

Zagadnienie języka w początkowym nauczaniu fizyki

Ignacy Stępnowski

Instytut Kształcenia Nauczycieli w Warszawie

Dlaczego właściwie dydaktyka fizyki ma zajmować się zagadnieniem języka w procesie nauczania? Dlaczego nie pozostawi tego obszaru badawczego, np. dydaktyce języka ojczystego lub ewentualnie dydaktyce matematyki? Otóż dlatego, że właśnie język fizyki szkolnej, szczególnie w okresie początkowego nauczania tego przedmiotu, w porównaniu z językami wszystkich innych przedmiotów nauczanych w języku ojczystym, odbiega najbardziej od potocznego języka mówionego, tak pod względem semantycznym, jak i syntaktycznym. Język fizyki szkolnej wykorzystuje, na tym etapie kształcenia, w zasadzie cały dorobek językowy matematyki, a także język literacki i potoczny język mówiony, oprócz tego wprowadza pojęcia i reguły występujące wyłącznie w fizyce. Swoistość swą zawdzięcza także już wyraźnemu ujawnianiu się w nim takich cech języka jak: ścisłość, zmienność, symboliczność, metaforyczność i ezoteryczność.

Nie ulega wątpliwości, że dziecko przystępując do uczenia się fizyki (VI, VII, a nawet VIII kl.) prócz trudności natury pojęciowej, logicznej i czynnościowej napotyka na swej drodze specyficzną barierę językową – czasem niezwykle trudną do pokonania. Jakże często uczeń odpowiada błędnie wcale nie dlatego, że brak mu wiadomości, czy umiejętności rozwiązania problemu, ale dlatego, że konstruuje swą wypowiedź w innym języku, albo też odpowiada na inne pytanie i dużo wysiłku trzeba włożyć żeby wykryć jakie są rzeczywiste przyczyny udzielania błędnej odpowiedzi.

Innym ogromnie niepokojącym zjawiskiem językowym jest prawie powszechny brak u uczniów podstawowej umiejętności – a mianowicie – czytania ze zrozumieniem tekstu fizycznego. Przystępny i jednoznaczny tekst fizyczny, ale pozbawiony elementów ikonicznych, często przestaje być zrozumiały dla ucznia. Obserwuje się także wśród uczniów niechęć do pracy z tekstem pisanim. Występuje tu wyraźniej sprzężenie zwrotne: brak umiejętności – brak motywacji. Można nawet sądzić, że w opinii uczniów kształtuje się pogląd, iż w przypadku fizyki wiedzę zdobywa się wyłącznie na drodze poznania bezpośredniego, zaś czytanie obcych tekstów pisanych jest całkowicie zbędne. Być może zjawisko to jest ubocznym skutkiem tzw. nowoczesnych metod i środków nauczania. Realizując postulat: „uczeń powinien pracować jak badacz” należy pamiętać o tym, że głównym źródłem wiedzy i inspiracji do działania dla każdego fizyka-badacza są jednak teksty pisane przez innych autorów. Teksty, które na ogół w mało atrakcyjnej formie zawierają potrzebne, interesujące, a nieraz wręcz fascynujące treści.

Wielokrotnie mówi się, że współczesność jest zapowiedzią epoki, w której teksty językowe o dominującym charakterze symbolicznym utracą swoje znaczenie w społecznym obiegu komunikacji na rzecz tekstów ikonicznych (w skrócie: telewizja wypiera książkę). Wspomina się nawet, że być może w wyniku rozwoju nowych technik przekazywania informacji nastąpią zmiany w samym sposobie myślenia naukowego [2]. Bo przecież język służy nie tylko do porozumiewania się. Pozwala on odtwarzać i przekształcać rzeczywistość zgodnie z umownymi, ale określonymi, właściwymi dla takich operacji regułami. Język nauki to forma istnienia wiedzy społecznej, gdyż jak dotychczas nie mamy innego sposobu zapisu i strukturalizacji wiedzy, jak właśnie w postaci systemu znaków w określonym języku.

Nie ma dziś wątpliwości, że istnieją jakieś ścisłe związki pomiędzy językiem a myśleniem i postrzeganiem. Wiadomo jednak, że wywodzące się między innymi z językoznawczego logizmu koncepcje pełnej jedności języka i myśli są współcześnie nie do przyjęcia. Problemem nadal otwartym są: rozmiar i obszary tych zależności oraz metody pozwalające na ich empiryczne ujęcie. Ha przykład Wygotsky nie tylko twierdzi, że krzywe wzrostu zdolności do symbolizacji oraz wzrostu doskonałości procesów myślenia nie przebiegają równoległe, ale również dopuszcza możliwość istnienia mowy preintelektualnej, jak i prelingwistycznego myślenia [1]. Niestety, w dydaktyce fizyki – zarówno w sferze badań, jak i praktyki szkolnej – prawie zawsze milcząco przyjmuje się fałszywe założenie o jedności języka i myśli ucznia.

Może się wydawać, że ze względu na nierozzerwalny związek języka z innymi komponentami rozwoju intelektualnego ucznia wyodrębnianie sfery językowej w badaniach procesu dydaktycznego jest zabiegiem sztucznym, prowadzącym do wyników deformujących obraz badanego procesu, przez swą jednostronność, przez opis przedmiotu badań tylko w jednym aspekcie. Nie ma jednak żadnego powodu, by przypuszczać, że różne wyniki poznania tego samego obiektu badań dostarczane przez różne „aparatury” miałyby się nawzajem kwestionować. Wielość obrazów badanego procesu dydaktyczno-wychowawczego, wynikająca z różnorodności „aparatury percepcyjnej” może być właśnie argumentem na rzecz jednolitej obiektywności tego procesu, przy niezmiernej jego złożoności, a być może i nieskończonym bogactwie. Różnorodne dane dostarczane przez różne „aparatury” nie wykluczają się wzajemnie, lecz są wobec siebie komplementarne. Wywodząca się z fizyki idea komplementarności jest przesłanką do uznania wieloaspektywności badanych procesów. Według zasady komplementarności zrekonstruowanie całościowe zjawiska w systemie znakowym wymaga komplementarnych klas pojęć, gdyż jedna konstrukcja logiczna nie wystarcza do opisu całej złożoności badanego zjawiska czy procesu. Obserwowane w dydaktyce próby i tendencje jednolitego ujęcia całościowego, np. procesu poznania w nauczaniu, prowadzą często do naiwnego realizmu, tj. do przyjęcia tezy, że skonstruowany model (obraz) tego procesu jest jego prostym odzwierciedleniem.

Zdaniem autora należy odrzucać przedwczesne syntezy, natomiast rozwijać badania procesu nauczania w różnych aspektach. W tym, zagadnienie języka w nauczaniu fizyki powinno stać się bogatym źródłem szczegółowych tematów do refleksji teoretycznych i badań empirycznych.

W procesie uczenia się fizyki uczeń dążąc do wzbogacenia swej wiedzy o przyrodzie, do coraz lepszego jej rozumienia, musi stopniowo opanowywać język fizyki, który będąc nieodzowną pomocą w poznawaniu otaczającego świata, jednocześnie stanowi dodatkową, trudną do pokonania barierę.

By móc sprecyzować pojęcie – „język fizyki” należałoby uprzednio poczynić próby zdefiniowania pojęcia języka. Niestety, wśród specjalistów zajmujących się zagadnieniami języka przeważa obecnie pogląd, że każda próba ścisłego sformułowania koniecznych i wystarczających postulatów uznania jakiegoś funkcjonalnego i użytecznego systemu znakowego za język jest skazana na niepowodzenie. Na przykład, według Nalimowa [4] język należy do rzędu takich pojęć, o których można mówić, ale których nie da się ściśle określić. W pracy „Probabilistyczny model języka” zestawiał on kolekcję wypowiedzi o języku, niekiedy sprzecznych, i na tej podstawie wyodrębnił dwie podstawowe tendencje w myśli europejskiej (od czasów antycznych poczynając). Pierwsza z nich polega na ujęciu języka jako bardzo twardej struktury wiążącej w sposób bezwarunkowy, jednoznaczny znaki z przedmiotami

oznaczonymi – struktury tworzącej jeden spójny system logiczny. Według drugiej tendencji język stanowi strukturę miękką, na tyle złożoną, że reguły przyporządkowania nazwom znaczeń nie dają się uporządkować w ramach logicznych schematów. Założona z góry wieloznaczność wyrażen prowadzi do tzw. polimorfizmu języka.

W tej nomenklaturze językiem doskonale twardym jest język spójny i zamknięty, składający się z idealnych terminów o ścisłym znaczeniu. Według Ajdukiewicza [5] takim językiem jest twór jednoznacznie określony przez klasę znaków i tzw. macierz języka, odpowiadającą całemu zakresowi dyrektyw znaczeniowych. Przykładem zaś języka prawie doskonale miękkiego, czysto alogicznego – a więc bliskiego językowi poezji współczesnej – może być język religijno-filozoficznego systemu japońskiej odmiany buddyzmu. Język systemu zen – bo taka jest jego nazwa – jest językiem absurdalnych wyrażen i tak wieloznacznych, że mogą one oznaczać wszystko, np.: „Czy pies posiada naturę Buddy? Nie!” lub „Kłaśnięcie dwóch dłoni wydaje dźwięk. A czym będzie dźwięk jednej dłoni?” [4].¹

Jeżeli przyjmiemy, że istnieje jakaś skala twardości języka, ograniczona z jednej strony językiem doskonale miękkim, a z drugiej – doskonale twardym, to należy spodziewać się, że język fizyki, jako nauki ścisłej, znajdzie się względnie blisko języka doskonale twardego, a z pewnością bliżej aniżeli język jakiegokolwiek innej nauki przyrodniczej. Jeżeli jednak spojrzymy na język fizyki z punktu widzenia wymogów logiki, to wbrew powszechnemu mniemaniu okaże się, że język ten jest bardzo miękkim językiem. W skali twardości powinien on być usytuowany bardzo blisko języka potocznego i bardzo daleko od języka doskonale twardego².

Dla uzasadnienia powyższej tezy musimy jednak dokonać próby bliższego określenia przedmiotu naszych rozważań. Język fizyki w naszym rozumieniu, to język w zwykłym tego słowa znaczeniu. Język będący nie tylko formą zapisu i strukturalizacji istniejącej wiedzy fizycznej, w jakim fizyka opisuje i wyjaśnia zjawiska, procesy i prawidłowości obserwowane w przyrodzie ale także Język służący do porozumiewania się w trakcie procesu badawczego, w jakim fizycy formułują swoje pomysły, jeszcze niedojrzałe hipotezy, koncepcje i poglądy, a także zastrzeżenia i wątpliwości³. Z elementami takiego języka uczeń spotyka się na lekcjach fizyki i taki sobie stopniowo przyswaja. Znaczna miękkość, polimorfizm, a więc bogactwo znaczeniowe, jest oczywistym atrybutem tego języka.

Wiadomo jednak, że w czasach nowożytnych pojawił się pogląd, wedle którego doskonała twardość języka jest właściwością pewnego języka idealnego, a język nauki powinien być takim właśnie językiem. W naszych czasach pojęcie twardej struktury języka nauki zyskało specyficzną interpretację w ramach pozytywizmu logicznego, filozofii, która pojawiła się w latach dwudziestych naszego stulecia, a w latach czterdziestych przeżyła okres szczytowego rozwoju. Kierunek ten ma zwolenników do dnia dzisiejszego, aczkolwiek prawie powszechnie uważa się, że już w latach sześćdziesiątych wyczerpał on swoje możliwości rozwojowe [6, 7, 4]. Program logicznych pozytywistów zmierzał do rekonstrukcji nauki, tzn. do jej formalizacji. Jednym z centralnych

¹ Mówimy wyłącznie o miękkości języka zen obserwowanej z punktu widzenia naszego języka. Podany przykład należy traktować raczej jako formalną ilustrację rozważań, a nie jako próbę określenia języka religijno-filozoficznego systemu zen.

² Bierzemy tu pod uwagę wyłącznie twardość języka, inne cechy różniące język fizyki od innych języków omówimy dalej.

³ Nie odróżniamy tu mówionego języka fizyków od języka tekstów fizycznych, chociaż jak wiadomo różnice między tymi językami są ogromne.

punktów tego programu była idea stworzenia uniwersalnego języka nauki, składającego się z idealnych terminów o ścisłym znaczeniu i będącego jednym spójnym systemem logicznym.

Od razu widać, że przyjęte przez nas określenie języka fizyki, jako języka fizyków, jest jawnie sprzeczne z neopozytywistycznym postulatem doskonałej twardości Języka nauki, gdyż powszechnie wiadomo, że myślenia ludzkiego nie da się wtłoczyć w ramy jakiegokolwiek systemu logicznego. Badacz, który miałby do dyspozycji wyłącznie język doskonale twardy nie byłby w stanie sformułować, nawet w tzw. mowie wewnętrznej, swoich pomysłów, koncepcji, wątpliwości – swoich myśli in statu nascendi. Każdy system w pełni dedukcyjny jest zawsze uboższy od myślenia człowieka. Już XV-wieczni uczeni krakowscy rozumieli, że dedukcja (metoda systematyczno-uzasadniająca) nie jest właściwym narzędziem wiedzytwórczym w dziedzinie nauk przyrodniczych, że przedmiot badań domaga się także luźniejszych form rozumowania [8]. Można to określić krótko i obrazowo: nadmierna twardość języka prowadzi nieuchronnie do intelektualnych konwulsji [4].

Nalimow [4] proponuje pewną hierarchię poziomów myślenia: a) myślenia przedlogicznego – obrazowego, b) myślenia logicznego, c) myślenia, które „nadbudowuje się” nad myśleniem logicznym, charakteryzując się intuicją i twórczością – cechami, właściwymi człowiekowi. Logika dedukcyjna stanowi według niego raczej narzędzie porządkowania, przedstawiania i uzasadniania wyników twórczego myślenia, niż samą formę myślenia. Zadaniem logiki jest także wydobywanie treści, które w formie skondensowanej są już implicite zawarte w wynikach twórczego myślenia. Zaś samo intuicyjne i twórcze myślenie człowieka nie może być ograniczane regułami logiki dedukcyjnej, czy wiązane logicznym systemem doskonale twardego języka.

Można pokazać dwie drogi prowadzące do usunięcia powstałej sprzeczności:

- a) odrzucić postulat doskonałej twardości języka nauki i, zachowując określenie tego języka zgodnie ze zwykłym znaczeniem tego słowa – uwzględnić ścisłe związki między językiem a myśleniem;
- b) przyjąć takie określenie języka nauki, by postulat doskonałej twardości tego języka był przynajmniej teoretycznie osiągalny, tj. odrzucić istnienie jakichkolwiek, bezpośrednich związków między językiem nauki a procesami myślowymi.

Druga droga jest charakterystyczna dla neopozytywizmu. Według tej koncepcji powinniśmy poddawać analizie słowa, twierdzenia lub zdania oraz ich znaczenia i użycia, a nie „pojęcia”, „koncepcje”, „przekonania” lub „idee”. W konsekwencji należy zdecydowanie oddzielić logikę i logiczną analizę języka od analizy procesów myślowych. Czołowy przedstawiciel neopozytywizmu Carnap [6], który uważał, że jedynym zadaniem filozofii, jako nauki, jest logiczna rekonstrukcja wiedzy, a właściwie – logiczna analiza języka nauki, pisze: „Mieszanie logiki z psychologią polega często na traktowaniu zagadnień logicznych tak, jak gdyby były to zagadnienia psychologiczne. Błąd ten – zwany psychologizmem – prowadzi do przeświadczenia, że logika jest nauką o myśleniu, tj. nauką o faktycznych procesach myślowych albo o regułach, wedle których myślenie powinno przebiegać. Tymczasem badanie rzeczywistych procesów myślowych jest zadaniem psychologii i nie ma nic wspólnego z logiką” (podkr. I.S.). Wprowadzając więc pojęcie języka nauki jako systemu logicznie spójnego nie należy doszukiwać się związków tego języka z procesami myślowymi.

Jeżeli rozróżnimy, jak to się często czyni, naukę jako proces badawczy i naukę jako wytwór, wynik tego procesu (wiedzę naukową), to można powiedzieć, że językiem nauki w ścisłym sensie logicznym może być wyłącznie język nauki-wytworu, język uporządkowanych wyników myślenia i badań empirycznych, będący sposobem zapisu i strukturalizacji istniejącej już, gotowej wiedzy fizycznej. Zaś język nauki-procesu tj. język, w jakim fizycy formułują koncepcje, prezentują, uzasadniają i dyskutują nowe wyniki badań, a także wyrażają zastrzeżenia i wątpliwości – oczywiście nie jest i nie może być językiem nauki w ścisłym sensie logicznym.

Przyjmując logiczną definicję języka (por. np. [5]), każdy język w zwykłym znaczeniu słowa przestaje być językiem w znaczeniu ścisłym, a jest wielością języków i metajęzyków. Język fizyki w naszym określeniu (język fizyków) nie jest więc językiem w sensie logicznym. Logiczny język fizyki (język wiedzy fizycznej) jest zaledwie jednym z wielu komponentów języka fizyków. Ajdukiewicz [5] pisze: „O tym, że język w zwykłym znaczeniu słowa nie jest jednym językiem, lecz wielością języków w znaczeniu ścisłym, zapominają teoretycy poznania, i to nieraz miało zgubne następstwa”.

Uczeń biorący udział w procesie nauczania-uczenia się upodobnionym do procesu badawczego, powinien spotykać się i przyswajać sobie żywy, bogaty język fizyków mający ścisłe związki z procesem myślenia, a nie wyłącznie język wiedzy fizycznej, dlatego też przedmiotem naszych rozważań będzie nadal język fizyki w zwykłym znaczeniu słowa (język fizyków). Jednak ze względu na to, że struktury logiczno-językowe teorii fizycznych są ważnymi składnikami języka fizyki w szerokim znaczeniu słowa (języka fizyków), poświęćmy nieco czasu rozważaniom na temat języka wiedzy fizycznej.

Łatwo zauważyć, że język wiedzy fizycznej także nie spełnia postulatów pozytywizmu logicznego. Aktualna wiedza fizyczna jest zapisana, ustrukturalizowana i przekazywana w systemie składającym się z wielu teorii fizycznych, zaś język wiedzy fizycznej jest zlepkiem języków różnych teorii fizycznych, a nie jednym spójnym systemem logicznym. Wprawdzie tendencja badań naukowych do nadawania, stopniowo coraz większej ogólności teoriom jest źródłem tęsknoty za koncepcją wszechogarniającą, zdolną zamknąć w sobie absolutnie wszystko. Tęsknocie tej towarzyszy często ciche przekonanie o możliwości skonstruowania takiej koncepcji. Jednak powszechnie uważa się, że jest to przekonanie błędne [4]. Warto też zauważyć, że potencjalne istnienie jednolitej koncepcji wszechogarniającej i jednego systemu językowo-logicznego byłoby jawnym zaprzeczeniem zasady komplementarności.

Zastanówmy się zatem, w jakim stopniu język pojedynczej, wybranej teorii fizycznej spełnia postulaty neopozytywistów. Cechy charakterystyczne zaawansowanej teorii fizycznej, takie jak: ogólność i ścisłość, logiczna spójność oraz hierarchiczna struktura praw i pojęć fizycznych zdają się świadczyć, że język takiej teorii może i powinien być językiem doskonale twardym. Jednak, jak dotychczas, wszelkie próby, czynione w ramach programu logicznych pozytywistów, zmierzające do formalizacji wiedzy i do stworzenia języka składającego się z idealnych terminów o ścisłym znaczeniu – zdecydowanie zawiodły. W praktyce okazało się niemożliwe zbudowanie logicznie ściśle określonej hierarchii terminów naukowych. Stanowisko Poppera [7] w tej sprawie jest radykalnie negatywne: „Być może dzięki duchowemu pokrzepieniu, jakie niesie nadzieja wiedzy <ścisłej>, <dokładnej>, czy <sformalizowanej> wybranym przedmiotem analizy językowej staje się <język nauki>, a nie język potoczny. Na nieszczęście wydaje się jednak, że nie istnieje nic takiego jak jeden <język nauki>. Stają oni

więc przed koniecznością skonstruowania go” i dalej „Owe języki modelowe nie pozostają w żadnym związku ani z nauką, ani ze zdrowym rozsądkiem”.

Hutten uważa, że próbując dokonać logicznej rekonstrukcji wiedzy należy odróżnić trzy stopnie formalizacji [4]:

- a) matematyzacja – korzysta się z matematyki jako języka, ale wyrażenia sformułowane w języku matematyki nie tworzą jeszcze zwartych, wewnątrznie niesprzecznych systemów logicznych;
- b) aksjomatyzacja – podstawowe przesłanki teorii sformułowane w postaci aksjomatów; wszystkie szczegółowe twierdzenia wynikają z podstawowych przesłanek; cała wiedza jest implicite zawarta w bardzo zwartych strukturach, zaś twierdzenia służą jedynie do jej eksplikacji;
- c) zbudowanie reguł interpretacji – oprócz aksjomatów i reguł wnioskowania są dane zasady interpretacji otrzymanych rezultatów w kategoriach eksperymentu.

Innymi słowy logicznie spójny system językowy o doskonale twardej strukturze mógłby być uznany za język danej teorii, gdyby zawierał w sobie także reguły interpretacji w kategoriach eksperymentu, a to, jak wynika z rozważań teoretycznych, jest niemożliwe⁴. Inna sprawa, że zdaniem Huttena fizyka utknęła w zasadzie na etapie matematyzacji i istnienie ograniczeń teoretycznych, jak dotychczas, nie ma dla niej istotnego znaczenia. Ballentine [9] dzieli teorię na:

- a) formalizm matematyczny składający się ze zbioru pojęć pierwotnych, związków między tymi pojęciami oraz praw dynamicznych;
- b) zasady odpowiedniości wiążące pojęcia teoretyczne formalizmu matematycznego ze światem doświadczenia.

W obu przypadkach eksponuje się, że teoria fizyczna w swej argumentacji musi zachować styczność z tym co obserwowalne. Wypowiedzi dotyczące zjawisk fizycznych są formułowane w języku matematyki, przy czym w miarę rozwoju fizyki pogłębia się abstrakcyjny charakter tych sformułowań. Jednak, gdy po przeprowadzeniu na relacjach zbudowanych z symboli, niekiedy bardzo złożonych operacji logicznych, otrzymujemy nowe relacje, wymagają one interpretacji w kategoriach eksperymentu, tj. w zwykłym polimorficznym języku fizyki. Polimorfizm języka wprowadza do systemu teorii takie zaburzenie, bez którego system ten byłby niepełny. Teoria musi zawierać także postulaty i modele nie dające się znikąd wydedukować. Ta część teorii jest pozalogiczna, co wcale nie oznacza, że jest irracjonalna. Logiczna prezentacja systemów językowych teorii jest pomocna, ale zawsze uboższa niż, sam język. Można określić to następująco – twarde jądro języka teorii nie może istnieć bez otaczającego go medium zwykłego języka polimorficznego. Wiąże się to ściśle z problemem „gołych faktów”. Przechodzenie od zdań typu: „wskazówka przyrządu wychyliła się” do faktu naukowego (już nie „gołego”) jest właśnie przechodzeniem od obszaru językowego o strukturze miękkiej do obszaru o strukturze twardej.

Biorąc pod uwagę powyższe rozważania spróbujemy teraz bliżej określić język, który powinien być przedmiotem zainteresowania dydaktyki fizyki, tj. język fizyki w zwykłym, szerokim znaczeniu słowa (język fizyków). Mówiąc obrazowo, jest to bezkształtny twór będący niespójnym zlepkiem jąder o twardszych strukturach (języki teorii) zanurzonych i „rozmiękłych” w morzu polimorficznego języka potocznego. Widać doskonale, że język ten zajmuje szeroki interwał na skali twardości i średnio biorąc jest jeszcze bardzo

⁴ Dyskusja sprowadza się do pytań: Czy istnieją gołe fakty? Czy istnieją zdania spostrzeżeniowe /bazowe/?

miękkim językiem w porównaniu z modelowym językiem doskonale twardym, przy czym coraz liczniejsze są poglądy, że miękka struktura języka nauki nie stanowi jego wady, lecz jest wyrazem wielostronności i ukrytych możliwości rozwojowych. Wieloznaczność, będąca defektem języka z punktu widzenia pewnych poczynań badawczych jest jednocześnie jego wielką siłą. Hoże dziwić to, że poglądy te częściej głoszą przedstawiciele nauk ścisłych. Być może wiąże się to z obserwowaną tendencją do humanizacji nauk ścisłych, przy jednoczesnym dążeniu nauk humanistycznych do zaksjomatyzowania i sformalizowania swojej wiedzy.

Interesujące jest także to, że w fizyce może egzystować kilka teorii równoległych lub zawierających się w sobie /usytuowanych jedna nad drugą/, w których używa się nieraz tych samych terminów, ale w odmiennym, zmodyfikowanym znaczeniu. A przecież fizyka nie ma z tego tytułu kłopotów, podobnych do tych, jakie bywają w filozofii [4]. Fizycy mogą dyskutować, mogą precyzyjnie formułować swoje koncepcje i argumenty, mimo że słowa których używają są wieloznaczne. Z punktu widzenia semantyki logicznej Jest to niemożliwe. Otóż staje się to praktycznie możliwe dzięki temu, że stosowane w Języku potocznym uściślanie znaczenia słowa poprzez kontekst, w Języku fizyki doprowadza się prawie do perfekcji. Właściwe dobieranie kontekstu dla precyzyjnego i ścisłego formułowania swoich myśli Jest umiejętnością bardzo trudną do opanowania. Umiejętność ta pozwala połączyć i w pełni wykorzystywać dwie pozornie sprzeczne cechy Języka fizyki – jego polimorficzność i ścisłość.

Wydaje się, że największą trudnością w pokonaniu bariery Językowej, z jaką uczeń spotyka się na lekcjach fizyki, jest właśnie opanowanie umiejętności dobierania i wykorzystania kontekstu dla jednoznacznego uściślenia i rozumienia użytych słów. A przecież, jakże często w dydaktyce fizyki trudności językowe ucznia sprowadza się do problemu tzw. kształtowania pojęć fizycznych, uważając że wprowadzenie ucznia w język fizyki polega wyłącznie na zapoznaniu go z zakresami znaczeniowymi nowo wprowadzonej, ścisłej terminologii fizycznej i ukazaniu logicznych związków strukturalnych. Jest to pogląd prymitywny, gdyż znajomość, rozumienie i stosowanie terminologii naukowej wcale nie zapewnia adekwatności i ścisłości sformułowań. Jakże często wypowiedzi nasycone nawet właściwie stosowaną terminologią naukową są niepełne, niewyraźne, a nieraz wręcz puste znaczeniowo.

Terminologia fizyczna jest wynikiem genetycznego rozwoju języka fizyki. Powstawała ona w sytuacjach, gdy dla pełnego i jednoznacznego opisu wyników badań, dla precyzyjnego i ścisłego sformułowania hipotez, założeń i wniosków – język potoczny okazywał się niewystarczający lub niewygodny (np. zbyt rozwlekły). Innymi słowy rzeczą pierwotną była potrzeba ścisłości i jednoznaczności języka, zaś wtórną wprowadzanie ścisłej terminologii – a nie odwrotnie. O tym powinni pamiętać nauczyciele i dydaktycy fizyki ⁵.

Ścisła terminologia fizyczna dopiero w połączeniu z polimorficznością języka fizyki oraz z niezbędną umiejętnością operowania kontekstem daje precyzyjne, a jednocześnie elastyczne narzędzie językowe, spełniające wymogi współczesnej fizyki.

Ziman [2] zauważył, że nawet uzasadnianie i argumentacja naukowa w fizyce najczęściej nie jest argumentacją ściśle dedukcyjną (twardą). W argumentacji naukowej fizyk dążąc do tego, by swą teorię przedstawić w formie możliwie wiarogodnej i

⁵ Dla przykładu warto wspomnieć, że autorzy programu nauczania fizyki, opracowanego na zlecenie The Huffield Foundation sformułowali postulat nazwany zasadą funkcjonalności pojęć: wprowadzać pojęcia fizyczne tylko wtedy, kiedy są potrzebne, kiedy do czegoś służą.

przekonywającej, stosuje raczej retorykę, aniżeli dedukcję. Chodzi tu oczywiście o retorykę racjonalną, zbliżoną do arystotelesowskiej retoryki logicznej, tj. sztukę racjonalnego przekonywania z wykorzystaniem elementów dedukcji, entymematu, indukcji niezupełnej i analogii, ale także i psychologii, w odróżnieniu od retoryki renesansowej, tj. oratorskiego sposobu mówienia upiękkszanej figurami retorycznymi.

Uściślanie znaczenia słowa poprzez kontekst w języku fizyki dotyczy zarówno słów z języka potocznego, jak i naukowych terminów fizycznych, przy czym uściślanie znaczenia terminów naukowych następuje raczej przez kontekst danej teorii i aktualnej koncepcji naukowej, a nie poprzez kontekst bezpośredni. Teorie fizyczne nieustannie rozwijają się i zmieniają; nie prowadzi to jednak do kaskady nowych słów, lecz do uzyskania przez stare terminy nowych znaczeń w kontekście nowej teorii. Ujawnia się tu kolejna cecha języka nauki – mianowicie jego zmienność.

Z m i e n n o ś ć języka nauki jest wynikiem nie tylko rozwoju teorii i koncepcji naukowych, ale także ewolucji języka potocznego. Ciekawą ilustracją powyższego stwierdzenia może być lektura wydanych w 1914 roku wypisów z dzieł oryginalnych w tłumaczeniu M. Grotowskiego i innych [10]. Porównując dzisiejszy język fizyki z językiem ówczesnym łatwo zauważyć, że zmiany języka nauki są określone głównie przez:

- a) zmiany znaczeniowe i składniowe języka potocznego;
- b) zmiany w terminologii naukowej zachodzące w wyniku wprowadzania nowych nazw, ale także; odrzucania lub modyfikowania *ex definitione* niektórych terminów starych;
- c) zmiany znaczeniowe i składniowe w terminologii naukowej, określone przez zmieniający się kontekst teorii i koncepcji naukowej, przy zachowaniu starych nazw i sposobu ich definiowania.

Rozwój języka uczniów w początkowym nauczaniu fizyki w znacznym stopniu przebiega podobnie jak diachroniczny i synchroniczny rozwój języka fizyki. Można wyróżnić te same czynniki decydujące o zmienności języka fizyki szkolnej:

- a) szybkie i znaczne zmiany potocznego języka uczniów, będące wynikiem ich ogólnego rozwoju intelektualnego,
- b) nieustanne rozbudowywanie ilościowe terminologii przez wprowadzanie nowych nazw oraz uściślanie *ex definitione* niektórych nazw uprzednio wprowadzonych w sposób uproszczony,
- c) zmiany znaczeniowe i składniowe uprzednio poznanej terminologii naukowej określone przez zmieniający się w procesie uczenia się kontekst wiedzy i umiejętności ucznia.

W umyśle ucznia cechy znaczeniowe języka fizyki ulegają ciągłym przewartościowaniom i przeszerogowaniom, i odzwierciedlając badaną rzeczywistość z coraz większą dokładnością, jednocześnie stanowią dodatkowy, rosnący próg trudności w jej poznaniu i zrozumieniu. Wyraźnie ujawnia się kodowy charakter języka fizyki.

Charakter k o d o w y języka fizyki jest jego kolejną cechą, przy czym głębia kodowania - informacyjna pojemność pojęć i relacji między nimi – wzrasta w miarę rozwoju teorii. Wzrasta stopień wykorzystania języka matematyki – systemów symbolicznych -co zezwala na tworzenie skondensowanych, lapidarnych wyrażen typu: $x = A \sin \omega t$, $\Delta u = \Delta Q + L$, $E = mc^2$ o niewielkiej ilości znaków-symboli i prostej konstrukcji gramatycznej, lecz ogromnym zgęszczeniu znaczeniowym. Lapidarność i zdolność do kondensacji pozwala konstruować i przechowywać mocne struktury przedstawień odnoszących się do poznawanej rzeczywistości.

Charakter kodowy języka fizyki pomaga uczniowi w trudnym zadaniu poznawania świata, w przyswajaniu i przechowywaniu wiedzy o podstawowych prawidłowościach przyrody, umożliwi także konstruowanie modeli roboczych, pomocnych przy rozwiązywaniu problemów szczegółowych, pod warunkiem jednak, że uczeń już „czuje” głębię kodowania, że posiadał już bardzo trudną do opanowania umiejętność zwijania i rekonstruowania informacji. Nieustanna konieczność praktycznego korzystania z tej umiejętności jest cechą specyficzną fizyki i jej języka. Znajduje to odzwierciedlenie w specyfice bariery językowej fizyki szkolnej.

W praktyce dydaktycznej często ograniczamy się do rekonstruowania informacji (interpretacja pojęć praw, wzorów itp.) pomijając prawie całkowicie kształtowanie u uczniów umiejętności zwijania informacji. Umiejętność ta wiąże się ściśle z poprzednio omówioną umiejętnością właściwego operowania kontekstem oraz z kształtowaniem potrzeby wprowadzenia ścisłej terminologii o większej głębi kodowania.

Kolejną cechą języka fizyki jest jego *metaforyczność*. Otóż w języku fizyki ujawnia się, typowy dla języków nauki, charakter slangowy o pochodzeniu metaforyczno-poetyckim, gdzie starym słowom z języka potocznego nadaje się nowe znaczenia np.: ciało, droga, tor, masa, energia, sieć krystaliczna, węzeł sieci, środek masy, moment siły, moment bezwładności, widmo dyskretne, zwyrodnienie gazu, tło licznika, czarne dziury, dziwność cząstek, itp. Niektóre zdania wyrwane z kontekstu podręcznika fizyki, z punktu widzenia języka potocznego, brzmią równie wieloznacznie i tajemniczo jak koany formułowane w języku zen lub fragmenty wypowiedzi w jakimś slangu, np.: „Obwód przewodnika, który porusza się w polu jest zamknięty oporem zewnętrznym” lub „Bariera potencjału utrudnia ruch dziur w kierunku pola zewnętrznego”.

Ściślej mówiąc, język fizyki, z punktu widzenia języka potocznego, nie jest metaforyczny, a metaforopodobny, gdyż nowo wprowadzone terminy fizyczne o pochodzeniu metaforycznym przestają być metaforami w języku fizyki, a są po prostu nowymi nazwami o ściśle określonych znaczeniach, które należy rozumieć jednoznacznie i dosłownie. Innymi słowy, nazwy, które są z punktu widzenia języka potocznego „przezwiskami” – w systemie języka fizyki są nowymi, „porządnymi” nazwami.

Wiadomo, że znaczenie metaforyczne wyzwała się wtedy, gdy dany wyraz zostanie włączony w niezwykle połączenie wyrazowe, będące pogwałceniem powierzchniowej spójności tekstu, przy jej zachowaniu na poziomie głębokim. Dobrzyńska [11] pokazuje na przykładzie baśni, że o znaczeniu danego wyrazu oraz o jego statusie /użycie dosłowne czy metaforyczne/ decyduje nie tylko najbliższy kontekst, ale także przynależność gatunkowa całego tekstu. Otóż właśnie w języku fizyki wyrażenia zawierające terminy fizyczne o pochodzeniu metaforycznym nie mają już interpretacji metaforycznej, nie zakłócają spójności tekstu, gdyż podlegają innej akceptacji doświadczenia pozajęzykowego. Wyrażenia te mogłyby się pojawić w języku potocznym tylko jako metaforyczne lub absurdalne, bo rozumiane dosłownie opisywałyby sytuacje realnie niemożliwe, podczas gdy w tekście fizycznym mają status normalnych wyrażań, przez przypisanie im. nowych, ściśle określonych znaczeń. Widać stąd, że metaforyczność języka fizyki jest cechą wyraźnie zauważalną tylko dla człowieka pozostającego poza sferą tego języka (a więc także dla ucznia), natomiast praktycznie niedostrzegalną dla fizyka, który tym językiem posługuje się w codziennej praktyce. Wydaje się nawet, że uświadomienie sobie tego zjawiska językowego przychodzi fizykowi na ogół z pewną trudnością. Kryje się w tym duże niebezpieczeństwo całkowitego nie dostrzegania i nie rozumienia trudności językowych ucznia w okresie początkowego nauczania fizyki. Trudności te są specyficzne dla tego przedmiotu, gdyż tylko w języku

fizyki, wykorzystującym także dorobek językowy matematyki, występuje tak wyrazista i tak znaczna modyfikacja znaczeniowa języka potocznego, przy czym nie sprowadzają się one wyłącznie do konieczności nieustannych zmian w przypisywaniu różnych zakresów znaczeniowych tym samym wyrażeniom, takim jak ciało, czas, chwila, układ, masa, moment bezwładności, widmo dyskretne itd. itd., przy przechodzeniu z języka fizyki na język potoczny i odwrotnie. Mają one o wiele bardziej złożony charakter. Wyjaśnimy to bliżej.

Każde wyrażenie dotyczące faktów pozajęzykowych jest konfrontowane z potocznym, życiowym doświadczeniem, z własnym zasobem wiedzy człowieka i następnie przyjmowane jako dosłowne, metaforyczne lub absurdatne. Jeżeli odbierane wyrażenia będziemy konfrontować z naszym doświadczeniem życiowym to łatwo stwierdzimy, że wyrażenia typu: „deszcz pada”, „lampa świeci”, „samochód jedzie” są wyrażeniami słownymi, a „deszcz zacina”, „lampa mruga”, „samochód tańczy na jezdni” – wyrażeniami metaforycznymi, zaś „deszcz złamał nogę”, „lampa gniewa się”, „samochód czyta” – absurdatnymi, warto zauważyć, że w języku potocznym, podobnie jak w języku fizyki, niektóre wyrażenia metaforyczne typu: „deszcz zacina” czy „lampa mruga” w wyniku powszechnego używania przyjmują status wyrażen normalnych, którym można już przypisać dosłowny zakres znaczeniowy. Jest to jedna z form rozwoju języka.

W procesie nauczania-uczenia się fizyki można wyróżnić dwa typy sytuacji:

- 1) uczeń spotyka się ze znanym mu światem zjawisk, którego opis i wyjaśnianie jest zgodne, z jego życiowym doświadczeniem i dotychczasową wiedzą,
- 2) uczeń spotyka się ze zjawiskami i interpretacjami dla niego nieoczekiwanymi, z opisem niezwykłego świata.

W pierwszym przypadku proces przyswajania przez ucznia języka fizyki przebiega podobnie jak opisany wyżej proces wzbogacania się języka potocznego i stopień trudności językowych jest względnie niewielki. Wyrażenia sformułowane w języku fizyki, służące opisowi i wyjaśnianiu zwykłego świata, uczeń konfrontuje z własną wiedzą i doświadczeniem, i na ogół potrafi, a przynajmniej ma szansę, rozróżnić wyrażenia dosłowne i metaforopodobne oraz przypisać tym ostatnim właściwe nowe znaczenie. Towarzyszący zwykle, osobny komentarz dotyczący modyfikacji znaczeń użytych wyrażen (przez definiowanie lub omówienie) dodatkowo ułatwia uczniowi przyswajanie nowego języka. Trudności językowe sprowadzają się w tym przypadku praktycznie do trudności związanych z utrwaleniem w pamięci związków danych wyrażen z nowymi zakresami znaczeniowymi i opanowaniem umiejętności dokonywania zmian w przypisywaniu różnych zakresów znaczeniowych tym wyrażeniom, w zależności od tego jakim językiem mówimy (językiem fizyki czy językiem potocznym), przy czym wykorzystanie i rozumienie kontekstu w znacznym stopniu te trudności niweluje.

Zupełnie inaczej kształtuje się próg trudności w przypadku drugim, tj. w sytuacji, gdy uczeń spotyka się z opisem i wyjaśnianiem świata niezwykłego z punktu widzenia jego wiedzy i doświadczenia życiowego. Świata, w którym równie prawdopodobne są zjawiska oczekiwane, jak i nieoczekiwane, nieraz wręcz, subiektywnie dla ucznia, absurdatne. Sytuacja ta jest w znacznym stopniu zbliżona do poznawania świata baśni (por. [11]). W tym przypadku status każdego wyrażenia, będącego pogwałceniem spójności języka i wiedzy ucznia, ulega w jego umyśle swoistemu „zawieszeniu”, gdyż może to być:

- metaforyczny opis zwykłych zjawisk,
- adekwatny opis niezwykłych zjawisk,
- metaforyczny opis niezwykłych zjawisk.

W pierwszych dwóch przypadkach sytuacja względnie uprości się, jeżeli w osobnym, komentarzu wskaże się uczniowi „układ odniesienia”. W pierwszym przypadku takim układem odniesienia jest zwykły świat ucznia. Odwołując się do jego wiedzy i doświadczenia zapoznajemy ucznia z nowymi zakresami użytych wyrażen metaforopodobnych, w efekcie sytuacja sprowadza się do poprzednio omówionej. W drugim przypadku układem odniesienia jest dosłowność i jednoznaczność języka. Korzystając ze znanych już uczniowi zakresów znaczeniowych użytych wyrażen zapoznajemy ucznia z niezwykłym dla niego światem. W tym przypadku ewentualne trudności występujące w procesie poznania nie mają charakteru językowego.

Niestety, w procesie nauczania-uczenia się fizyki, z punktu widzenia ucznia, najczęściej występuje przypadek trzeci, kiedy to nie można jednoznacznie odwołać się ani do znanego uczniowi świata zjawisk, ani do dosłowności znanego uczniowi języka. Uczeń poznaje nowy świat, do którego opisu i wyjaśniania służy nowy język, nasycony metaforopodobnymi wyrażeniami. Jedynym punktem oparcia dla ucznia, a jednocześnie punktem wyjścia do dalszego poznawania nowego świata zjawisk i nowego języka jest towarzyszący komentarz, w którym usiłuje się każdorazowo wskazać uczniowi w jakim stopniu pogwałcenie spójności jego języka i świata przez użyte wyrażenie jest wynikiem subiektywnej niezwykłości opisywanego zjawiska, a w jakim stopniu – modyfikacji zakresu znaczeniowego tego wyrażenia. Komentarz taki jest konieczny, ale nigdy nie jest dla ucznia wystarczający, nawet gdy wyrażenia o nowych znaczeniach są językowo zdefiniowane. Podstawowym i często spotykanym błędem dydaktycznym jest przeświadczenie, że znajomość i rozumienie definicji językowej pojęcia fizycznego jest równoznaczne ze znajomością zakresu znaczeniowego tego pojęcia. Otóż o sukcesach w dalszym poznawaniu nowego języka i nowego świata decyduje poznanie „samouzgodnione” – wstępna modyfikacja zakresów znaczeniowych używanych wyrażen pozwala na lepsze i głębsze poznawanie nowego świata, co z kolei pozwala na dalszą modyfikację i uściślanie nowych zakresów znaczeniowych itd. itd. Widać, że ze względu na występujące sprzężenie każdy błąd dydaktyczny może ulec wielokrotnemu wzmocnieniu. Należy też podkreślić, że poznanie „samouzgodnione” – charakterystyczne dla fizyki współczesnej – w początkowym nauczaniu fizyki ma miejsce także w poznawaniu przez ucznia fizyki klasycznej. Zwykła klasyczna mechanika opisuje i wyjaśnia pozornie znany mu świat często w sposób dla niego nieoczekiwany – wprowadza go w nowy świat, opisywany nowym językiem. Już przy formułowaniu zasad dynamiki Newtona brak jest jednoznacznego „układu odniesienia”, gdyż ani te zasady nie są oczekiwane z punktu widzenia wiedzy i doświadczenia ucznia /por. czas życia fizyki Arystotelesa!/, ani też nie można ich adekwatnie sformułować w języku potocznym wykorzystując dosłowne znaczenia znanych uczniowi wyrażen.

Wydaje się, że w nauczaniu żadnego innego przedmiotu szkolnego nie występuje aż tak trudna do pokonania dla ucznia bariera językowa. Problem, który tak wyraziście zarysowuje się wyłącznie w procesie uczenia się fizyki musi stać się przedmiotem teoretycznych refleksji i badań empirycznych dydaktyki fizyki.

Kończąc rozważania o metaforyczności języka fizyki należy jeszcze wspomnieć, że na tle „porządnego” języka uwidaczniają się funkcjonujące w mówionym języku fizyki metaforopochodne i metaforopodobne wyrażenia skrótowe, będące pogwałceniem spójności powierzchniowej tego języka i tworzące pewien żargon fizyczny zwalczany – zresztą na ogół nieskutecznie – przez fizyków-purystów językowych. Łatwo zauważyć, że niektóre „chwasty” językowe, w miarę upowszechniania się w środowi-

sku fizyków, nabierają nowych, ściśle określonych znaczeń i niepostrzeżenie przechodzą do „porządnego” języka fizyki przyjmując status normalnych wyrażen metafropodobnych. Głębsze ujęcie tego problemu wymaga jednak oddzielnego omówienia.

Ezoteryczność języka fizyki – typowa cecha języka nauki, polega na tym, że jest on zrozumiały wyłącznie w grupie wtajemniczonych i dlatego język nauki spełnia dodatkowo następujące funkcje: jednoczącą, separującą i prestiżową. Przekaz językowy jest jednocześnie oznaką przynależności do określonego klanu naukowego. Nadawca używając określonej odmiany języka wskazuje jednocześnie do jakiej grupy społeczności należy, przy czym często występują przypadki świadomej mistyfikacji.

W społeczności szkolnej język ucznia jest pewną oznaką jego rozwoju intelektualnego. Stąd może rodzić się u uczniów tendencja do kierowania całego swego wysiłku na pamięciowe opanowanie terminologii naukowej i umiejętne pozorowanie naukowości przez zonglowanie wyrażeniami języka nauki. Niestety w praktyce dydaktycznej często rzeczywiście obserwuje się przewagę formy nad treścią przejawiającą się w tym, że nauczyciel raczej preferuje quasinaukowe wypowiedzi ucznia, nawet jeżeli są one mętne, puste lub wręcz bzdurne, aniżeli wypowiedzi sensowne, ale sformułowane nieporadnie własnym językiem ucznia. Wydaje się, że między innymi w tym tkwi tajemnica niepowodzeń, jakich doznają na studiach „wybitnie zdolni” maturzyści kierowani na uczelnie bez egzaminu. Nie sugerujemy tu opinii, że język ucznia nie jest wskaźnikiem jego poziomu intelektualnego. Chodzi znam jedynie o to, aby wskazać, że jest on miarą cząstkową, często powierzchowną i mylącą. Nauczyciel nigdy nie może zapominać o tym, że za nasyconym terminologią naukową i poprawnym pod względem formy językiem ucznia może kryć jego pustka myślowa, zaś daleki od naukowości sposób wyrażania się ucznia może właśnie nieść treści ważne i ciekawe, będące wynikiem twórczego myślenia.

Ezoteryczność języka wiąże się ściśle z nietolerancyjnością i hermetycznością grupy przedstawicieli danej dyscypliny naukowej. Wiadomo, że immanentną cechą każdego paradygmatu (używając terminologii Kuhna [12]) jest funkcjonujący w nim system wartościowania osiągnięć, teorii i poglądów naukowych, a także wartościowania specjalistów tej dyscypliny, w zakresie ich dorobku naukowego, wiedzy, umiejętności i możliwości intelektualnych. Otóż często, młody specjalista zafascynowany świeżo poznanym paradygmatem własnej dyscypliny i funkcjonującym w nim system wartościowania zaczyna bezwiednie wszystko i wszystkich wartościować z punktu widzenia własnego paradygmatu, przyjmując znajomość języka danej dyscypliny jako pierwsze kryterium w tym systemie. Brak refleksji zewnętrznej – brak podstaw filozoficznych, brak znajomości metodologii ogólnej nauk i historii rozwoju myśli ludzkiej oraz ezoteryczność języka własnej dyscypliny rodzi nietolerancyjność i hermetyczność. Łatwo zauważyć, że objawy te w szczególnym nasileniu występują u specjalistów najmłodszych, a więc także u nauczycieli rozpoczynających pracę po studiach. Wbrew prawie powszechnemu mniemaniu, nietolerancyjność i hermetyczność nauczycieli przedmiotów nie są wynikiem zbyt głębokiej wiedzy specjalistycznej osiągniętej na studiach uniwersyteckich, wręcz przeciwnie, świadczą o niedojrzałości tych nauczycieli jako specjalistów, a także o ich niedojrzałości intelektualnej i światopoglądowej. Rysują się tu bardzo poważne zadania dla systemu doskonalenia i samodoskonalenia nauczycieli, gdyż nawet najbardziej doskonały system kształcenia nauczycieli nie zapewni dopływu nauczycieli w pełni dojrzałych zawodowo i intelektualnie, zaś pogląd, że nietolerancyjność i hermetyczność nauczycieli przedmiotów zanika w sposób naturalny w miarę nabywania tzw. doświadczenia pedagogicznego. Jest poglądem nie do przyjęcia. Wręcz przeciwnie, nauczyciele

przedmiotów, którzy w okresie pracy zawodowej nie rozwijają się intelektualnie, coraz przesadniej strzegą suwerenności swoich przedmiotów i innych obszarów własnej działalności. W efekcie obserwuje się objawy hermetyczności poszczególnych przedmiotów nauczania, które zazwyczaj niesłusznie łączy się bezpośrednio i wyłącznie z postępującą specjalizacją w zawodzie nauczycielskim oraz ze „zbyt głęboką wiedzą teoretyczną” osiąganą na nauczycielskich studiach uniwersyteckich.

Kilka słów jeszcze o aspekcie socjologicznym [1] języka fizyki szkolnej. Język ten różni się od języka nauki nie tylko większą przystępnością, ale także występowaniem, a nawet dominowaniem funkcji perswazyjnej obok typowej dla języka nauki funkcji referencyjnej, Nadawca-nauczyciel, chcąc wpłynąć na poglądy lub postępowanie odbiorcy-ucznia podporządkowuje swe akty językowe właśnie odbiorcy, kieruje na jego osobę wszystkie działania językowe, odwołując się przy tym do kontekstu wspólnych doświadczeń i przeżyć. Wiadomo jednak, że ludzie dobrze znający wzajem swoje reakcje, mający wspólne doświadczenia życiowe i wspólną wiedzę o przedmiocie rozmowy nie muszą w pełni artykułować swoich wypowiedzi, co byłoby konieczne w wypowiedzi skierowanej do partnera nie znającego kontekstu sytuacyjnego [1]. Stąd nauczyciel na ogół wymagający od uczniów poprawnych i pełnych /podręcznikowych/ sformułowań praw, reguł i definicji, przy opisie, np. wspólnie obserwowanych zjawisk bezwiednie uznaje skrótowe i niepełne wypowiedzi własne i uczniów za jednoznaczne i precyzyjne językowo. Może to prowadzić do sytuacji, w której grupa społeczna nauczyciel-uczniowie zaczyna posługiwać się językiem „dwuwarstwowym”: podręcznikowym językiem reguł, praw i definicji oraz interpretacyjno-komunikacyjnym własnym językiem grupy wywodzącym się z kontekstu wspólnych doświadczeń. W skrajnym przypadku obserwuje się, że często powtarzane pytania czy polecenia nauczyciela sformułowane skrótowo zaczynają odgrywać rolę bodźców wyzwalających pożądane i jednoznacznie określone reakcje uczniów, ale nie poprzez rzeczywiste znaczenia tych wypowiedzi, lecz przez łączące się z nimi wspólne skojarzenia. Obserwowane często trudności i kłopoty związane ze zmianą nauczyciela przedmiotu lub przejściem ucznia do innej szkoły mogą być właśnie wynikiem zderzenia z inną rzeczywistością językową.

Celem niniejszego referatu było ukazanie jak dalece złożonym i trudnym problemem dydaktycznym jest zagadnienie języka w nauczaniu fizyki. Problem ten rodzi ogromne bogactwo pytań, na które nie potrafimy dać odpowiedzi bez przeprowadzenia odpowiednich badań empirycznych i teoretycznych. Wydaje się jednak, że już dziś można stwierdzić o szkodliwości sądu jakoby przeciętny uczeń przystępował do uczenia się fizyki w stanie gotowości umysłowej i językowej, polegającej na opanowaniu prostszych umiejętności i odczuwaniu potrzeby opanowania umiejętności bardziej złożonych - niezbędnych w procesie uczenia się fizyki. W większości przypadków nauczyciel fizyki sam musi doprowadzać ucznia do stanu gotowości intelektualnej pamiętając o tym, że właśnie dopiero w wieku 12-15 lat uczeń wchodzi – według Piageta – w stadium operacji formalnych [13]. Wynika to zresztą nie tylko z badań Piageta. Otóż Bruner [14] zauważył interesującą zbieżność w opisach stopni czy stadiów rozwoju dziecka niezależnie od przyjętych przez badaczy koncepcji rozwojowych, metodologii badań i geografii ośrodków naukowych. Na ogół wszyscy są zgodni, że dopiero w wieku 12-15 lat język zaczyna odgrywać główną rolę w procesach myślowych dziecka. Objawia się to w kształtowaniu się umiejętności rozpatrywania nie przedmiotów a stwierżeń; struktura pojęć staje się coraz bardziej hierarchiczna, rodzi się zdolność przetwarzania i przedstawiania sobie informacji przez posługiwanie się symbolami.

Biorąc powyższe rozważania pod uwagę można śmiało przyjąć, że zdecydowana większość uczniów przystępując w kl. VI (12 lat) do uczenia się fizyki nie jest przygotowana intelektualnie do przyswajania sobie w sposób naturalny języka fizyki. Wprowadzanie zaś języka nauki w sposób sztuczny, bez uprzedniego przygotowania intelektualnego ucznia, prowadzi na ogół do negatywnych efektów dydaktycznych. Ba przykład, Piaget [13] stwierdził, że ćwiczenie dzieci, będących w okresie przedoperacyjnym, w posługiwaniu się wyrażeniami dzieci starszych prowadzi do bardzo słabych postępów operacyjnych (w odniesieniu do grupy normalnej w stosunku 1:10). Wydaje się, że może nawet wystąpić zablokowanie zdolności uczenia się, ujawniające się w zachowaniu ucznia, który cały swój wysiłek kieruje nie na próby zrozumienia i rozwiązania problemu, a na obronę przed koniecznością jego zgłębiania. Bez opanowania podstawowych umiejętności dalsze, bardziej skomplikowane, stają się coraz bardziej nieosiągalne. Z biegiem czasu, wraz z życiowymi niepowodzeniami ucznia, ta przepaść może się tak dalece pogłębić, że stanie się nieprzekraczalna.

Z powyższych rozważań nie należy oczywiście wyciągać wniosku, że postulujemy rezygnowanie z języka fizyki w początkowym nauczaniu tego przedmiotu, wręcz przeciwnie, uważamy, że jednym z celów początkowego nauczania fizyki powinno być wprowadzenie ucznia w sferę językową tej dyscypliny, ale w taki sposób by język fizyki stał się atrakcyjną i ciekawą formą przyciągania uczniów do frapujących treści, a nie elementem odstrasającym. Chodzi nam więc o to, by poznawanie języka fizyki było zaspokajaniem określonej potrzeby intelektualnej ucznia, by uczeń odczuwał, jak dalece ten język pomaga mu w poznawaniu świata, by dojrzał jego piękno objawiające się głównie nie w warstwie powierzchniowej, ale w drugiej, głębszej warstwie – znaczeniowej⁶. Profesor Białkowski w artykule „Nowe aspekty humanizmu a nauki ścisłe” pisze: „...piękno nauki zaszyfrowane jest w pewnych symbolach, które same przez się wcale piękne nie są. Bez zrozumienia ich zawartości semantycznej pozostałyby one dla odbiorcy zwykłym chaosem”, i dalej, porównując piękno nauki z pięknem partii szachów: „...piękno nauki sięga nieporównanie głębiej, gdyż występuje w nim nowy element: zza wzorów i formuł ukazuje się nam przyroda. To jej przecież zachowanie jest zakodowane w tej strukturze teoretycznej, którą podziwiamy. Cudem jest, że kod taki w ogóle istnieje!” [15].

Dziękuję dr Płochockiemu za cenne rady, które uwzględniłem w końcowej redakcji tego artykułu.

Literatura:

- [1] Z. Bokszański, A. Piotrowski, M. Ziółkowski, *Socjologia języka*. Warszawa: WP, 1977.
- [2] J. Ziman, *Spółczesność nauki*. Warszawa: PIW, 1972.
- [3] M.R. Mayenowa, *Porównywanie niektórych możliwości tekstów słownych i wizualnych ikonicznych*, [w:] *Semiotyka i struktura tekstu*. Wrocław: Ossolineum, 1973.
- [4] W. Nalimow, *Probabilistyczny model języka*. Warszawa: PWN, 1976.
- [5] K. Ajdukiewicz, *Język i znaczenie*, [w:] *Język i poznanie*, t. I. Warszawa: PWN, 1960.

⁶ Jest to problem o potencjalnie kapitalnym znaczeniu dla dydaktyki fizyki, który wymaga dokładniejszego i bardziej wnikliwego zbadania. Wnioski dydaktyczne z przedstawionych tu rozważań (zwłaszcza koncepcji „samouzgodnionego” poznania) autor ma na uwadze w swych dalszych planach. Tu można by wszak już zasygnalizować w formie roboczej hipotezy, propozycję rozbudowania i uogólnienia zasady funkcjonalności pojęć.

- [6] R. Carnap, *Filozofia jako analiza języka nauki*. Warszawa: PWN 1969.
- [7] K.E. Popper, *Logika odkrycia naukowego*. Warszawa: PWN, 1977.
- [8] M. Markowski, *Dzieje filozofii średniowiecznej w Polsce*, t. II. *Metodologia nauk*. Wrocław: Ossolineum 1976.
- [9] L.E. Ballentine, *Rev.Mod.Phys.*, 42, 4, 358 /1970/.
- [10] *Z dziejów rozwoju fizyki – wypisy z dzieł oryginalnych*. Wybór i tłum. M. Grotowski, St. Landau, H. Sadzewiczowa, W. Werner, Warszawa 1914.
- [11] T. Dobrzyńska, *Metafora w baśni*, [w:] *Semiotyka i struktura tekstu*. Wrocław: Ossolineum, 1973.
- [12] T.S. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*. Warszawa, 1968.
- [13] J. Piaget, *Psychologia i epistemologia*. Warszawa: PWN, 1977.
- [14] J.S. Bruner, *W poszukiwaniu teorii nauczania*. Warszawa: PIW, 1974.
- [15] G. Białkowski, *Studia Filozoficzne*, 9, 59/1975/.