umiejętności "elementarne" na nią się składające) winna być widziana jako pierwotna, tzn. poprzedzająca kolejne umiejętności wykonywania procedur wyjaśniania i prognozowania. Można postawić tezę, że bez jej dostatecznego opanowania trudno budować następne - czyli wyjaśnianie i prognozowanie.

Przejdźmy teraz do próby bliższego spojrzenia na procedurę wyjaśniania naukowego. "Na czym zaś polega wyjaśnianie danych doświadczalnych?" Rozumie się - stwierdza Białkowski - że na podawaniu coraz to wyższych hierarchicznie faktów naukowych. Dlaczego ten kamień spada na Ziemię? Dlatego, że każdy kamień spada na Ziemię. Dlaczego każdy kamień spada na Ziemię? Bo każde ciało materialne spada na Ziemię. Dlaczego? Bo każde ciało materialne jest przyciągane przez Ziemię. Dlaczego? Dlatego, że każde dwa ciała materialne przyciągają się. Na tym etapie kończy się możliwość wyjaśnienia zjawisk grawitacyjnych w teorii Newtona. Ogólna teoria względności pozwala nam wprawdzie wniknąć jeszcze głębiej w naturę tych zjawisk i podać jeszcze "wyższe" ich wyjaśnienie, jednakże i ona nie wykracza poza zawarte w niej samej ograniczenie. Na każdym etapie historycznego rozwoju nauki proces wyjaśniania w pewnym miejscu się urywa" ³⁰.

Z powyższego wynika, że procedura wyjaśniania zawiera w sobie ciąg wnioskowań (składa się z pewnej ilości ogniw - mikro-wyjaśnień względnie autonomicznych). Zarazem można dzięki temu powiedzieć: "gra zwana nauką jest zasadniczo grą bez końca"³¹. Pytanie o wyjaśnienie czegoś pociąga za sobą pytanie kolejne, każde wyjaśnienie wymaga z kolei następnego wyjaśnienia itd.

²⁹ Patrz np. I. Stępniewski, Struktura logiczna treści nauczania a struktura umiejętności uczniów, część I. RPB III.30 VI.1, 1987 oraz cz. II, RPB III.30 VI.1, 1989, maszynopisy.

³⁰ G. Białkowski, Filozoficzny kontekst..., s. 77.

³¹ S. Amsterdamski, Nauka a porządek świata, Warszawa 1983.

Można także powiedzieć, że jednym z czynników odróżniających wiedzę naukową od pozanaukowej jest właśnie fakt, że twierdzenia, prawa naukowe należące do danej dyscypliny są ze sobą powiązane związkami wynikania, przy czym w przypadku fizyki, związki te uzyskujemy wyjaśniając jedne "fakty" (twierdzenia) za pomocą innych twierdzeń ("faktów wyższego rzędu").

Najogólniej mówiąc, wyjaśnianie to procedura badawcza, która wiedzy do zbudowania takiego systemu (podsystemu) wiedzy, który włączy, obejmie wyjaśniany "fakt". "Wyjaśnianiem - na gruncie systemu wiedzy empirycznej E - nazywamy czynność formułowania odpowiedzi na pytanie kształtu: "dlaczego Z?", twierdzeniem należącym do E; ponadto zaś Z, będące zawsze mniej lub bardziej rozbudowaną koniunkcją zdań prostszych jest również pozalogicznym i pozatematycznym twierdzeniem E oraz stanowi rację logiczną - na gruncie języka systemu E - dla Z" ²².

Zdanie Z nazywane jest eksplanandum (to co jest wyjaśniane), zaś zdanie Z' eksplanans (to co wyjaśnia). W ujęciu metodologicznym stosunek między eksplanans a eksplanandum ma charakter wynikania logicznego. W praktyce naukowej (i dydaktycznej) wyjaśnianie prawie zawsze posiada charakter entymematyczny (z greckiego: "en thymo" - w myśli, w pamięci), czyli eksplanans występuje z reguły w postaci mocno zredukowanej, pewne jego składniki przyjmowane są niejawnie. Zwykle te przemilczane składniki eksplanansu są dobrze znanymi i niejako oczywistymi (dla przeprowadzającego wyjaśnienie) twierdzeniami (wnioskowania zatem nie są przedstawiane w formie kompletnej).

W metodologii stwierdza się, że wyjaśnianie może być dwójakiego rodzaju: a) wyjaśnianiem faktu szczegółowego (jednostkowego), b) wyjaśnianiem prawa (faktu wyższego rzędu) ²³.

Za najważniejsze warunki poprawności wyjaśniania faktu szczegółowego uważa się następujące:

1) dane empiryczne świadczące za eksplanandum winny być inne od tych, które potwierdzają eksplanans;

²² J. Kmita, Wykłady z logiki i metodologii nauk. Warszawa 1975, s. 165.

²³ E. Nagel, Struktura nauki. Zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych, Warszawa 1970.

2) w eksplanansie musi występować co najmniej jedno prawo naukowe;

3) w eksplanansie, obok prawa, muszą występować tzw. warunki początkowe (w postaci zdań atomicznych lub molekularnych).

Warunki poprawności wyjaśniania prawa są następujące:

(1) w eksplanansie muszą występować co najmniej dwa prawa, przy czym jedno z tych praw musi być ogólniejsze od prawa wyjaśnianego (stanowiącego eksplanandum);

(2) dane empiryczne potwierdzające eksplanandum muszą być inne od bazy empirycznej eksplanansu.

Warto także zwrócić uwagę, że wyjaśnianie jest tą czynnością badawczą, która stopniowo, wraz z kolejnymi ogniwami wyjaśniania przekształca dany zespół praw empirycznych w jednolity system hipotetyczno-dedukcyjny. Wyjaśnianie zatem strukturyzuje wiedzę w nauce, wydaje się, iż podobną funkcję może pełnić umiejętność wyjaśniania dla wiedzy nabywanej przez uczących się fizyki.

W procesie kształcenia należy stopniowo kształtować umiejętność wyjaśniania. Podobnie jednak jak w przypadku "umiejętności opisu" także "umiejętność wyjaśniania" winna być widziana jako swoisty "typ idealny", jako swoista granica opanowywania tej umiejętności (być może zbiór tych, którzy tą umiejętność w całości opanowali jest pusty. Podkreślić zarazem należy to, że wyjaśnianie jest zawsze wyjaśnianiem czegoś, zatem istnieje tylko łącznie z jakąś treścią przedmiotową. Uczący się może zatem umieć wyjaśniać np. w ramach mechaniki klasycznej, a w przypadku mechaniki kwantowej już nie.

Ogólnie - naszym zdaniem - można powiedzieć, że umiejętność wyjaśniania da się zredukować, sprowadzić do trzech warstw umiejętności "niższego rzędu":

1) umiejętności uchwycenia i trafnego sformułowania tego, co ma być wyjaśnione (jest to właściwie umiejętność opisu!);

2) umiejętność dobrania właściwego eksplanansu czyli "skorzarzenia" faktu lub prawa (tego, co ma być wyjaśniane - odpowiednio - z właściwym prawem lub teorią);

3) umiejętności wykonywania, przeprowadzania wnioskowań (ingerują tu mocno, zwłaszcza w fizyce umiejętności logiczno-matematyczne).

W procesie kształcenia budowanie umiejętności wyjaśniania nie powinno się sprowadzać do zapoznawania z konkretnymi wyjaśnieniami zawartymi np. w podręcznikach (czyli do ich zapamiętania). Efektem właściwym, będzie to, że uczący się będzie w stanie wykonywać samodzielnie przynajmniej pewne wyjaśnienia (w określonym obszarze przedmiotowym). Nie chodzi zatem o to, by uczeń miał odtwarzać poznane wyjaśnienia, lecz o to by był w stanie budować nowe, dotychczas mu nie znane. Uczący się (także, a może głównie, przyszły nauczyciel) ma nie tylko wiedzieć na czym wyjaśnienie polega, lecz ma umieć tą procedurę realizować (przynajmniej w pewnym zakresie).

Zwróćmy dalej uwagę, że procedura wyjaśniania w nauce jest właściwie pokazaniem, wytyczeniem drogi od jednego elementu wiedzy już znanego (prawa, zespołu praw) do drugiego, który także jest znany (w postaci faktu empirycznego lub prawa empirycznego). Odmienny (w tym względzie) charakter ma procedura naukowa zwana prognozowaniem (przewidywaniem). Jej istotę określić możemy - naszym zdaniem - następująco: od tego co jest znane (praw, teorii) przechodzi się do tego co nie jest znane, co może być uznane za możliwe bo wynikające z już znanego. Prognozujący zna pewien stan ujęty w postaci praw lub teorii, umie także prowadzić wnioskowania (ich opanowania wymagało wyjaśnienie!), wynik jednak stosowania tej procedury nie jest z góry znany.

Cechą wszelkich przewidywań jest to, że odnoszą się w jakimś sensie do przyszłości, podczas gdy przedmiotem wyjaśniania mogą być bądź poznane zjawiska (fakty) istniejące aktualnie, bądź poznane zjawiska przeszłe.

Procedura przewidywania ma dwie wyraźne warstwy:

1) jest to możliwość uzyskania na podstawie znanej już wiedzy tego co jest jej konsekwencją;

2) jest to sfera poszukiwań nieznanego, hipotetycznego, tego co jest zwykle utożsamiane z wzrostem (postępem) w nauce.

Składowa pierwsza przewidywania jest podstawą funkcji praktycznych nauki, techniki i technologii. Bez przewidywania nie ma bowiem skutecznego działania, a więc możliwości racjonalnego przekształcania świata.

Druga warstwa realizuje cel wewnętrzny nauki, jej sens sprowadza się do śmiałego sięgania "do przodu" w nieznaną, by - w rezultacie - uzyskać nowe prawdy o świecie.

Przewidywanie naukowe budowane jest przy wykorzystaniu wcześniej ustalonego prawa (praw) lub wcześniej sformułowanej teorii (podobnie jak w przypadku wyjaśniania). Jest to zatem system wnioskowań, których punktem wyjścia są znane prawa lub teorie a rezultatem to, co nie było do tej pory uświadamiane lub znane (w nauce).

Należy zwrócić uwagę, że cechą przewidywań tworzonych na bazie poznania naukowego nie zawsze jest i nie zawsze może być ścisłość (trafność). Zależy ona między innymi od zasobu posiadanej wiedzy naukowej ogólnej (głębi wyjaśnień), jak i od wiedzy empirycznej o konkretnym zjawisku (wiedzy opisowej), którego stan chcemy przewidzieć oraz od rodzaju zależności będących podstawą przewidywań. I tak wiadomo, że prawa jednoznaczne umożliwiają w wielu przypadkach ścisłe przewidywania (np. przewidywanie zaćmień), aczkolwiek nie zawsze tak jest, ponieważ w prawie idealizacyjnym określone są jedynie istotne, konieczne zależności w czystej postaci, natomiast w rzeczywistości mamy zawsze do czynienia z oddziaływaniem wielu czynników ubocznych, które mogą wpłynąć na konkretny przebieg zjawiska. Prawa statystyczne z kolei mogą być podstawą przewidywania jedynie prawdopodobieństwa zajęcia określonego zjawiska. Ścisłość przewidywań zależy również od stopnia złożoności układu. Im bardziej złożony jest układ, im więcej czynników istotnych i przypadkowych określa jego zachowanie, tym trudniejsze są trafne przewidywania.

Wydaje się, że prognozowanie, czyli działanie zmierzające do uzyskania na podstawie znanej wiedzy tego co nie znane, jest procedurą nadbudowaną nad opisem i wyjaśnianiem. Jest najbardziej zaawansowaną "umiejętnością" (tutaj nawet "typ idealny" jest trudny do scharakteryzowania). Procedura ta jest niejako zwieńczeniem metodologicznej struktury nauki.

W nauczaniu fakt przechodzenia przez uczącego się od wiedzy znanej do tego, co nie jest znane zachodzi w czasie rozwiązywania tego, co najogólniej można nazwać zadaniami, problemami itd. "Rozwiązując zadania" uczeń realizować może wszystkie

przedstawione procedury. W jednych zadaniach istotą rozwiązania jest dokonanie prawidłowego opisu, w innych, gdy znany jest rezultat (wynik) rozwiązanie polega na pokazaniu drogi od prawa ogólnego do tego rezultatu (czyli na wyjaśnieniu). W istotnej części zadań chodzi jednak o sytuację inną: uczący się zna pewną wiedzę a ma ustalić co może się wydarzyć, co może zajść.

Sytuacje te można - naszym zdaniem - podzielić w uproszczeniu na dwie klasy ²⁴:

1) problem, przed którym stanie uczeń może być rozpoznany jako typowy (podobny do już rozwiązywanych lub widzianych). Jawi się on wtedy jako "naturalna" konsekwencja tego "co już było". Jego rozwiązanie wymaga czynności intelektualnych lub eksperymentalnych typowych, znanych (co nie musi znaczyć, że w odpowiednim stopniu opanowanych przez ucznia);

2) problem może zostać rozpoznany przez uczącego się jako zupełnie niestandardowy, nie mający analogii w jego dotychczasowej aktywności intelektualnej. Próba jego rozwiązania możliwa jest tylko wtedy, gdy uczeń uświadomi sobie, że musi wyjść "poza dostarczone informacje".

Przewidywanie należy uznać za umiejętność najbardziej twórczą i najtrudniejszą do opanowania. Można powiedzieć, że tzw. "twórcze myślenie", deklarowany powszechnie cel nauczania, w znacznej mierze może być utożsamione z umiejętnością prognozowania (w obu wskazanych jego warstwach).

Z powyższego wynika, że tzw. umiejętność prognozowania jest inną jakością w stosunku do opisu i wyjaśniania. Inaczej mówiąc opanowanie umiejętności opisu i wyjaśniania (w sensie sformułowanym wcześniej) musi poprzedzać ewentualne opanowywanie prognozowania. Aby móc rozumieć świat (z punktu widzenia typowego dla nauki) trzeba opanować, przynajmniej w pewnym stopniu, wszystkie wskazane i omówione wyżej procedury (pamiętając przy tym, że tworzą one opisaną wyżej sekwencję).

Wróćmy teraz do pytania istotnego dla prowadzonych tu rozważań: gdzie i jak w procesie kształcenia nauczycieli umiejscowić tak widziany poziom metodologii fizyki. Naszym zdaniem -

²⁴ Patrz L. Ryk, Metodologiczne modele..., rozdz. III.

powtórzmy to - powinien on być **i n t e g r a l n y m** **e l e m e n t e m** **c a ł e g o** **k u r s u** **f i z y k i**. Przekazywanie wiedzy o naturze opisu, wyjaśniania i prognozowania w fizyce, a także kształtowanie umiejętności realizowania tych procedur winno odbywać się na wszystkich zajęciach z przedmiotów kierunkowych. Jednakże musi to być realizowane świadomie, przy czym punktem wyjścia tej realizacji winna być nie potoczna świadomość metodologiczna, lecz koncepcje zracjonalizowane.

Jeżeli przyszli nauczyciele mają nie tylko posiadać wiedzę metodologiczną lecz także umieć ją elementaryzować i wbudowywać jej elementy w proces nauczania fizyki w sposób "naturalny", to - jest oczywiste - tymi dyspozycjami muszą się cechować realizujący proces kształcenia na poziomie akademickim.

Wydaje się, że istnieje potrzeba napisania i wprowadzenia przynajmniej w Polsce do obiegu naukowego i dydaktycznego "metodologii" tych działów fizyki, które są obecne w kształceniu nauczycieli (pisane one być winny przez specjalistów z tych dziedzin). Nasuwa się także inne rozwiązanie. Zdaje się ono być pragmatyczne i minimalistyczne, z tego też powodu względnie realistyczne. Można by mianowicie opracować swoisty "przewodnik metodologiczny" wskazujący co (jakie zagadnienia metodologiczne), jak i gdzie w czasie realizacji przedmiotów kierunkowych podejmować. Sądzymy, że jest to zadanie trudne, ale warte podjęcia w przyszłości ³⁵.

W tym kontekście zwróćmy uwagę, że omówione procedury naukowe nie wyczerpują zbioru problemów i zagadnień metodologii fizyki, które mogą - i naszym zdaniem - powinny być przekazane przyszłemu nauczycielowi. W odpowiednich miejscach kursu fizyki można by rozważyć np. metodologiczny status zasad zachowania, symetrii, komplementarności, prostoty, korespondencji.

Przedstawiony tutaj punkt widzenia na kształtowanie metodologicznych dyspozycji nauczycieli fizyki wymaga jeszcze pewnego uzupełnienia. Otóż, wydaje się, że winien istnieć cały system publikacji metodologicznych nakierowanych na potrzeby kształcenia: od monografii, poprzez analizy problemów metodo-

³⁵ L. Ryk, Metodologia nauki a kształcenie nauczycieli fizyki. RPBP III.30. VI.3, 1989, maszynopis.

logicznych istotnych w kursie fizyki szkolnej, podręczniki dla nauczycieli, aż do prac o charakterze popularyzatorskim. Stan ten zdaje się istnieć w innych krajach ³⁶. Być może i w języku polskim ukazywać się będą prace zaczynające się tak: "W tej książce podejmiemy próbę objaśnienia czym jest metoda naukowa. Jest ona skierowana do czytelnika ze średnim wykształceniem, a nie do profesjonalnych uczonych. Napisaliśmy tę książkę, gdyż wierzymy, iż każdy żyjący w tym wieku, w którym nauka odgrywa tak ważną rolę powinien mieć pogląd na to, czym jest metoda naukowa: jak rodzą się odkrycia naukowe, jak powstają teorie, jak przebiega ich sprawdzanie i dlaczego są one przyjmowane lub odrzucane" ³⁷.

W kontekście powyższego z pola widzenia nie może zniknąć kwestia następująca: czy i ewentualnie jak usytuować w kształceniu nauczycieli fizyki trzeci z wspomnianych wcześniej, ogólnonaukowy poziom metodologii. Zdaje się on być istotny z tego względu, że daje możliwość spojrzenia integrującego, syntetyzującego naukę (widzianą w procesie kształcenia jako złożoną z różnych, odrębnych dyscyplin) w zrozumiałą całość. Od różniczenie praktyki naukowej od innych rodzajów praktyki ludzkiej, wiedzy naukowej od innych rodzajów wiedzy itd., winno się gdzieś w procesie kształcenia nauczycieli m.in. fizyki ujawnić. Trudno tutaj zaproponować jednoznaczne rozwiązanie. Obserwacja praktyki kształcenia nauczycieli pokazuje, że zadanie to - przynajmniej w pewnej części i różnym stopniu w niektórych ośrodkach - przyjęła dydaktyka fizyki. Wskazuje to, że istnieje potrzeba zapoznania przyszłych nauczycieli z ustaleniami metodologii ogólnej. Sądzymy, że wkomponowanie wiedzy

³⁶ Taki "szereg" publikacji istnieje w ZSRR; wymienimy kilka: W.F. Jefimienko, Metodologiczeskije woprosy szkolnego kursa fizyki, Moskwa 1976; Ł.Ja. Zorina, Didakticzeskije osnovy formirowanija sistiemnosti znanija starszекlassnikow, Moskwa 1978; W.W. Multanowski, Fiziczeskije wzaimodiejstwija i kartina mira w szkolnom kursie, Moskwa 1977; N.P. Semykin, W.A. Liubiczankowski, Metodologiczeskije woprosy w kursie fiziki sriedniej szkoły, Moskwa 1979; B.J. Spasskij, Woprosy metodologii i istorizma w kursie fiziki sriedniej szkoły, Moskwa 1975; G.M. Golin, Woprosy metodologii fiziki w kursie sriedniej szkoły, Moskwa 1987.

³⁷ M. Goldstein, I.F. Goldstein, How we Know. An Exploration of the Scientific Process, Plenum Press, New York 1978, s. 1.

ogólnometodologicznej w filozoficzne przygotowanie nauczycieli jest warunkiem efektywnego kształtowania dyspozycji nauczycielskich (w tym zakresie) na zajęciach zawodowych (np. w dydaktyce fizyki). Koncepcją kształcenia filozoficznego zajmowaliśmy się wcześniej. Tutaj przypomnijmy tylko, że filozoficzny poziom metodologii miałby umożliwiać uzyskanie przez przyszłego nauczyciela fizyki krytycznej samoświadomości, która zastosowana w procesie dydaktycznym umożliwiłaby oryginalną interpretację faktów badanych przez naukę. Dostarczać by on miał narzędzi teoretycznych, pozwalających odczytać sens tych faktów, zabezpieczyć przed różnorodnymi złudzeniami na ich temat.

Zdaniem I. Lakatosa "metodologia nauki zaślubiona jest z historią"³⁸. Wydaje się zatem, że historia fizyki ma pewne "obowiązki" wobec metodologii. Potoczną świadomość metodologiczną fizyków cechuje swoisty "bezruch" i ahistoryzm, tendencja do ekstrapolowania stanu aktualnego na czasy przeszłe. Szanse zmiany tej sytuacji daje kształcenie przyszłych nauczycieli fizyki w zakresie historii fizyki. Z jednej strony zajęcia z historii fizyki mogą pozwolić na realizację "składowej metodologicznej" wykształcenia nauczycieli w zakresie omówionym wcześniej, z drugiej strony historia fizyki może i winna być właśnie pewną strukturą wyjaśniającą, dlaczego fizyka "wzrastała", zmieniała się w ten, a nie inny sposób. W ten sposób także można uczyć się wyjaśniania.

Zagadnienie "składowej historycznej" w kształceniu nauczycieli fizyki będzie przedmiotem dalszych rozważań.

³⁸ I. Lakatos, Changes in the Problem of inductive Logic, w: The Problem of Inductive Logic, ed. by I. Lakatos, Amsterdam 1968, s. 386.

Literatura

- Amsterdamski S., Między doświadczeniem a metafizyką. Z filozoficznych zagadnień rozwoju nauki; Warszawa 1973.
- Amsterdamski S., Nauka a porządek świata, Warszawa 1983.
- Białkowski G., Filozoficzny kontekst fizyki, w: Materiały II Jesiennej Szkoły "Problemy Dydaktyki Fizyki" Karpacz 1977, Wrocław 1978.
- Bunge M., Philosophy of Physics, D. Reidel - Publishing Company Dordrecht 1973;
- Cooper L.N., Istota i struktura fizyki, Warszawa 1975.
- Goldstein M., Goldstein I.F., How we Know. An Exploration of the Scientific Process, New York 1978.
- Golin G.M., Woprosy metodologii fizyki w kursie sriedniej szkoły, Moskwa 1987.
- Górski M., Konarzewski A., Metodologiczna wiedza nauczycieli fizyki. RPEP III.30 VI.3, 1988, maszynopis.
- Jefimienko W.F., Metodologiczeskije woprosy szkolnego kursa fizyki, Moskwa 1976.
- Kmita J., Szkice z teorii poznania naukowego, Warszawa 1976.
- Kmita J., Wykłady z logiki i metodologii nauk. Warszawa 1975.
- Kruszewski K., Zmiana i wiadomość. Warszawa 1988.
- Kurowicki J., Poznanie i społeczeństwo, Warszawa 1977.
- Lakatos I., Changes in the Problem of Inductive Logic, w: The Problem of Inductive Logic, ed. by. I. Lakatos, Amsterdam 1968.
- Lippmann W., Public Opinien, New York 1946.
- Mietodologiczeskije principy fizyki. Istorija i sawriemiennost, Moskwa 1975;
- Multanowskij W.W., Fiziczeskije wzaimodiejstwija i kartina mira w szkolnom kursie, Moskwa 1977.
- Nagel E., Struktura nauki. Zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych, Warszawa 1970.
- Ryk L., Metodologia nauki a kształcenie nauczycieli fizyki. RPEP III.30 VI.3, 1988, maszynopis.

- Ryk L., Metodologiczne modele powstawania teorii w fizyce, Wrocław-Warszawa 1984.
- Ryk L., Metodologie vedy a didaktika fyziky, Matematika a fyzika ve skole, 6, 1985.
- Ryk L., O postulacie "humanizacji fizyki", Zycie Szkoły Wyższej, 10, 1982.
- Schaff A., Stereotypy a działanie ludzkie, Warszawa 1981.
- Semykin N.P., Liubiczankowskij W.A., Metodologiczeskije woprosy w kursie fizyki sriedniej szkoły, Moskwa 1979.
- Spasskij B.J., Woprosy metodologii i istorizma w kursie fizyki sriedniej szkoły, Moskwa 1975.
- Sporzyński K., Fizyka do użytku szkół średnich, wyd. 5, Warszawa-Poznań 1919.
- Stępniewski I., Struktura logiczna treści nauczania a struktura umiejętności uczniów - część I. RPB III.30 VI.1 - 1987; oraz cz. II - RPB III.30 VI.1 - 1989, maszynopisy.
- Wróblewski A.K., Zakrzewski J.A., Wstęp do fizyki, T. 1, Warszawa 1976.
- Zorina L.Ja., Didacticzeskije osnovy formirovanija sistiemnosti znanija starszeklassnikow, Moskwa 1978.