

III. PROBLEMY POZNANIA UCZNIA W KSZTAŁCENIU NAUCZYCIELI FIZYKI

Poszukiwanie dróg podnoszenia efektywności kształcenia nauczycieli na zajęciach z dydaktyki fizyki odbywa się na różnych płaszczyznach. Często problem "warunków" nie budzi w ogóle zainteresowania. Należy sądzić, że w tych przypadkach nie dostrzega się, iż zmiana podejścia do "warunków" może być istotnym czynnikiem podnoszenia efektywności kształcenia nauczycieli.

Zazwyczaj "warunki" - przez sam fakt, że należą niejako do struktury działań składających się na aktywność zawodową nauczyciela - pojawiają się przy poszukiwaniu lepszej (lepiej kształcącej nauczycieli) struktury działań studenckich na zajęciach z dydaktyki fizyki. W (B. Bończak i in., 1989) proponuje się na przykład, by działania studenckie przebiegały w czterech etapach:

A. Proces analizowania treści działów programowych i konstruowanie struktur dydaktycznych fizyki w zakresie działu programowego.

B. Proces projektowania rozwiązań dydaktycznych (dróg uczenia się uczniów i kierowanie uczeniem się) w zakresie działów programowych.

C. Proces projektowania szczegółowych rozwiązań dydaktycznych w zakresie poszczególnych jednostek metodycznych.

D. Analizowanie procesu dydaktyczno-wychowawczego fizyki w zakresie jednostki lekcyjnej" (s. 7).

Jak z powyższego wynika jednym z elementów struktury działań studenckich jest projektowanie dróg uczenia się uczniów i kierowanie uczeniem się. Tak określone działanie nauczyciela uprzedmiotawia ucznia. Projektowanie rozwiązań dydaktycznych następuje po analizie "treści działów programowych i konstruowaniu struktur dydaktycznych fizyki w zakresie działu programowego". Analiza "warunków" związanych z uczniem nie jest w ogóle eksponowana w strukturze działań studenckich, tak jak np. została wyeksponowana analiza treści kształcenia.

W najdalej idącej wizji kształcenia nauczycieli fizyki, uwzględniającej "warunki" związane z uczniem i nauczycielem (Z. Mazur, 1988a, 1988b) proponuje się oparcie tego kształcenia na "koncepcji nauczania fizyki w szkole rozumianej jako świadome przekształcanie wiedzy potocznej o przyrodzie w wiedzę naukową" i podkreśla "podstawową rolę własnej wiedzy ucznia w procesie nauczania"; przy czym pod pojęciem "własnej wiedzy ucznia" w proponowanej koncepcji kształcenia nauczycieli rozumie się jedynie "zapoznanie studentów z typowymi, alternatywnymi sposobami rozumienia zjawisk mechanicznych, cieplnych, optycznych przez uczniów", a nie kształcenie umiejętności poznawania własnej wiedzy ucznia w praktyce nauczycielskiej. To sprawia, że również w tej koncepcji mamy do czynienia z pragmatycznym punktem widzenia ucznia w procesie kształcenia.

Po lekturze pracy B. Pędzisz (1988) można sądzić -- choć w opolskim programie kształcenia nauczycieli (por. np. D. Tokar, B. Pędzisz, 1986; 1987) nie wyeksponowano własnej wiedzy uczniów w nauczaniu fizyki -- że również w nim docenia się rolę danych na temat fizycznego rozumienia świata przez uczniów.

Można powiedzieć, że "warunki" związane z uczniem i nauczycielem w kształceniu nauczycieli fizyki zostały zamknięte w ramach pragmatycznej wizji procesu nauczania i wychowania. Ewentualne różnice wynikają stąd, że na nieco odmiennych elementach kompleksu "warunków" skupia się uwagę. W powyższych koncepcjach analizy "warunków" związanych z uczniem i nauczycielem są dość jednostronne. Akcent pada w nich na przedmiotową charakterystykę ucznia. Nie ubecnia się w tych analizach

tw. aspektu podmiotowego. Jest to na gruncie dydaktyki fizyki działanie w pewnym sensie uzasadnione. Z drugiej strony w literaturze pedagogicznej, a także w świadomości społecznej funkcjonuje tendencja do upodmiotowienia ucznia.

Poniżej zostaną przedstawione wybrane problemy poznania ucznia; prezentacja ta ma na celu zobrazować ogólny stan proponowanych przez dydaktykę fizyki rozwiązań. Na wstępie zostanie omówione zagadnienie "obrazu ucznia" w świadomości nauczycieli poprzez analizę tekstów dydaktycznych o charakterze konstrukcyjno-technicznym zamieszczonych w pismach nauczycielskich (przede wszystkim "Fizyce w Szkole"). Poszukując adresu kursu fizyki dążono do scharakteryzowania trudności z jakimi ma nauczyciel do czynienia w trakcie realizacji programów fizyki. Zwrócono uwagę na trudności związane z pokonywaniem w procesie nauczania-uczenia się fizyki bariery poznawczej na przykładzie realizacji w szkolnej praktyce maksymy "od konkretności do abstrakcji". Kategoria ta nie jest tu używana w znaczeniu "zasada nauczania", lecz jako jeden z istotnych parametrów tzw. "filozofii kształcenia"¹. Źródła tej filozofii wywodzą się z historycznych postulatów psychologii pedagogicznej. Traktuje się tę zasadę - za J. Deweyem (1988) - jako maksymę zalecaną nauczycielom, "aby <przechodzić od rzeczy konkretnych do abstrakcyjnych>". "Czasem zalecenie to rozumie się wprost błędnie - pisze J. Dewey - biorąc je w takim znaczeniu, jakoby kształcenie miało posuwać się od rzeczy do myśli - jak gdyby w ogóle mogło być kształcące jakiegokolwiek zajmowanie się rzeczami nie zawierającymi aktu myślenia. Tak pojęta maksyma powoduje na niższym stopniu systemu wychowawczego mechaniczną rutynę albo wyłącznie pobudzanie zmysłów, na wyższym stopniu - kształcenie formalne bez praktycznego zastosowania wiedzy" (s. 172).

¹ Wyrażenie "filozofia kształcenia" użyto za: P. H. Davis, L. T. Alexander, S. L. Yelon (1983), s. 83.

1. "Obraz ucznia" w publikacjach o charakterze konstrukcyjno-technicznym w latach 1976 - 1986

Sylwetka adresata szkolnego kursu fizyki, kategoria - jak mogłoby się wydawać - podstawowa w kształceniu nauczycieli i w praktyce nauczycielskiej nie jest jeszcze dostatecznie określona. Encyklopedyczny model kształcenia nastawiony był na tzw. przeciętnego odbiorcę. Obraz adresata określony przez właściwą temu modelowi teorię dydaktyczną pokrywał się z tym obrazem ucznia, który w praktyce szkolnej był określany przez osiągnięcia w uczeniu się fizyki. Postrzegana sylwetka ucznia była stabilna, a zmieniały się tak na prawdę tylko układy treści programowych, sposoby realizacji tych treści itp. Eksperymenty pedagogiczne "sprawdzające" wartość dydaktyczną nowego, preferującego aktywność ucznia w procesie nauczania-uczenia się modelu kształcenia zmierzały raczej - i to nie zawsze racjonalnie - do przyspieszenia procesu zmian kształcenia, bez względu na to, czy obraz ucznia, który opiszą, będzie (choćby częściowo) przybliżony do tego, z jakim nauczyciel ma do czynienia w praktyce szkolnej. Dużą rolę w kształtowaniu dydaktycznego obrazu ucznia odegrała idealizacja wyobrażeń o aktywności ucznia w procesie nauczania-uczenia się. Znaczącą rolę w tym procesie idealizacji wiedzy o aktywności ucznia odegrało tzw. upodobnienie uczenia się do badania naukowego. Postulat ten stanowił przez długi czas podstawową bazę teoretyczną aktywnego modelu kształcenia na lekcjach fizyki; przeciętnego odbiorcę wyposażył w cechy badacza. Kształtowanie sylwetki ucznia-badacza opierało się w znacznej mierze na interpretacji poglądów psychologicznych wskazujących na możliwość akceleracji rozwoju poznawczego jednostki². Znalazło to wyraz w konstruowaniu programu nauczania; por. np. H. Bonecki, 1975; 1976.

² Model ten można uznać za przedmiotowy. K. Zamiara (1985) o tezach J.S. Brunera dotyczących rozwoju poznawczego napisała: "Twierdzenia te skonstruowane są przy pomocy pojęć formalnie podmiotowych. Jednakże nie są to faktycznie pojęcia merytorycznie podmiotowe, zrelatywizowane do świadomości podmiotu, uwzględniające jego punkt widzenia. Przeciwnie, traktowane są one jako pojęcia przedmiotowe. Kierowanie się pewnymi strategiami (np. w procesie tworzenia pojęć) przypisuje się tu systemowi nerwowemu, a nie świadomie działającemu podmiotowi".

Nachylenie konsekwentnie (choć jednostronnie) psychologiczne nie mogło ułatwić jednak realizacji tego modelu kształcenia³. Dopiero wówczas, kiedy okazało się, że różnice między zbudowanym w dydaktyce fizyki obrazem psychologicznym ucznia a obrazem realnym ucznia⁴ są podstawową przyczyną trudności w realizacji nowego programu nauczania podjęto próbę upraktycznienia ideału ucznia-badacza. Szczególnie wyraźnego przekształcenia doczekał się obraz adresata szkolnego kursu fizyki na poziomie propedeutycznym. Nie negując istnienia podobieństw procesu uczenia się do badania naukowego podjęto między innymi próbę scharakteryzowania różnic między uczniem a badaczem, tych różnic, które uniemożliwiają konsekwentne funkcjonowanie "upodobnionego" modelu kształcenia; por. G. Białkowski, 1983; K. Sujak-Lesz, 1985. Starano się unaocznić przede wszystkim przyczyny niepowodzeń w kreowaniu aktywnej postawy ucznia w procesie nauczania-uczenia się fizyki. Za element podstawowy spośród tych, które nie pozwalają traktować ucznia jako badacza uznano różnice ujawniające się najwyraźniej w warunkach startowych procesów poznawczych ucznia i badacza. Obiektem różnicowania uczyniono "język"⁵. Na jego tle można było przekonywująco unaocznić nierealistyczność dążenia do opisu aktywnego modelu kształcenia w kategoriach procesu upodobnienia uczenia się do badania naukowego. Na obecnym etapie krystalizacji modelu kształcenia nie sposób chyba jeszcze odtworzyć pełnego obrazu adresata na wszystkich poziomach kształcenia, ani też scharakteryzować przekształceń, jakim ten obraz w procesie nauczania-uczenia się podlega. Szczególnie trudnym problemem jest odtworzenie obrazu adresata na wyższych, ponadpodstawowych poziomach kształcenia.

³ I. Stępniewski (1987) stwierdza, że "przyczyny kryzysu naczelnego postulatu dydaktyki w praktyce szkolnej są następujące: 1) wąski i stereotypowy sposób rozumienia tego postulatu, 2) wydumany i fałszywy obraz badacza, który stale coś odkrywa, 3) modelowanie i ucieleśnianie uczniowskich badań wyłącznie na obraz i podobieństwo współczesnych badań fizycznych, tj. typowych dla dzisiejszej nauki, stosującej zaawansowaną i charakterystyczną dla tej dyscypliny metodologię" (s. 22).

⁴ Pojęciami "obraz psychologiczny ucznia", "obraz realny" posługujemy się w znaczeniu podanym na rys. 4.

⁵ Trudności metodologiczne badań języka uczniowskiego omówiono w innym miejscu.

Obok powyższego nurtu zaczął także funkcjonować socjologiczny wątek badań zainteresowań uczniów fizyką (por. S. Mołocz-
nik, 1981; B. Pędzisz, 1981; M. Sawicki, 1983; A. Siemak-Tyli-
kowska, 1983). Z badań tych wynika, że w czasie trwania nauki
szkolnej - już w szkole podstawowej - zmniejsza się zaintere-
sowanie uczniów fizyką jako przedmiotem szkolnym przy jedno-
czesnym utrzymywaniu się zainteresowań problemami otaczającej
nas natury. Później, w szkole ponadpodstawowej zainteresowania
spowodowane "rodzajem pracy umysłowej" oraz "skłonnościami i
uzdolnieniami" należą do najrzadszych. To sprawia, że siła
zainteresowań fizyką została oceniona jako bezwzględnie prze-
ciętna⁶.

W rezultacie, weryfikacja sylwetki ucznia-badacza następo-
wała poprzez stopniowe poszerzenie kontekstu nadbudowanego nad
aktywnym modelem kształcenia. Nie bez znaczenia w tym procesie
są także analizy zmierzające do urealnienia psychologicznego
obrazu ucznia.

Poniżej zostaną scharakteryzowane trudności związane z po-
konywaniem w procesie nauczania-uczenia się bariery poznawczej
na przykładzie realizacji w szkolnej praktyce deweyowskiej
maksymy "od konkretności do abstrakcji".

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat (poczynając od po-
czątku dyskusji nad programem nauczania fizyki tzw. dziesię-
ciolatki) następują wyraźne zmiany zakresu stosowania maksymy
"od konkretności do abstrakcji", co można przypisać zachodzącemu
w dydaktyce fizyki procesowi urealniania psychologicznego o-
brazu ucznia. O potrzebie stosowania maksymy "od konkretności do
abstrakcji" wspomina się przede wszystkim w analizach treści
kształcenia realizowanych na poziomie propedeutycznym (por.
W. Drózd, 1982; M.S., 1981; J. Ginter, 1981; M. Sawicki,
1980; D. Stachórska, 1981). Wynika z tego, że jest to maksyma
mająca szczególne znaczenie przede wszystkim dla okresu "prze-
silenia" umysłu, w którym umysł dziecka przechodzi od operacji
konkretnych do operacji formalnych. I w istocie, nauczanie -
jak to niejednokrotnie i przy różnych okazjach stwierdzono -
jest na tym poziomie kształcenia szczególnie trudne; umysły

⁶ Tendencje taka utrzymuje się niestety nadal; por. W. Bła-
siak, 1990; S. Elbanowska, 1990.

dzieci znajdują się na różnym poziomie "wchodzenia" w stadium operacji zdaniotwórczych, na różnym poziomie "abstrakcji". Takie ujęcie problemu, bez poszerzenia kontekstu edukacyjnego utrudnia, jak się wydaje, opisanie tego, jakie jest realne znaczenie maksymy "od konkretnego do abstrakcji" dla praktyki szkolnej. Mimo to, poruszając się jedynie w "psychologizującym" kontekście mówi się, że proces nauczania-uczenia się na poziomie propedeutycznym powinien przebiegać od prostych (konkretnych) rozumowań i pojęć znanych uczniom z życia codziennego do coraz bardziej złożonych i abstrakcyjnych. Tymczasem relacje między rozwojem poznawczym dziecka 11-15 letniego (polegającym na przechodzeniu od operacji konkretnych do operacji formalnych) i układem treści kształcenia (w którym realizuje się maksyma "od konkretnego do abstrakcji") nie są - jak mogłoby się wydawać z bliskości terminologicznej opisu obu procesów - tak oczywiste i bezdyskusyjne. Należy więc, jak się wydaje, uściślić, czego wspomniana bliskość, poczucie tej bliskości dotyczy?

Ogólne mechanizmy klasyfikacji informacji naukowej podawanej uczniowi w procesie nauczania-uczenia się bywają uzasadniane psychologicznie⁷; zgodnie - jak się wydaje - z charakterem procesu urealniania w dydaktyce fizyki obrazu ucznia (od ucznia tzw. przeciętnego do ucznia-badacza). Uzasadnienie takie sprawia, że informacje naukowe podawane w procesie nauczania-uczenia się fizyki mogą być odczuwane jako te, które zostały wprost wywiedzione lub dostosowane do poziomu myślenia konkretnego ucznia. W warunkach szkolnych, w sytuacji, kiedy nauczyciel ma do czynienia z dziećmi, których umysły znajdują się na różnych poziomach "abstrakcyjności", zrealizowanie tej maksymy wydaje się być prawie niemożliwe: "Trzeba tak prowadzić lekcję, aby obie grupy dzieci (tj. znajdujących się jeszcze w stadium operacji konkretnych i tych, które już są na poziomie operacji formalnych - przyp. aut.) były zainteresowane i obie odniosły korzyść. Z jednej strony nie można od dzieci, które nie dorosły do rozumowania dedukcyjnego, wymagać tego

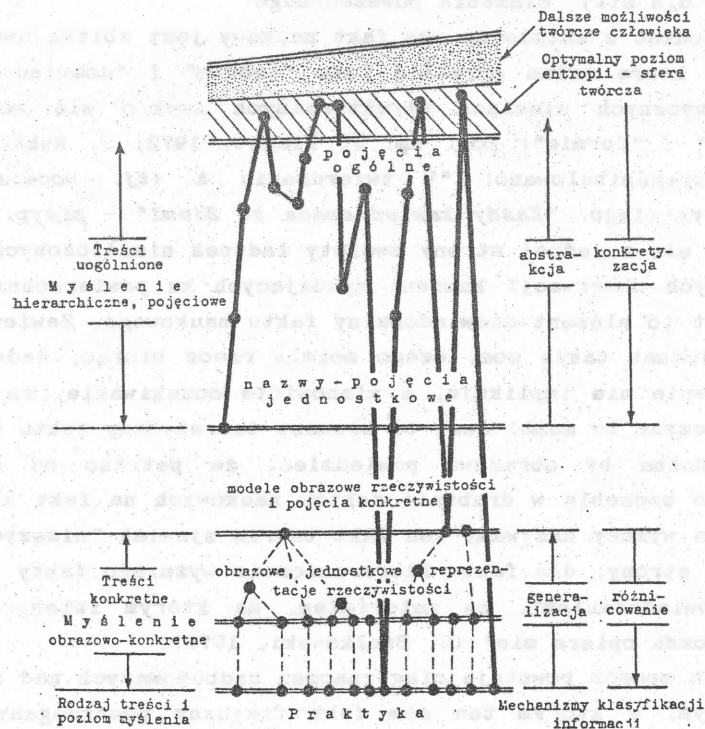
⁷ Z. Mazur (1989) charakteryzuje ten problem, uwypuklając metodologiczny punkt widzenia; zwraca uwagę pewną zbieżność konkluzji (s. 6-7) z linią prezentowaną powyżej.

rozumowania... . Z drugiej strony nie można młodzieży w tym wieku prezentować materiału zbudowanego nielogicznie, podawać jakichś pseudo-dowodów i rozumowań, które by się mogły wydać nieścisłe" (D. Stachórska, 1981). Wypowiedź powyższa uświadamia trudności związane z realizacją maksymy "od konkretności do abstrakcji" na poziomie propedeutycznym. Jednak można przypuszczać, że przyczyny trudności w jej realizacji w warunkach szkolnych mają w wielu przypadkach swe źródło w interpretacji tej maksymy, w nieprecyzyjnym określeniu relacji między rozwojem poznawczym dziecka i układem treści kształcenia. "Psychologizująca" interpretacja nie jest odpowiednio precyzyjna. Trudno określić na jej gruncie rzeczywiste granice "konkretności" i "abstrakcji". Konieczne jest - jak się wydaje - uszczegółowienie interpretacji, tak na poziomie psychologicznym, jak i metodologicznym.

Uściślenie psychologiczne. Wszystko wskazuje na to, że przechodzenie "od konkretności do abstrakcji" opisane w literaturze psychologicznej nie jest procesem o charakterze ciągłym. Jeśli w praktyce jest tak, jak to opisano w pracy K. Kossak-Głowczewskiego (1976) - to nie ma między tymi poziomami: "konkretności" i "abstrakcją" - związku genetycznego; por. rys. 5. "Oznacza to - jak zauważa K. Kossak-Głowczewski - że najwyższy punkt poziomu konkretno-obrazowego nie jest najniższym poziomem abstrakcyjnym". Przechodzenie "od konkretności do abstrakcji" (por. rys. 5) może być związane 1) z rodzajem treści i poziomem myślenia lub 2) z klasyfikacją informacji. W tekstach dydaktyki fizyki oba poziomy realizacji maksymy "od konkretności do abstrakcji" są na ogół kontaminowane.

W dydaktyce fizyki nie prowadzono badań wprost poświęconych relacjom między poziomami myślenia obrazowo-konkretnego i myślenia hierarchicznego.

Uściślenie metodologiczne. Metodologiczne uszczegółowienie maksymy "od konkretności do abstrakcji" dotyczy mechanizmów klasyfikacji informacji zachodzących na poziomie myślenia hierarchicznego, pojęciowego; por. rys. 5. Dopiero tu, w tym przypadku, w przeciwieństwie do tego, który opisano powyżej ujawnia się wyraźnie odwracalność maksymy "od konkretności do abstrakcji".



Rys. 5. Ilustracja założeń teoretycznych w zakresie relacji między poziomami myślenia obrazowo-konkretnego i hierarchicznego w myśl hipotezy K. Obuchowskiego i W. Łukaszewskiego, mówiącej o braku związku genetycznego między tymi poziomami. Graf przedstawia fikcyjny i uproszczony przebieg procesu myślenia twórczego; zwraca uwagę fakt, iż w jednym przypadku nastąpiła egzemplifikacja na poziomie modeli obrazowych, natomiast dwukrotnie działanie praktyczne dzięki eksterioryzacji (źródło: K. Kossak-Główczewski, 1976).

Przebieg takiego procesu opisał G. Białkowski (1978) przedstawiając formalizację treści nadbudowanych nad faktem fizycznym w postaci zdań stanowiących pewien uporządkowany ciąg twierdzeń wyznaczających drogę od prostej obserwacji faktu fizycznego do prawa nauki; w tym przypadku ciąg ten opisuje

drogę od obserwacji spadającego kamienia do klasycznego prawa Newtona dla siły ciężenia powszechnego.

Wychodząc z założenia, że fakt naukowy jest zbitką dwu elementów, które można określić jako "teorie" i "doświadczenie" (w klasycznych ujęciach strukturalnych zwykło się mówić o "treści" i "formie"; por. np. J. Piaget, 1972; J. Mukarowsky, 1970) zrekapitulowano: "W twierdzeniu A (tj. podstawowym, pierwszym ciągu: "Każdy kamień spada ku Ziemi" - przyp. aut.) zawiera się z jednej strony swoisty ładunek niezliczonych jednostkowych obserwacji kamieni spadających ku powierzchni Ziemi; jest to element doświadczalny faktu naukowego. Zawiera się w nim jednak także coś, czego ściśle rzecz biorąc, żadne doświadczenie nie implikuje, a mianowicie oczekiwanie, że każdy kamień czyni to samo. Jest to element teoretyczny faktu naukowego. 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" (G. Białkowski, 1978).

W ten sposób powstaje ciąg znaczeń nadbudowanych nad faktem fizycznym, w którym ten sam fakt fizyczny postrzegany jest jako treść coraz precyzyjniej formalizowana⁸. W tym też sensie można mówić, że na poziomie myślenia hierarchicznego, pojęciowego realizacja deweyowskiej maksymy "od konkretnego do abstrakcji" cechuje się odwracalnością.

W tekstach dydaktycznych o charakterze konstrukcyjno-technicznym z lat 1976-1986 można znaleźć również takie interpretacje omawianej maksymy, które zmiany w poziomie myślenia hierarchicznego, pojęciowego opisują właśnie w kontekście metodo-

⁸ Z. Mazur (1989) ujmując tę myśl następująco: "Nawet jeśli obserwuję pływanie kawałka drewna po określonej kałuży, w ściśle określonym miejscu i czasie skłonny jestem opisać ów fakt zdaniem: drewno nie tonie w wodzie. Jest to wynik obserwacji, ale także przeświadczenie, że podobne kawałki drewna w innych zbiornikach z wodą zachowywać się będą podobnie (jedność substancjalna świata). Na podstawie odpowiedniej liczby prób z innymi substancjami, wynik obserwacji mogę zapisać w postaci zdania: ciała zanurzone w wodzie o gęstości mniejszej niż woda nie toną".

logicznym, zgodnie z kierunkiem uszczegółowienia opisanym powyżej. Dzieje się tak np. w przypadku opisu kształtowania poszczególnych umiejętności w procesie nauczania-uczenia się fizyki. Oto jedno ze sformułowań: "Należy przy rozwiązywaniu zadań (*podkr. aut.*) przechodzić od sposobów najbardziej elementarnych, operując konkretnymi, do sposobów wymagających coraz to wyższego poziomu abstrakcji" (D. Stachórska, 1983).

Z przeglądu dokonanego w tym paragrafie wynika, że metodologicznie uzasadniona realizacja maksymy "od konkretnego do abstrakcji" jest możliwa dopiero na poziomie myślenia hierarchicznego, w obszarze treści uogólnionych; że nie może być realizowana na poziomie myślenia obrazowo-konkretnego, w obszarze treści konkretnych, ani też w okresie "przesilenia" umysłu.

2. Wybrane problemy poznania ucznia w dydaktyce fizyki

Dotychczasowe rozważania dotyczyły różnych (fundamentalnych dla tworzenia międzyprzedmiotowej struktury wiedzy) problemów, które umiejscowić można by "między uczeniem się i nauczaniem". Specyficzne problemy związane wprost z nauczaniem fizyki w szkole nie były dotychczas omawiane. Teraz już czas, by proporcje te nieco odwrócić.

2.1. Przewyciężanie antynomii <naukowość> przedmiotu nauczania - potrzeby i możliwości intelektualne ucznia ⁹

(Ignacy Stępniewski)

Wprowadzenie pojęcia zmiany i treści nauczania w kategoriach czynności w nowych koncepcjach dydaktyki ogólnej (K. Kruszewski, B. Niemierko) pozwala na głębszą interpretację w poszukiwaniach rozwiązań szczegółowych w dydaktykach przed-

⁹ Część pracy "Struktura logiczna materiału nauczania a struktura umiejętności poznawczych uczniów", W: "Struktura logiczna treści nauczania a umiejętności poznawcze uczniów" pod. red. Z. Mazura. Wrocław 1990 (w druku).

Hipoteza I. Stępniewskiego w pewnym sensie "porządkuje" tworzoną w międzyprzedmiotowej strukturze wiedzy psychopedagogiczną wizję rzeczywistości szkolnych.

miotowych przez sięgnięcie do psychologicznych podstaw procesu nauczania w ujęciu czynnościowym (T. Tomaszewski, 1971, 1976; K.F. Tałyżina, 1980), bowiem pojęcie czynności jest nieodłącznie związane z pojęciem zmiany, a sama czynność nie jest przeciwstawieniem wiadomości - są one integralną częścią czynności. Ginie zatem antynomia (oby nie pozornie): "naukowość" przedmiotu nauczania - potrzeby i możliwości intelektualne ucznia.

Uczenie się to proces przyswajania przez uczniów różnych rodzajów działalności ludzkiej. Wszelkie zachowanie się człowieka spełnia jakąś funkcję regulującą (przywracanie zakłóconej równowagi), ale także podlega samoregulacji przez inne procesy. Zachowanie się człowieka może być:

a) reaktywne - najprostsza forma zachowania (S-R), przetwarzanie otrzymanej informacji jest bardzo ubogie (T. Tomaszewski, 1976, s. 497);

b) reaktywno-nawykowe albo reproduktywne - wykazuje pewne cechy celowości, gdyż nawyki wytwarzają się nie tylko dzięki wielokrotnym powtórzeniom, ale także wzmocnieniu przez pozytywne lub negatywne skutki reakcji; wobec zmiany sytuacji (warunków) nawyki stają się ślepe i zawodne (T. Tomaszewski, 1976 s. 502);

c) celowe - najbardziej charakterystyczna forma zachowania się człowieka, istotną cechą jest jego ukierunkowany przebieg - zmierza do przekształcenia sytuacji początkowej w zamierzoną sytuację końcową (T. Tomaszewski, 1976, s. 503).

Uczenie się powinno być dwójako związane z zachowaniem się celowym: zachowanie się celowe - proces uczenia się oraz zachowanie się celowe - wynik procesu uczenia się. Często nie dostrzega się tej dwoistości i zachowanie się celowe wiąże się tylko (głównie) z samym procesem uczenia się, bądź tylko (głównie) - z wynikiem tego procesu.

Analiza zachowania się celowego prowadzi do skonkretyzowania pojęcia czynności - jednostki zachowania się celowego, która zachowuje wszystkie jego cechy.

Odczuwanie potrzeby określonej sytuacji tworzy sytuację motywacyjną do podjęcia działania. Analiza odczuwanej potrzeby oraz sytuacji początkowej, w tym własnej wiedzy i umiejętność-

ci oraz nowych wiadomości, prowadzi do uświadomienia sobie celu czynności (antycypowana czynność składająca się z już opartych czynności składowych). Powstaje sytuacja zadaniowa, tj. wyjściowa sytuacja czynności. Sytuacja zadaniowa to sytuacja początkowa plus plan zmiany, tj. określony cel i program czynności. Czynność to przejście od sytuacji zadaniowej do wyniku, przy czym wynik czynności (rzeczywista sytuacja końcowa) na ogół nie pokrywa się z celem czynności (antycypowana sytuacja końcowa).

W czynnościach integrują się umiejętności i wiadomości. Każda czynność jest nasycona wiadomościami, a każda wiadomość realizuje się w czynnościach. Nasylenie czynności wiadomościami może być jednak bardzo różne. Dobrze to widać w uczeniu się fizyki, gdzie przyswajana wiedza fizyczna staje się narzędziem w dalszych, bardziej złożonych czynnościach poznawczych - w toku uczenia się fizyki nasylenie czynności poznawczych uczniów wiedzą naukową nieustannie wzrasta. Dotykamy tu niezwykle ważnego problemu, gdyż zbyt wczesne przesycenie planowanych czynności ucznia wiedzą naukową i procedurami metodologicznymi może nawet najnowsze koncepcje dydaktyki ogólnej sprowadzić do materializmu dydaktycznego w nauczaniu fizyki. Do tego wątku jeszcze wrócimy.

Istotną cechą organizacji zachowania się celowego człowieka jest to, że dają się w nim wyróżnić, tworzące pewną strukturę, czynności, z których każda ma swój początek, określony przez sytuację zadaniową i koniec, określony przez wynik. Aspekty struktury czynności odpowiadają trojakiemu charakterowi każdej czynności:

- aspekt funkcjonalny (realizacja celu),
- aspekt przedmiotowy (przekształcany materiał),
- aspekt podmiotowy (aktywny podmiot) (T. Tomaszewski, 1976, s. 516).

Rodzą się niebagatelne pytania: Jaka jest waga poszczególnych aspektów w doborze i układzie zespołu czynności tworzących treść nauczania? Który z nich jest nadrzędny w strukturyzowaniu planowanej treści nauczania? Wyraźnie widać, że samo ujęcie treści nauczania w kategoriach czynności nie rozstrzyga dylematu: "naukowość" przedmiotu nauczania (struktura logiczna

wiedzy) - potrzeby i możliwości intelektualne ucznia (struktura umiejętności poznawczych). Możliwe jest całe spektrum rozwiązań szczegółowych ze skrajnymi włącznie.

R. Göbel (1988) poszukując koncepcji nauczania fizyki harmonijnie łączącej strukturę logiczną wiedzy fizycznej z kształtowaniem umiejętności poznawczych ucznia sięga do metodologii, uznając przy tym nadrzędność aspektu funkcjonalnego struktury czynności uczniów. Proponuje on wyodrębnienie w nauczaniu fizyki "typowych sytuacji" metodologicznych, np. kształtowanie pojęcia, dochodzenie do prawa nauki itp., dla których można i należy określić strukturę czynności poznawczych uczniów. W strukturyzowaniu czynności dominuje zatem aspekt funkcjonalny (realizacja określonych celów). Sam autor dostrzega jednak względność tak określonych struktur w stosunku do sytuacji dydaktycznej, która z kolei jest zawsze relatywna w stosunku do podmiotu aktywnego. W znacznym stopniu rozmywa to pojęcie "typowości" sytuacji metodologicznych w nauczaniu fizyki. Trudno bowiem przyjąć, że np. dochodzeniu do prawa nauki odpowiada ta sama struktura czynności uczniów w klasie szóstej szkoły podstawowej i uczniów w klasach o profilu matematyczno-fizycznym w liceum ogólnokształcącym.

Struktury czynności poznawczych w aspekcie funkcjonalnym tworzą pewne uogólnione modele metodologiczne procedur i sposobów postępowania nie mogą jednak być wzorem planowania treści nauczania fizyki na wszystkich poziomach ze względu na brak zrelatywizowania w stosunku do sytuacji początkowej (tj. m.in. wiedzy i umiejętności uczniów).

Zrelatywizowanie czynności i ich struktury względem sytuacji początkowej to nic innego jak uwzględnienie aspektu osobowościowego. To planowanie i realizacja treści nauczania od ucznia do funkcjonalnych schematów metodologicznych i struktury logicznej wiedzy - a nie odwrotnie. Chyba właśnie to jest głównym walorem nowych koncepcji dydaktyki ogólnej w ujęciu czynnościowym. To właśnie może być prawdziwym przełomem w naszej praktyce oświatowej. Bez spełnienia tego warunku zmieniają się tylko nazwy starych zabawek. U podstaw czynnościowego ujęcia procesu nauczania-uczenia się leży każdorazowo dobre rozpoznanie sytuacji wyjściowej, inaczej cały model czynnościowe-

go nauczania-uczenia się zawisa w próżni. Konieczność takiego rozpoznania sytuacji wyjściowej i konsekwencje stąd wynikające dobrze i niezależnie ukazują badania nad kształtowaniem się u ucznia fizycznego rozumienia świata. Okazuje się np., że u dziecka przystępującego do uczenia się fizyki istnieje już zdroworozsądkowy obraz świata wsparty przez względnie trwałe struktury pojęciowe, bliskie fizyce Arystotelesa. W zwykłym nauczaniu fizyki pozostają one praktycznie nienaruszone, jakby obok kształtującej się u ucznia wiedzy naukowej. Z. Mazur (1987) w propozycji metodologii badań nad fizycznym rozumieniem świata zwraca uwagę, że dla rozpoznania sytuacji wyjściowej konieczne jest przekształcenie pytania badawczego pomiaru dydaktycznego: "Czy wiedza ucznia jest prawidłowa?" w pytanie: "Jaka jest wiedza ucznia?" - różnica jest zasadnicza.

Sytuacja końcowa nie może być zatem prostą sumą sytuacji wyjściowej i zmiany jaka nastąpiła. Zmiana musi być przekształceniem sytuacji wyjściowej w sytuację końcową, a nie elementem addytywnym. W przypadku omawianym wyżej kolejne zmiany to przekształcanie zdroworozsądkowego obrazu świata dziecka w naukowe fizyczne rozumienie świata. Proces budowy struktury pojęciowej ucznia musi mieć zatem charakter dynamiczny (Z. Mazur, 1987), a nie jak dotychczas - statyczny.

Sytuacje wyjściowe uczniów na różnych poziomach nauczania fizyki są oczywiście bardzo zróżnicowane i odpowiednio muszą być zrelatywizowane struktury ich czynności. Czynność nie jest przecież kategorią obiektywną. Każda czynność jest relatywna w stosunku do podmiotu aktywnego, gdyż wymaga uświadomienia sobie na podstawie analizy odczuwanej potrzeby i sytuacji początkowej celu i programu czynności (w przypadku ucznia ewentualnie z pomocą nauczyciela). Działania podjęte przez człowieka bez antycypacji sytuacji końcowej (celu) i antycypacji czynności (programu czynności) nie są (z definicji) czynnością.

Tałyżina (1980) wykorzystując dorobek między innymi Leontiewa, Galpierina, Wygotskiego i Rubinsztejna rozróżnia pojęcia: działania, czynności i operacji. Działanie jest wywołane przez motywację (chęć zaspokojenia określonej potrzeby). Cel działania utożsamia się z motywem działania. Głównymi częściami

mi składowymi są czynności. To samo działanie może być realizowane za pomocą różnych czynności, zaś ta sama czynność może wchodzić w skład różnych działań. Operacje - to sposoby, za pomocą których realizuje się czynności. Pojęcia działania, czynności i operacji są oczywiście względne w stosunku do podmiotu. Zatem to co na pewnym etapie uczenia się jest dla ucznia działaniem, na innym może być czynnością, a nawet - operacją. Np., sporządzanie wykresu, bądź odczytywanie zależności z kształtu wykresu na różnych etapach uczenia się może być:

- działaniem (jednolitość motywu i celu: opanować tę umiejętność), które rozkłada się na świadomie wykonywane etapy, tj. czynności, z których każda charakteryzuje się uświadomionym sobie przez ucznia celem i programem,
- czynnością z określonym programem i celem, która w połączeniu z innymi czynnościami ma służyć realizacji celu działania,
- operacją zautomatyzowaną będącą tylko etapem realizacji określonej czynności.

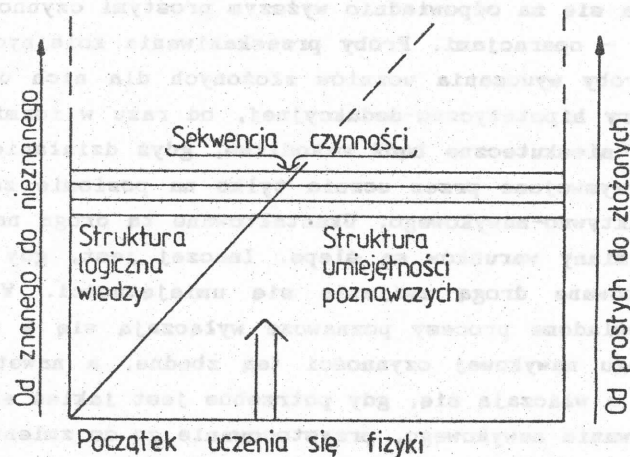
Wniosek z powyższych rozważań jest następujący - nie istnieje żadna obiektywna ani intersubiektywna struktura czynności uczniów, którą można byłoby wykorzystywać w planowaniu (i realizowaniu) treści nauczania, jednakowo na dowolnym etapie uczenia się fizyki. Nie ma statycznej struktury czynności poznawczych uczniów. Wręcz przeciwnie, struktura czynności uczniów jest wysoce dynamiczna, musi się ona bowiem zmieniać równie szybko, jak zmienia się sytuacja wyjściowa, tj. m.in. wiedza, umiejętności i nawyki uczniów. Przez umiejętność rozumiemy tu: "gotowość do podjęcia określonego typu działania z możliwością dostosowywania go do zmieniających się warunków sytuacji, w jakich ma być wykonywane" (T. Tomaszewski, 1976, s.272), a przez nawyk - nabytą zdolność (dyspozycję) do zautomatyzowanego wykonania czynności.

W strukturyzowaniu treści nauczania na danym etapie uczenia się fizyki należy zatem przewidywać:

- działania uczniów - na poziomie zdobywania nowej wiedzy i kształtowania nowych umiejętności,
- czynności uczniów - na poziomie wiedzy i umiejętności już przyswojonych przez uczniów,
- operacje uczniów - na poziomie ich nawyków.

Nawet tak rozumiane planowanie treści nauczania jest poddawane presji: z jednej strony - "naukowości" przedmiotu nauczania (nadrzędność struktury logicznej wiedzy - materializm dydaktyczny, a częściowo także materializm funkcjonalny), z drugiej strony - psychologii (nadrzędność struktury umiejętności poznawczych uczniów - nauczanie progresywistyczne). Jest to dylemat pozorny, gdyż nie ma jednoznacznego rozstrzygnięcia, które byłoby słuszne na każdym szczeblu i etapie uczenia się fizyki. Waga tych aspektów struktury czynności jest zmienna, zależna od warunków (sytuacji wyjściowych).

Ogólne rozwiązanie tego problemu zarysujemy w postaci grubego warunku (samo)uzgodnienia:



Rys. 6. Model (samo)uzgodnienia w toku nauczania struktury umiejętności poznawczych ucznia ze strukturą logiczną wiedzy.

Jest to model gruby (szkic rozwiązania), nie należy zatem doszukiwać się dodatkowych znaczeń w szczegółach, np. istnienia ostrego rozdziału uwidocznionych obszarów, akurat takiego przebiegu tego rozdziału itp. Istotą tego modelu jest to, że w toku uczenia się w strukturze czynności ucznia stopniowo wzrasta składowa materialna czynności (wiedza naukowa i metodologia) w wyniku postępującego (samo)uzgodnienia jego struktury umiejętności poznawczych ze strukturą logiczną wiedzy. Istotą

tego modelu jest zatem dynamika procesu uczenia się, tj. dynamika sytuacji wyjściowych i końcowych oraz odpowiadających im struktur czynności poznawczych uczniów.

Według tego modelu, w punkcie startowym uczenia się fizyki (klasa VI) struktury czynności uczniów powinny być całkowicie podporządkowane dynamice kształtowania struktury ich prostych umiejętności poznawczych. Materiał nauczania ma wyraźnie pomocnicze znaczenie, chociaż przyswajane wiadomości oczywiście już wtapiają się w kształtowane struktury poznawcze i je wzmacniają. Pojawia się już zatem aspekt przedmiotowy (materiałowy) czynności, ale tylko w bardzo nieznacznym stopniu.

Dynamika struktury umiejętności uczniów to głównie "związanie się" czynności poznawczych. Złożone działania na pewnym etapie stają się na odpowiednio wyższym prostymi czynnościami, a czynności - operacjami. Próby przeskakiwania kolejnych etapów, tj. próby wyuczania uczniów złożonych dla nich działań, np. procedury hipotetyczno-dedukcyjnej, od razu w formie zwiniętej jest nieskuteczne bądź szkodliwe, gdyż działanie takie może być przyswojone przez ucznia tylko na poziomie zachowania się reaktywno-nawykowego. Ukształtowane tą drogą nawyki w przypadku zmiany warunków są ślepe. Inaczej jest, gdy nawyki są ukształtowane drogą związania się umiejętności. W takim przypadku świadome procesy poznawcze wyłączają się w normalnym przebiegu nawykowej czynności (są zbędne, a nawet przeszkadzają), a włączają się, gdy potrzebne jest jakieś skorygowanie zachowania nawykowego, przystosowanie go do zmiennej sytuacji. W skrócie: model propedeutycznego nauczania fizyki w klasie szóstej powinien być bliiski modelowi nauczania progresywistycznego.

Przechodzimy coraz wyżej. Coraz większego znaczenia nabiera aspekt przedmiotowy (materiałowy) struktury czynności ucznia. Wzrasta udział i znaczenie struktury logicznej wiedzy. Udział struktury umiejętności poznawczych pozornie maleje, w rzeczywistości następuje stopniowe (samo)uzgodnienie obu struktur. Warto tu zwrócić uwagę, że w przechodzeniu na kolejne, wyższe etapy uczenia się w obu obszarach musi występować stopniowanie trudności: w obszarze umiejętności - od elementarnych do złożonych, w obszarze wiedzy - od znanego do nieznanego.

Etapem równowagowego (samo)uzgadniania się struktury umiejętności poznawczych uczniów i struktury wiedzy, w przypadku nauczania fizyki, jest kurs półsystematyczny w klasie VII i VIII szkoły podstawowej. Obok dalszego bezpośredniego kształtowania umiejętności poznawczych następuje wyraźne ich wzbogacenie nowymi narzędziami poznania, jakimi są: ustrukturyzowana logicznie wiedza, spójne systemy pojęciowe, prawa, zasady i teoria nauki, a także procedury metodologiczne.

Jeszcze wyżej, np. na poziomie klas matematyczno-fizycznych liceum ogólnokształcącego w strukturze czynności uczniów powinna już dominować przyswajana struktura logiczna materiału nauczania. Umiejętności poznawcze uczniów na tym etapie uczenia się fizyki praktycznie utożsamiają się z operatywnością wiedzy naukowej (oczywiście na poziomie elementarnym). Model nauczania pozornie zbliża się do materializmu dydaktycznego. Tylko pozornie - jeżeli uczeń będzie odpowiednio osobowościowo przygotowany w kursie propedeutycznym i półsystematycznym. W przeciwnym przypadku materializm dydaktyczny nadal będzie nieuchronnie rozkwitał.

2.2. Język w nauczaniu fizyki

Analiza dokonana w tym paragrafie jest próbą określenia wpływu jaki wywiera na "filozofię kształcenia" rozumienie związku zachodzącego pomiędzy językiem fizyki a językiem naturalnym. Termin "język naturalny" będzie zamiennie - jako bliskoznaczny - używany z terminem "język ucznia". Znaczenie tego terminu nie odbiega od potocznego, dlatego też - jak się wydaje - nie ma potrzeby jego definiowania. Natomiast pojęcie "język fizyki" bywa definiowane rozmaicie i wymaga tym samym uściślenia. "Mówiąc obrazowo, jest to bezkształtny twór będący niespójnym zlepkiem jąder o twardszych strukturach (języki teorii) zanurzonych i rozmiękłych w morzu polimorficznego języka potocznego" (I. Stępniewski, 1978, s. 152). To metaforyczne, "gorące" sformułowanie opisuje szczególnie ważną, z punktu widzenia niniejszych rozważań, chociaż czasami - jak można się przekonać - gubioną w tekstach dydaktycznych informacją, tę mianowicie, że w praktyce szkolnej "coś", co czasem

nazywamy "językiem fizyki" (w wąskim znaczeniu) w zasadzie nie istnieje; język fizyki częściej okazuje się tworem zanurzonym, i to bardzo mocno, w języku naturalnym, codziennym. W procesie nauczania-uczenia się fizyki, na poziomie propedeutycznym oba języki (uczniowski i "fizyczny") zbliżają się do siebie, by później w rytm tego, jak następuje w toku dalszej nauki pogłębienie modelu pojęciowego, wywoływać poprzez zmiany w języku fizyki stopniowe "utwardzenie" języka ucznia. Oto zdanie obrazujące powyższą wypowiedź: "Model pojęciowy może odznaczać się różnym zakresem oraz różnym stopniem abstrakcji. Im bardziej sformalizowany model (teoria) tym bardziej abstrakcyjny, tym bardziej odległy od konkretnych cech i właściwości ciał i zjawisk. Dziecko z trudem potrafi dostrzec związki pomiędzy takim modelem sytuacji czy układu fizycznego a samą realną sytuacją. Oprócz wieku decyduje tutaj posiadanie (lub nie) wyobraźni matematycznej" (M. Sawicki, 1983) ¹⁰.

Charakter związku języka ucznia z językiem fizyki zmienia się w trakcie procesu nauczania-uczenia się. Poniżej zaprezentowane zostaną zabiegi zmierzające do zwierania w procesie nauczania-uczenia się luki pomiędzy językiem fizyki a językiem ucznia.

W stronę codzienności. Opisuując proces nauczania-uczenia się fizyki w szkole podstawowej wiedzę ucznia często analizuje się w kontekście "naukowości" i "potoczności". Wiedza potoczna, wiedza naukowa; myślenie potoczne, myślenie naukowe; język potoczny, język naukowy. To tylko niektóre z możliwych egzemplifikacji tego kontekstu interpretacyjnego praktyki szkolnej. Opisowi wiedzy, myślenia, języka w tych kategoriach nadaje się zazwyczaj wyraźne cechy opozycyjne, przy czym (co jest bardzo istotne) wartościowanie obu członów opozycji jest jednoznacznie określone, zgodnie z jednostronnym charakterem dydaktycznej interpretacji dobrze znanego postulatu zastępowania wiedzy potocznej ucznia wiedzą naukową w procesie nauczania-uczenia się fizyki. Związek "potoczności" z "naukowością" może być tak odczuwany (są przesłanki ku temu), jednak generalnie rzecz uj-

¹⁰ Podobnych argumentów, opisuując niebezpieczeństwo sformalizowania wiedzy w procesie nauczania-uczenia się fizyki - używa J. Salach (1986), s. 120-122.

mując, opozycyjne zasady opisu tego związku nie mogą być chyba uznane za trafne. "W porównaniu do rzeczywistości życia codziennego - jak zauważa P.L. Berger i T. Luckman (1983) - inne jawią się jako ograniczone obszary znaczeń, enklawy w obrębie rzeczywistości podstawowej, wyrażające się zawężonymi znaczeniami i sposobami doświadczenia. Rzeczywistość podstawowa otacza je najczęściej ze wszystkich stron, a świadomość wraca do niej jak z wycieczki" (s. 57). Taka też jest, jak się wydaje, również wykładnia metodologiczna tego postulatu. Zastępowanie wiedzy potocznej wiedzą naukową odnosi się przecież "do dziedzin, gdzie nauka dostarcza wiedzy bardziej ścisłej, ogólnej i pewnej aniżeli wiedza potoczna" (J. Such, 1973). Sformułowanie powyższe tylko pozornie potwierdza słuszność swego dydaktycznego odpowiednika. Przede wszystkim dlatego, że metodologiczna wersja postulatu dotyczy wiedzy o materii, a dydaktyczna - przenosi realizację tego postulatu z wiedzy jako takiej na umysł ucznia¹¹. Nie wiedza jako taka podlega wówczas zmianie, tylko jednostkowa wersja tej wiedzy. Wiedzę podawaną w procesie nauczania-uczenia się fizyki uczeń nie zawsze chce zaakceptować, przyjąć jako swoją. Przejawy tzw. myślenia spontanicznego, myślenia naturalnego można analizować nie tylko w odniesieniu do myślenia dziecięcego; por. Z. Mazur (1986). Wywołuje to często zdziwienie. Chyba dlatego, że z reguły nie uświadamiamy sobie już faktu istnienia obrazów świata, które mogłyby współzawodniczyć z obrazami narzuconymi przez naukę; por. np. Cz. Miłosz (1986).

Wracając do metodologicznej wersji postulatu zastępowania wiedzy potocznej wiedzą naukową, określenie "w dziedzinach" odnosi treść tego postulatu do konkretnych nauk; tym samym należy je - jak się wydaje - interpretować: "w dziedzinie, np. fizyki należy zastąpić wiedzę potoczną wiedzą naukową". Dydaktyczna wersja tej interpretacji powinna chyba brzmieć: "proces zastępowania wiedzy potocznej wiedzą naukową ma zachodzić

¹¹ Na marginesie warto dodać, że współczesne nauki przyrodnicze odkryły również, że zajmują się nie tyle materią, co właśnie umysłem. (Por. D. Denek, 1986, s.182-195). Jest to jednak inny typ zainteresowań, określający granice funkcjonowania wiedzy jako takiej.

w dziedzinie wyobrażeń o materii, które złożyły się na rozwój wyobrażeń w dziedzinie fizyki". Jak z powyższego wynika "codziennosc" zachowuje swą tożsamość i - podobnie jak w zetknięciu z innymi ograniczonymi obszarami znaczeń - pozostaje prawie nienaruszona. Prawie, bo np. "procent obywateli, którzy przeczytali wiersze Nezvala, nie jest wielki - pisze R. Jacobson (1989). - Ci, którzy przeczytali i przyjęli, będą trochę inaczej żartować z przyjacielem, wymyślać nieprzyjacielowi, intonować wzruszenie, wyznawać i przeżywać miłość, politykować. A jeśli przeczytali i odrzucili, to jednak ich sposób myślenia nie pozostanie taki sam ..." (s. 140).

Mimo tych oczywistych ograniczeń postulat zastępowania wiedzy potocznej fizyczną wiedzą naukową bywa w dydaktyce fizyki często - jak się wydaje - nazbyt szeroko rozumiany. Fizyczna wiedza naukowa ma "władać" również innymi ograniczonymi obszarami znaczeń. Można to obserwować szczególnie wtedy, kiedy "unaukowienie" dziecięcego obrazu świata w procesie nauczania-uczenia się fizyki jest rozumiane totalnie (patrz np. H. Szydłowski, R. Cieślik (1987); H. Szydłowski (1989), co zachodzi wtedy, kiedy stosunek między "naukowością" i "potocznością" jest określany bez wyjątków w kategoriach "nadrzędności" (lepszy - gorszy). Podstawowym czynnikiem mającym przyspieszyć proces unaukowania uczniowskiego obrazu świata w takim systemie kształcenia, podobnie jak w innych (mniej totalnych) systemach miałyby być zbliżenie fizycznego obrazu świata do uczniowskiej codzienności. Oczekuje się bowiem, że nauczanie fizyki dzięki zbliżeniu obu obrazów świata - stanie się prostsze, bardziej autentyczne¹², że łatwiej będzie uczniowi traktować wiedzę fizyczną jako swoją, a tym samym, że proces zastępowania wiedzy potocznej ucznia fizyczną wiedzą naukową będzie następował o wiele harmonijniej. W takich przypadkach rodzi się przeświadczenie, że świat szkolnej fizyki jest wyższą formą świata ucznia, nie tylko w odniesieniu do wyobrażeń fizycznych ucznia, ale świata ucznia w ogóle. Ze różnice są

¹² Znamienne jest to, że konkrety (tzw. życiowe przykłady) mające obrazować zjawiska fizyczne są zazwyczaj czerpane z podręczników do nauczania fizyki. Uczeń zapytany o "życiowy przykład" jakiegoś zjawiska fizycznego nie szuka go w życiu lecz w książce.

związane z różnicami w języku opisującym oba światy. Na potwierdzenie cytuję: "z założenia nauczanie fizyki powinno ów termin (tj. termin *energia* - przyp. aut.) nie tylko poszerzyć, dodając mu znaczenie <fizyczne>, ale powinno go przebudować w taki sposób, by uczeń nie stosował w życiu potocznym terminu *energia* w znaczeniu nieprawidłowym z punktu widzenia fizyki" (H. Szydłowski, 1989, s. 206). Stwierdzenie takie jest słuszne, ale tylko wtedy, gdy "życie potoczne" utożsamia się z "rozwiązywaniem problemów fizycznych w życiu potocznym". Nie jest natomiast słuszne, gdy mamy na myśli "życie potoczne" jako takie.

Koncepcje totalizujące w nauczaniu fizyki nie uwzględniają w zasadzie "dialogicznej" natury związku między fizycznym obrazem świata a obrazem świata ucznia. Uwzględniając "dialogiczną" strukturę tego związku, można - jak się wydaje - zauważyć, że język ucznia, dzięki stopniowemu nauczaniu języka fizyki, staje się tym narzędziem poznania (funkcja symboliczno-poznawcza) i porozumiewania (funkcja komunikacyjna)¹³, które pozwala uczniowi wykroczyć poza rzeczywistość życia codziennego. Pozwala dzięki wykształceniu w jego systemie "jąder o twardszych strukturach" odnosić się do doświadczeń należących do ograniczonych obszarów znaczenia, a także spinać odrębne sfery rzeczywistości.

Ucieczka od słowa. Schodząc w propedeutycznym nauczaniu fizyki do codzienności nie określono wielkości napięcia między fizycznym a dziecięcym obrazem świata. Nie opracowano metod wykorzystania tego napięcia w procesie nauczania-uczenia się fizyki¹⁴. Nie wiadomo także, jaka jest rola języka fizyki w

¹³ "Dzięki funkcji komunikacyjnej jest on (tj. język - przyp. aut.) środkiem, za pomocą którego porozumiewamy się (przekazujemy sobie i uzgadniamy znaczenia), zaś dzięki funkcji symboliczno-poznawczej jest on narzędziem, za pomocą którego myślimy, wyodrębniamy i nazywamy otaczające nas obiekty oraz ustanawiamy ich znaczenia, przypisując im określoną, dającą się językowo wyrazić treść. Obiekty te istnieją dla nas w tym tylko zakresie i w taki sposób, na jaki zezwala język, którym posługujemy się w procesie usensawiania świata" (R. Kwaśnica, 1987).

¹⁴ Zalety tzw. pedagogiki konfliktowej w procesie nauczania-uczenia się fizyki przedstawiono np. w: W.A. Fabrikant (1979), S. Rusznica (1980).

myśleniu konkretnym, a jaka w myśleniu abstrakcyjnym, hierarchicznym; por. J.L. Lewis (1982), s.63-72.

Wprawdzie możemy powiedzieć, wychodząc z ustaleń poczynionych w psychologicznych badaniach eksperymentalnych, że młodzież znajdująca się na poziomie zwanym przez J. Piageta etapem operacji konkretnych "nie odczuwa potrzeby budowania zdań ogólnych ani posługiwania się ogólnymi pojęciami. Nie stara się wnikać w mechanizm zjawiska ani szukać przyczynowego jego wyjaśnienia. Zadawała się opisem fenomenologicznym" (D. Stachórska, F. Jaśkowski, 1984) lub stwierdzić, że "w szkole podstawowej dominować winna konkretność, obrazowość i praktyczność; natomiast w liceum - myślenie abstrakcyjno-teoretyczne w powiązaniu z obrazowo-praktycznym" (A. Krzyżowski, 1978) - jednakże bez odpowiednich badań prowadzonych na gruncie dydaktyki fizyki, opartych na specyficznej, "właściwej" dla badań językowych metodologii trudno będzie wyjść poza ogólne stwierdzenia: "Badania osiągnięć szkolnych w zakresie fizyki wykazały, że zbyt duży procent uczniów wypowiada się niepoprawnym językiem, niepoprawnie definiuje pojęcia fizyczne, buduje nielogiczne zdania, formułuje twierdzenia bez sensu itp." (A. Krzyżowski, 1978). Empiryczne próby oceny roli problemów językowych w strukturze wiedzy fizycznej ucznia na gruncie dydaktyki fizyki należą do rzadkości. Nie opracowano dotychczas w dydaktyce fizyki dojrzałych i precyzyjnych metod wydzielenia problemów językowych ze struktury wiedzy, a następnie ich badania.

Niski stopień precyzji i ogólnikowość opisu trudności językowych występujących w procesie uczenia się fizyki utrudnia - jak się wydaje - konstruowanie systemu kształcenia. Z powodu braku pogłębionych badań empirycznych warunki początkowe (na poziomie klasy szóstej) mogły być ustalone jedynie w oparciu o dane wyprowadzone z psychologizującego obrazu ucznia funkcjonującego w dydaktyce fizyki.

Szczególnym problemem stojącym przed dydaktykami jest wszechstronne i dogłębne poznanie obrazu świata ucznia¹⁵, nie

¹⁵ Na temat "warunków początkowych" w konstruowaniu procesu dydaktycznego, por. np. w: R.H. Davis i in. (1983), Proces kształcenia... (1986).

tylko od strony przedmiotowej, ale i podmiotowej. Zwłaszcza w przypadku dziecka przystępującego do uczenia się fizyki i będącego w pierwszym etapie systematycznego nauczania tego przedmiotu w szkole jest to jeden z podstawowych czynników warunkujących powodzenie w procesie nauczania-uczenia się.

Obraz świata dziecka można badać poprzez jego wypowiedzi, analizując je z punktu widzenia różnych aspektów. Z reguły poprzez badanie procesu kształtowania się w umyśle dziecka wyobrażeń dotyczących zjawisk i pojęć fizycznych (w Polsce, np. A. Krajna i in. (1985), B. Gocłowska (1987); B. Śniadek (1988); B. Śniadek (1989)). Badania tego typu, poprzez analizę wypowiedzi uczniów, zmierzają do wykrycia w tych wypowiedziach modeli rozumienia i schematów myślowych mniej lub bardziej zgodnych z fizycznym wzorcem. Informacja uzyskana w tego typu analizie wypowiedzi uczniowskich jest jednak bardzo fragmentaryczna; zbyt duża ilość wypowiedzi uczniowskich pozostaje nieinterpretowalna. W zależności od wrażliwości interpretatora, a także poziomu kształcenia i opisywanej przez wypowiedź uczniowską rzeczywistości tworzy się rozległy obszar "chaosu" (por. np. Z. Mazur, 1987) zwany też "luźną siecią skojarzeń" (J. Gilbert). Z badań własnych (np. K. Sujak-Lesz, 1982; R. Kołodziej, K. Sujak-Lesz, 1983) oraz innych (np. B. Śniadek, 1988) ¹⁶ wynika, że obszar ten pokrywa czasem powyżej 50% wypowiedzi uczniowskich. Tutaj zajmujemy się innym aspektem wypowiedzi uczniowskich - aspektem językowym.

Analizując wyobrażenia ucznia o faktach i zjawiskach fizycznych, interpretując zmiany w uczniowskim obrazie świata zachodzące pod wpływem uczenia się fizyki zwykle odwołuje się jedynie do nie dających się obiektywnie rejestrować znaczeń ukrytych pod powierzchnią wypowiedzi uczniowskiej ¹⁷. Taki opis

¹⁶ Co prawda B. Śniadek (1988) używa kategorii "brak wypowiedzi uczniowskich". Sądzymy jednak, że w tej kategorii zamknięto również wypowiedzi nieinterpretowalne w kategoriach modeli rozumienia.

¹⁷ Zachowanie językowe ma wyraźną dwupoziomową strukturę. Poglądy na temat związków struktury powierzchniowej ze znaczeniową (lub głęboką - w ujęciu N. Chomsky'ego), a także implikacje wynikające z przyjęcia założeń gramatyki generatywno-transformacyjnej dla psychologii przeanalizowała I. Kurcz (1987); por. też P.H. Lindsay, D.A. Norman (1984), s. 441-459.

zachowania językowego, w którym nie uwzględniono charakterystyki powierzchni formułowanych przez ucznia wypowiedzi wydaje się nam niepełny; także z punktu widzenia języka fizyki. Przyjeliśmy tu pogląd, że "spójny system pojęć fizycznych jest zaledwie pomocniczym szkieletem w tym języku (tj. języku fizyki - *przyp. aut.*)" (I. Stępniewski, 1987). Zgodnie z tym szerszym punktem widzenia problemów języka fizyki, mówiąc o zmianach w języku ucznia mamy na myśli nie tylko kształtowanie się pojęć fizycznych w świadomości ucznia, ale kompleks zmian znajdujących odbicie w zmianach struktury wypowiedzi uczniowskiej.

Badania nad rozwojem doświadczenia językowego w szkole ogranicza się w zasadzie do języka rodzimego i języka obcego (W. Tłokiński, 1986, s. 137-151). Tym niemniej, i warto to podkreślić, zwraca się również uwagę na zjawisko interferencji językowej występujące w trakcie uczenia się pozostałych ("niejęzykowych") przedmiotów szkolnych. I tak, wśród wskaźników interferencji wymienia się "specyficzne trudności werbalne dziecka w trakcie uczenia się poszczególnych przedmiotów; stopień werbalizacji nauczania poszczególnych przedmiotów i działów materiału w obrębie jednego przedmiotu; rozbieżności między wynikami nauczania poszczególnych przedmiotów u danego dziecka; specyficzne błędy popełniane w procesie werbalizacji w różnych sytuacjach w trakcie nauki szkolnej" (H. Raszkiewicz, 1980).

Na występowanie zjawisk o charakterze interferencyjnym w procesie uczenia się fizyki można przytoczyć liczne przykłady. Ograniczymy się do jednego (przykład za: A. Krajna i in., 1985):

Niektórzy uczniowie zapytani o to, czy mężczyzna i dziewczynka przenosząc takie same krzesła z podłogi na stół wykonują jednakową pracę - udzielają takich odpowiedzi: "Dziewczynka i mężczyzna wykonują pracę zgodnie ze wzorem $W = F \cdot s$. Większą pracę wykonuje dziewczynka", albo "Tak, większą pracę wykonuje mężczyzna, gdyż działa na krzesło większą siłą, a praca = siła · przesunięcie", albo "Tak, bo gdy przenoszą krzesła na stół działają na nie siłą i przesuwają je. Dziewczynka wykonuje dlatego większą pracę, gdyż jest słabsza od mężczyzny i musi wykonać większą pracę, aby podnieść krzesło".

Przykład powyższy obrazuje przypadek zakłócenia znaczeń spowodowany zmieszaniem w świadomości ucznia pojęć z języka fizyki i z języka naturalnego. Wydaje się, że warto sprawdzić to, jak dalece język wypowiedzi uczniowskiej zmienia się pod wpływem uczenia się fizyki.

Badanie powierzchni wypowiedzi uczniowskiej w połączeniu z analizą języka tych wypowiedzi ¹⁹ może być pomocne przy określaniu charakteru zmian zachodzących w uczniowskiej wiedzy o świecie w trakcie uczenia się fizyki. Aby śledzić ten proces trzeba widzieć problematykę kształtowania się języka fizyki w świadomości ucznia w kontekście rozwoju procesów poznawczych, a także uwzględniać różnice w podatności języków określonych grup uczniów na oddziaływanie szkoły, jak również specyficzne cechy języka fizyki.

Aspekt rozwojowy odgrywa ważną rolę w początkowym nauczaniu fizyki (por. I. Stępniewski, 1978, s. 143-166). Mimo, iż mowa jednostki w momencie przystępowania do uczenia się fizyki w szkole weszła już w stadium dojrzałe (por. E.H. Lenneberg, 1980, s. 203-231) - to jednak dopiero w wieku 12-15 lat język zaczyna odgrywać główną rolę w procesach myślowych dziecka (por. np. J.S. Bruner, 1974; J. Piaget, 1977, s. 55-71). Proces przyswajania języka fizyki rozpoczyna się w momencie istotnych dla procesów poznawczych dziecka zmian w funkcjonowaniu języka naturalnego. Fakt ten wpływa w sposób zasadniczy na przyswajanie języka fizyki, w konsekwencji na wiedzę ucznia o przyrodzie ²⁰. Uczenie się języka fizyki jest możliwe dopiero na poziomie operacji formalnych (zdaniotwórczych) ²⁰. Czynniki kulturowe i socjolingwistyczne mogą wpływać, jak się wydaje, na znaczne zróżnicowanie procesu przyswajania języka fizy-

¹⁹ Wstępna propozycję pomiaru aspektów ilościowych wypowiedzi uczniowskich zaprezentowano już w ramach VII Jesiennej Szkoły "Problemy Dydaktyki Fizyki - Physics Didactics Problems" (część międzynarodowa), Borowice 13-19.10.1986 r. (K. Sujak-Lesz, A. Krajna, Linguistic Analysis of Student's Argumentation).

²⁰ Aby lepiej zrozumieć przyrodę uczeń musi stopniowo opanować język fizyki; por. G. Białkowski (1978).

²⁰ Uogólnienie powyższe oparto na wywodach J.S. Brunera (P.M. Greenfield, J.S. Bruner, 1978).

ki²¹. Bierze się to stąd, że nie każdy język uczniowski jest w takim samym stopniu podatny na zmiany, których wymaga uczenie się fizyki. "Nauczyciele prowadzący eksperyment (w klasie szóstej - *przyp. aut.*) sygnalizowali różne trudności przy realizacji doświadczeń: telewizyjna młodzież miejska miała raczej trudności z samodzielną obserwacją świata, podczas kiedy młodzież wiejska napotykała kłopoty natury językowej przy samodzielnym opisywaniu i analizowaniu zjawisk" (J. Ginter, 1979). Ustalenia teoretyczne socjologii języka, poparte odpowiednimi badaniami procesu uczenia się fizyki mogłyby ułatwić interpretację tego typu zjawisk językowych²².

Powyżej zarysowano obraz funkcjonowania poznawczego jednostki, w którym uwzględniono jedynie oddziaływanie języka na wiedzę ucznia²³. W zmianie podejścia do zagadnień języka w nauczaniu fizyki należy bowiem widzieć możliwość zwiększenia efektywności nauczania-uczenia się fizyki w szkole.

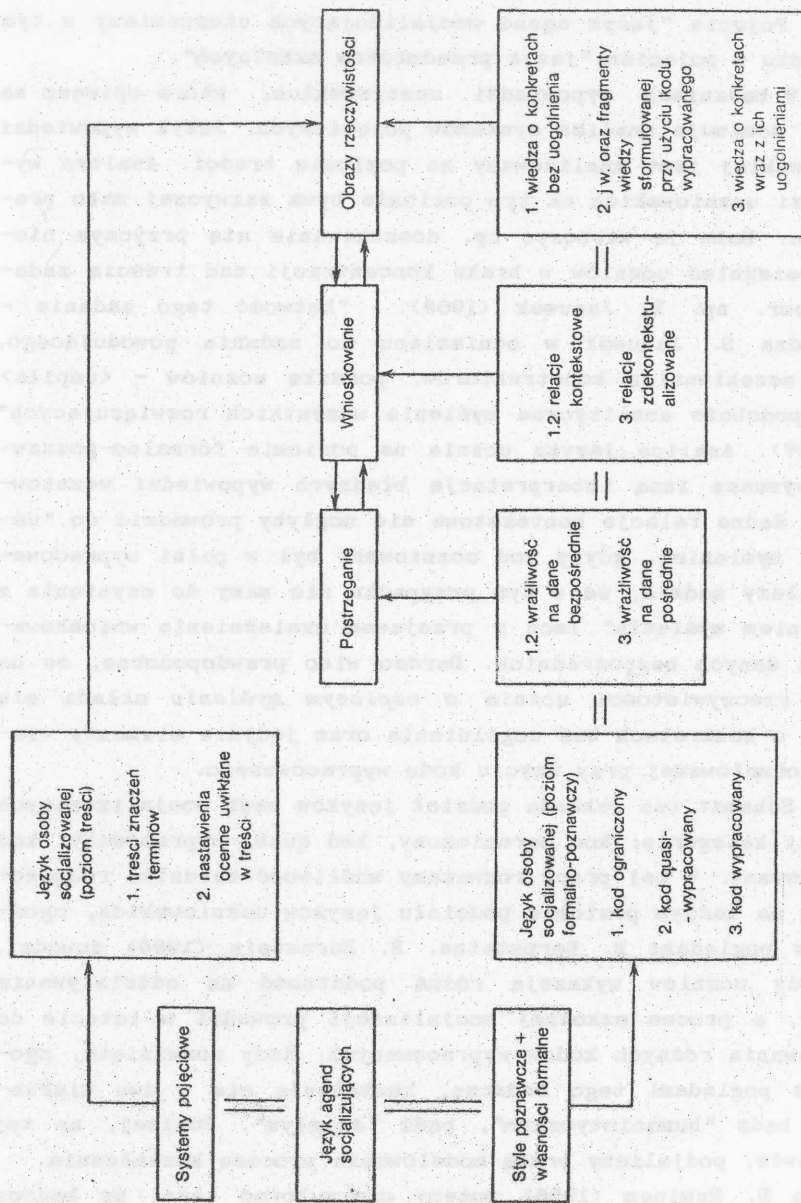
M. Marody (1987) zaproponowała zgodną z poglądami prezentowanymi w tej pracy interpretację sformułowanej przez B. Whorfa zasady determinizmu językowego. "Potraktowanie języka jako narzędzia przekazywania odmiennych sposobów myślenia pozwala na stwierdzenie, że intelektualne funkcjonowanie jednostki determinuje nie tyle język, którego ona sama używa, co raczej język, którego używają osoby ją socjalizujące. To bowiem przede wszystkim *ich* język staje się narzędziem konstruowania *mojego* świata" (M. Marody, 1987, s. 183)²⁴.

²¹ Pośrednich dowodów na występowanie uzależnień tego typu dostarczają prace: B. Bernstein, 1980; A. Piotrowski, M. Ziółkiewski, 1976; Z. Bokszański, A. Piotrowski, M. Ziółkiewski, 1977.

²² Ustalonymi przez B. Bernsteina prawidłowościami użycia rozwiniętego kodu językowego posłużono się np. przy omawianiu czynników warunkujących proces uczenia się fizyki w: J.L. Lewis, 1982, s. 49-50.

²³ Oczywiście zdajemy sobie sprawę z tego, jak ważne dla wiedzy ucznia jest poznawanie rzeczywistości doświadczane bezpośrednio w toku działania. Materialne otoczenie jednostki określa niewątpliwie zakres jej doświadczeń podobnie silnie jak język. Taka, dość jednostronna charakterystyka jest tu celowa, ponieważ właśnie w obszarze językowym poszukujemy narzędzi ułatwiających poznanie ucznia.

²⁴ Z podobnych przesłanek wyszliśmy definiując kulturę jako "kształtowanie uwagi".



Rys. 7. Wpływ języka na funkcjonowanie poznawcze jednostki
(źródło: M. Marody, 1987)

Schemat powyższy jest na tyle klarowny, że jego omówienie zamknijemy w kilku uwagach wpisujących go w ten tekst.

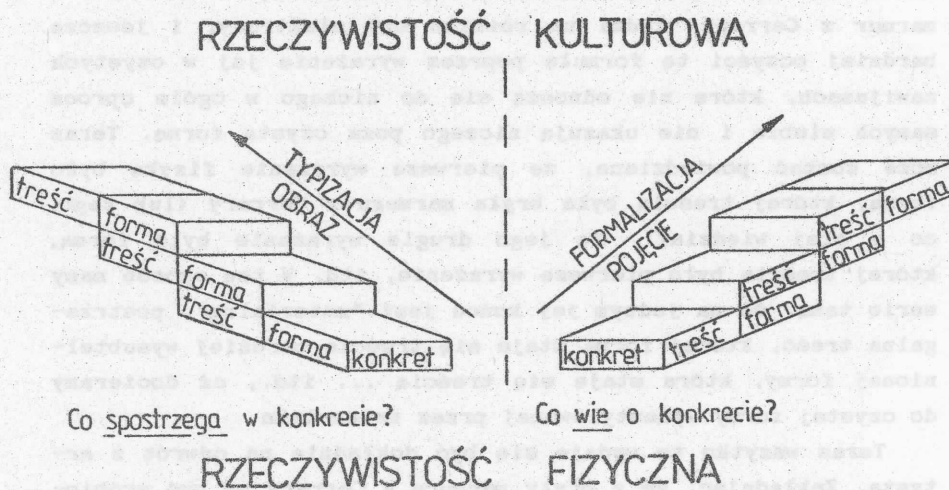
1. Pojęcie "język agend socjalizujących utożsamiamy w tym przypadku z pojęciem "język przedmiotów szkolnych".

2. W badaniach wypowiedzi uczniowskich, które opisano na s. 89 dominuje analiza systemów pojęciowych. Język wypowiedzi uczniowskiej jest analizowany na poziomie treści. Analiza wypowiedzi uczniowskich na tym poziomie bywa zazwyczaj mało precyzyjna. Może ją wieńczyć np. doszukiwanie się przyczyn niskich osiągnięć uczniów w braku koncentracji nad treścią zadania; por. np. B. Janusek (1988). "Łatwość tego zadania - stwierdza B. Janusek w odniesieniu do zadania powodującego, wbrew oczekiwaniom konstruktorów, porażkę uczniów - <uśpiła> prawdopodobnie analityczne myślenie wszystkich rozwiązujących" (s. 107). Analiza języka ucznia na poziomie formalno-poznawczym wymusza inną interpretację błędnych wypowiedzi uczniowskich. Żadne relacje kontekstowe nie mogłyby prowadzić do "uśpienia myślenia", gdyby kod uczniowski był w pełni wypracowany. Należy sądzić, że w tym przypadku nie mamy do czynienia z "uśpieniem myślenia" lecz z przejawem uzależnienia wnioskowania od danych bezpośrednich. Bardzo więc prawdopodobne, że na obraz rzeczywistości ucznia o *uśpionym myśleniu* składa się wiedza o konkretach bez uogólnienia oraz jedynie elementy wiedzy sformułowanej przy użyciu kodu wypracowanego.

3. Schemat ten zakłada podział języków osób socjalizowanych na trzy kategorie: kod ograniczony, kod quasi-wypracowany, kod wypracowany. W tej pracy rozważamy możliwość bardziej rozbudowanego na każdym poziomie podziału języków uczniowskich, zgodnego z poglądami B. Bernsteina. B. Bernstein (1980) dowodzi, że kody uczniów wykazują różną podatność na oddziaływanie szkoły, a proces szkolnej socjalizacji prowadzi w istocie do powstawania różnych kodów wypracowanych. Kody rozwinięte, zgodnie z poglądami tego badacza, kształtują się w dwu kierunkach, bądź "humanistycznym", bądź "ściśłym". Poniżej, na tej podstawie, podjęliśmy próbę modelowania procesu kształcenia.

Za B. Ruminem (1966) możemy sformułować tezę, że badacz operuje pojęciem, a artysta obrazem. Pierwszy z nich uogólnia rzeczywistość, drugi - typizuje.

W poprzednim paragrafie przedstawiono proces uczenia się fizyki jako proces formalizacji. Należy sądzić, że antynomiczny względem "badawczego", oparty na obrazie kod uczniowski będzie o wiele mniej podatny na oddziaływania formalizującego procesu nauczania.



Rys. 8

Na rys. 8 oba sposoby poznawania i opisu świata zobrazowano w postaci dwu ciągów znaczeń nadbudowanych nad faktem fizycznym. Ciągi te stanowią strukturalną interpretację klasycznego rozróżnienia w strukturze języka "formy" i "treści". Charakterystykę tego, w jaki sposób "spostrzegane" i "wiedzione" (forma i treść) objawiają się "w sali wykładowej fizyka i pracowni artysty" daje S. Themerson (1978): "Wyobraźmy sobie wielką bryłę marmuru z Cerrary. Dla fizyka jej ciężar oznaczałby skierowaną ku dołowi siłę spowodowaną przez przyciąganie Ziemi (i równie, chociaż przeciwnie, przez skierowaną ku górze siłę wymuszoną na niej przez cokolwiek, co na niej stoi). Może on

to wyrazić przez napisanie: $1000\text{kg} \times 9,8(\text{m})\text{sek}^2$. To wyrażenie odnosi się do poszczególnego kawałka marmuru, umieszczonego na Ziemi, przy poziomie morza. Ale może pójść dalej. Może uogólnić. Może napisać coś w rodzaju Km_1m_2/r^2 . To nowe wyrażenie, ta formuła, będzie się odnosiło do jakichkolwiek dwóch ciał w jakimkolwiek miejscu, będzie się odnosiło do siły przyciągania dwóch ludzi po przeciwnych stronach równika, albo dwóch elektronów po przeciwnych stronach wszechświata Einsteina. Jednakże nie jest to koniec historii. Tym co teraz może zrobić, jest danie tej formuły czystemu matematykowi, który diabła dba o marmur z Cerrary, ludzi na równiku czy elektrony, i jeszcze bardziej oczyści tę formułę poprzez wyrażenie jej w czystych zawijasach, które nie odnoszą się do niczego w ogóle oprócz samych siebie i nie ukazują niczego poza czystą formą. Teraz może zostać powiedziane, że pierwsze wyrażenie fizyka było formą, której treścią była bryła marmuru z Cerrary (lub tego, co o niej wiedział), że jego drugie wyrażenie było formą, której treścią było pierwsze wyrażenie, itd. W ten sposób mamy serię taką, że na jednym jej końcu jest "materialna", postrzegalna treść, której forma staje się treścią bardziej wysubtelnionej formy, która staje się treścią ... itd., aż docieramy do czystej formy wydestylowanej przez matematyka.

Teraz wszystko to wydaje się być dokładnie na odwrót z artystą. Zakładając, że z bryły marmuru z Cerrary ma być zrobiona rzeźba, dla niego to, postrzegalny, widzialny, dotykalny kawałek materii, będzie formą, w której została wyrażona pewna treść, powiedzmy Pieta. Jednakże ta treść, Maria Panna oplakująca martwe ciało Chrystusa, jest sama formą, w której została uosobiona bardziej ogólna treść: matka i ciało jej syna. A to znowu jest formą wyrażającą pewną treść nawet bardziej ogólną, jeszcze bardziej oczyszczoną z fizycznej przypadkowości, "głębszą", aby nie powiedzieć meta-fizyczną. Tak więc tutaj, w pracowni artysty, wydaje się, że mamy odwrócony porządek. Z jednego końca serii "materialna", namacalna, widzialna forma, wyrażająca treść, która jest formą bardziej skondensowanej treści, która jest formą ... itd., aż docieramy do czystej, niewerbalnej, nie-fizycznej treści, osadzonej w "sercu" rzeźbiarza" (S. Themerson, 1978, s. 40-41).

Z opisu tego widać wyraźnie jak odmienna może być realizacja w rzeczywistości kodu rozwiniętego. Modelowanie problematyki językowej przedstawione na powyższych przykładach niczego jeszcze nie przesądza; ukierunkowuje jedynie poszukiwania badawcze zmierzające do wypracowania modelu nauczania-uczenia się fizyki w klasach i szkołach o profilu humanistycznym.

Poniżej zaprezentowano przykłady wstępnych działań badawczych z zakresu poznania ucznia poprzez jego język. Ponownie poddano analizie semantycznej wypowiedzi uczniów uzyskane pod koniec lat siedemdziesiątych w masowych badaniach dotyczących wpływu szkolnego nauczania fizyki na wiedzę ucznia z tego zakresu; na przykładzie hydrostatyki i hydrodynamiki w pierwszym etapie systematycznego nauczania fizyki w szkole (K. Sujak-Lesz, 1982). Przedmiotem zainteresowania był proces kształtowania się języka fizyki u uczniów. Proces ten badano poprzez analizę fizycznych i niefizycznych sposobów argumentowania.

Na podstawie tej analizy stwierdzono, że każdą uzasadniającą wypowiedź uczniowską - ze względu na sposób argumentowania - można przypisać do jednej z następujących grup wypowiedzi:

1) uzasadnienia fizyczne (F) - uzasadnienia oparte na poprawnie wyuczonej szkolnej wiedzy fizycznej i sformułowane w poprawnie wykształconym języku fizyki;

2) uzasadnienia częściowo fizyczne (+Fo) - uzasadnienia oparte na poprawnie wyuczonej szkolnej wiedzy fizycznej, które nie są sformułowane w języku fizyki, lecz w których zostały użyte jedynie pewne elementy fizycznego systemu pojęciowego;

3) uzasadnienia pozornie fizyczne (-Fo) - uzasadnienia sprzeczne ze szkolną wiedzą fizyczną, w których uczeń użył zaślizganych na lekcji fizyki pojęć do opisu fałszywego obrazu świata;

4) uzasadnienia potoczne (P) - uzasadnienia oparte na wiedzy potocznej (sprzeczne lub niesprzeczne ze szkolną wiedzą fizyczną) i sformułowane w jej języku;

5) uzasadnienia nieartykułowane (A) - uzasadnienia w postaci stwierdzeń typu: "wiem, że tak jest", "wiem, że tak jest, ale nie umiem tego powiedzieć" lub też w postaci dosłownego powtórzenia całej treści zadania albo jej części.

Wyjaśnienia te są oparte na wiedzy, której uczeń nie potrafi wyartykułować, tzn. przełożyć na konkretny język ²⁵.

Trzy grupy uzasadnień (A, +Fo, -Fo) wychwytyują różnice w sposobach eksterioryzacji myśli w mowie. Można więc powiedzieć, że grupy A, +Fo i -Fo - mają charakter językowy.

W czerwcu 1988 roku przebadano 1300 uczniów z klas V (337 uczniów), VI (340 uczniów), VII (331 uczniów), VIII (292 uczniów) szkół podstawowych makroregionu południowozachodniego. Do badań tych wykorzystano metodę i zweryfikowane narzędzie badawcze opisane w K. Sujak-Lesz (1982); por. też K. Sujak-Lesz (1983) ²⁶. Uzyskano 15600 krótkich wypowiedzi (uzasadnień) uczniowskich. Podział tych uzasadnień na grupy prowadzono osobno dla uzasadnień z zakresu hydrostatyki (jest uczona w klasie szóstej) i osobno dla uzasadnień z zakresu hydrodynamiki (nie jest uczona w szkole). Pozwala to na wyznaczenie częstości K_i występowania uzasadnień poszczególnych typów na kolejnych poziomach kształcenia (klasach), osobno dla hydrostatyki i hydrodynamiki - ze wzoru:

$$K_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100 \% ,$$

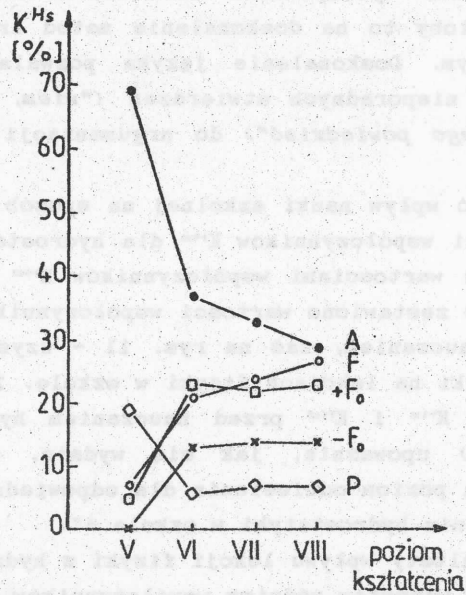
gdzie: N_i - liczebność i-tej grupy uzasadnień na danym poziomie kształcenia (klasie); N - liczba wszystkich uzasadnień na danym poziomie kształcenia (klasie).

Współczynniki K^{hd} charakteryzują taki stan umiejętności uczniów (w zakresie interpretowania zjawisk z hydrostatyki), który jest łącznym wynikiem oddziaływań szkolnych lekcji hydrostatyki, oddziaływań spoza lekcji hydrostatyki oraz naturalnych procesów rozwojowych. Współczynniki K^{hd} oddają natomiast łączne rezultaty oddziaływań spoza lekcji hydrostatyki

²⁵ Por. na temat pozawerbalnej informacji semantycznej (poziom "miloczący" wypowiedzi wg A. Korzybskiego) w J.P. Guilford (1976), s. 434.

²⁶ Badanie językowych aspektów wypowiedzi uczniowskich wymaga prowadzenia odpowiednich badań porównawczych. Zakłada się, że powtórzenie badań prowadzonych w latach 1976-1979 umożliwi prowadzenie takich porównań w przyszłości. Na tym etapie nie dysponuje się jeszcze odpowiednią metodą zestawiania wyników ilościowych uzyskanych wówczas i obecnie.

oraz naturalnych procesów rozwojowych, które postępują wraz z wiekiem uczniów. Pozwala to na wyodrębnienie wpływu nauki szkolnej (lekcji hydrostatyki) na częstość występowania uzasadnień danego typu - podobnie jak w pracy K. Sujak-Lesz (1982) - przy pomocy metody uwzględniającej dynamiczny rozwój wiedzy pozaszkolnej u uczniów. W tym celu analizowano wielkości różnic między odpowiednimi współczynnikami K^{+A} i K^{+P} przed i po nauce hydrostatyki w szkole.



(źródło: K. Sujak-Lesz, 1988)

Rys. 9

Na rys. 9 przedstawiono zależność współczynników K_i dla hydrostatyki w zależności od poziomu kształcenia (klasy). Można zauważyć, że w klasie V (tj. przed nauczaniem hydrostatyki na szkolnych lekcjach fizyki) uzasadnienia potoczne P (współczynnik K_P) i uzasadnienia nieartykułowane A (współczynnik K_A) są prawie jedynymi, jakimi posługują się uczniowie. W klasie VI

(moment nauczania hydrostatyki) występuje natomiast skokowy przyrost wartości współczynnika K_F (uzasadnienia fizyczne F), współczynnika K_{+F_0} (uzasadnienia częściowo fizyczne $+F_0$) oraz współczynnika K_{-F_0} (uzasadnienia pozornie fizyczne $-F_0$). Jednocześnie maleje gwałtownie wartość współczynnika K_P (uzasadnienia potoczne P) i współczynnika K_A (uzasadnienia nieartykułowane A). Po klasie VI współczynniki K_P , K_{-F_0} i K_{+F_0} nie wykazują tendencji do zmiany swych wartości. Natomiast zmianom tym podlegają w dalszym ciągu jedynie wartości współczynników K_F i K_A . To chyba znaczy, że wraz z wiekiem uczniów wzrasta częstość występowania uzasadnień fizycznych F "kosztem" malejącej częstości występowania uzasadnień nieartykułowanych A. Wskazywałoby to na doskonalenie metod argumentacji w aspekcie językowym. Doskonalenie języka pozwala uczniom na przechodzenie od nieporadnych stwierdzeń ("wiem, że tak jest, ale nie umiem tego powiedzieć") do argumentacji wyrażonej w języku fizyki.

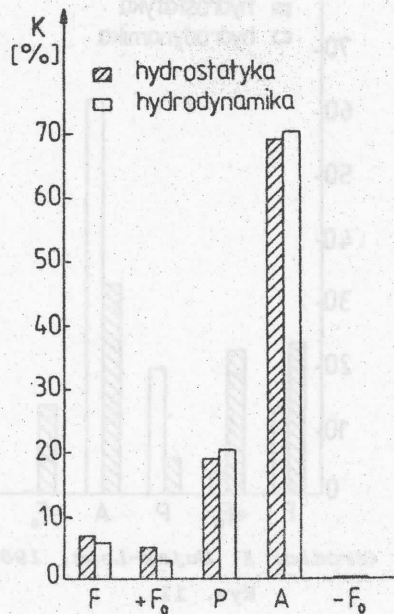
Aby wyodrębnić wpływ nauki szkolnej na sposób uzasadniania porównano wartości współczynników $K^{H=}$ dla hydrostatyki z uzyskanymi równoległe wartościami współczynników $K^{H<}$ dla hydrodynamiki. Na rys. 10 zestawiono wartości współczynników $K^{H=}$ i $K^{H<}$ uzyskane przed nauczaniem, zaś na rys. 11 - uzyskane po nauczaniu hydrostatyki na lekcjach fizyki w szkole. Zbliżone wartości wskaźników $K^{H=}$ i $K^{H<}$ przed nauczaniem hydrostatyki w szkole (Rys. 10) upoważnia, jak się wydaje, do przyjęcia wskaźników $K^{H<}$ za poziom odniesienia dla odpowiednich wskaźników $K^{H=}$ po nauczaniu hydrostatyki w szkole ²⁷.

Pozytywne rezultaty wpływu lekcji fizyki z hydrostatyki demonstrują się tak wzrostem różnicy współczynników $K_F^{H=}$ i $K_P^{H<}$, jak również wyraźnym zmniejszeniem wartości współczynnika $K_P^{H=}$ poniżej wartości współczynnika $K_P^{H<}$ oraz również wyraźnym zmniejszeniem wartości współczynnika $K_A^{H=}$ poniżej wartości współczynnika $K_A^{H<}$ związane z doskonaleniem języka fizyki - zaobserwowane po nauczaniu hydrostatyki w szkole (Rys. 11).

Równocześnie jednak, po nauczaniu hydrostatyki zaobserwowano nieporządany wzrost różnicy między wskaźnikami $K_{+F_0}^{H=}$ i

²⁷ Zagadnienie to szczegółowo omówiono w K. Sujak-Lesz (1982).

$K_{-F_0}^{100}$ oznaczający jedynie częściowe i niepełne wykształcenie u uczniów pod wpływem nauki szkolnej języka fizyki. Co prawda zdefiniowanie pojęć w szkole pozwala uczniowi opisać fakty za pomocą elementów fizycznego systemu pojęciowego, jednak nie jest to język fizyki.



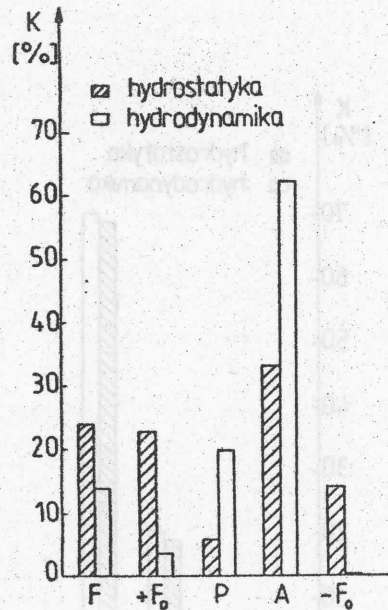
(źródło: K. Sujak-Lesz, 1988)

Rys. 10

Jednoznacznie negatywnym zjawiskiem jest natomiast pojawienie się, po nauczaniu hydrostatyki w szkole, uzasadnień pozornie fizycznych $-F_0$ z tego zakresu (Rys. 11) ²⁰. Analizując wypowiedzi uczniów stwierdzono, że proces nauczania hydrostatyki w szkole w takim przypadku, nie tylko nie doprowadzi do "oczyszczenia" pojęć z kontekstów języka dziecięcego, ale często powoduje, że pojęcia te "obrastają", w sposób nie zamierzony

²⁰ Zagadnienie to szczególnie omówiono w K. Sujak-Lesz (1982).

przez szkołę, w nowe niefizyczne konteksty, niezgodne ze szkolną wiedzą fizyczną. Błędna interpretacja tekstu definicji (lub jej elementów) może prowadzić do wyników rozumowania sprzecznych nie tylko z prawami fizyki, ale również ze zdrowym rozsądkiem



(źródło: K. Sujak-Lesz, 1988)

Rys. 11

Nie ulega wątpliwości, że dziecko przystępujące do systematycznej nauki fizyki w szkole i będące w jej pierwszym etapie, oprócz trudności natury pojęciowej, logicznej i czynnościowej napotyka specyficzną barierę językową - najczęściej bardzo trudną do pokonania. Dlatego też, jak się wydaje, przede wszystkim w pierwszym etapie szkolnego nauczania fizyki kształcenie języka powinno być przedmiotem szczególnej troski. Na ogół przyjmuje się jednak, że język fizyki wykształca się u uczniów w sposób naturalny, bez poświęcania temu zagadnieniu stosownej uwagi. Być może to jest właśnie powodem zaobserwowanego wystąpienia i szczególnej trwałości niewykształconych lub błędnych struktur językowych (por. przebieg współczynników

$K_{+F_0}^{H_0}$ i $K_{-F_0}^{H_0}$ wraz z wiekiem uczniów; rys. 9). Niewykształcony w pełni lub wykształcony błędnie język fizyki może powodować, że w umyśle dziecka wystąpią schematy myślowe, które pozostają trwałe, często mimo ich sprzeczności z modelem świata budowanym na lekcjach fizyki.

Przytoczone wyniki badań wykazują, jak się wydaje, że klasyfikacja ta istotnie porządkuje materiał badawczy i ułatwia językowo-logiczną interpretację wyników. Jako taka może więc być wykorzystywana w badaniu kształtowania się języka fizyki u uczniów. W przypadku podjęcia takich badań wymaga wyjaśnienia (lub rozstrzygnięcia) jednak to, jak analizować zmiany ilościowe poszczególnych elementów językowych w ramach wypowiedzi uczniowskiej.

Poniżej przedstawiono przykład analizy zmian struktury powierzchniowej i aspektów ilościowych języka tzw. krótkiej wypowiedzi uczniowskiej²³. Należy sobie zdawać jednak sprawę z tego, że wyniki tych analiz mają ograniczony charakter. Dopiero zestawienie ilościowych parametrów języka tych wypowiedzi z uzyskanymi w badaniach innych typów wypowiedzi (np. artykułowanych w trakcie dyskusji) pozwoli na analizę obserwowanych zjawisk w kategoriach "języka uczniowskiego". Do tego czasu słuszniej będzie mówić o "języku krótkiej wypowiedzi uczniowskiej".

Elementarna klasyfikacja wypowiedzi oparta na kryterium "potoczności" i "naukowości" wiedzy nie jest w pełni przydatna w tego typu badaniach, albowiem eliminuje z analizy te wypowiedzi, w których użyte zostały argumenty nie kwalifikujące ją do jednego z tych obszarów (lub - co gorsze - włączenie ich do grupy wyjaśnień opisujących wiedzę potoczną). Z tych powodów zastosowany zostanie podział wypowiedzi według kryteriów logiczno-językowych. Obok wyjaśnień niefizycznych NF (potocznych) i fizycznych F będzie się wydzielać grupy wypowiedzi w formie uzasadnień nieartykułowanych A, częściowo fizycznych $+F_0$ i pozornie fizycznych $-F_0$. O ile wyjaśnienia niefizyczne NF i wyjaśnienia fizyczne F mierzą różne pod względem logicz-

²³ Zakłada się, że tzw. krótka wypowiedź jest tą formą, którą uczeń posługuje się przy opisie faktów i zjawisk fizycznych - najczęściej.

nym typy argumentacji, o tyle uzasadnienia nieartykułowane A, częściowo fizyczne +Fo i pozornie fizyczne -Fo - podrzędne do wyżej wymienionych - wychwytyją różnice w sposobach eksterioryzacji myśli w mowie, a więc mają przede wszystkim charakter językowy.

Badania prezentowane poniżej pozwoliły "sprawdzić" empirycznie użyteczność podstawowych technik badawczych stosowanych w językoznawstwie statystycznym w badaniu procesów kształtowania się języka fizyki w świadomości ucznia, a także okazały się pomocne w kreowaniu przyszłej przestrzeni badawczej. Wyników tych badań, do czasu przeprowadzenia analiz porównawczych na poszczególnych poziomach kształcenia, nie można uogólniać.

Przebadano, wykorzystując test J. Gilberta ³⁰ do analizy rozwoju pojęcia "praca", niespełna 300 uczniów szkoły podstawowej (po jednej klasie V, VI, VII, VIII) i średniej (po jednej klasie I, II, III, IV liceum ogólnokształcącego o profilu ogólnym). Każdy uczeń analizował 10 sytuacji fizycznych. Dzięki temu uzyskano około 3000 krótkich wypowiedzi pisemnych.

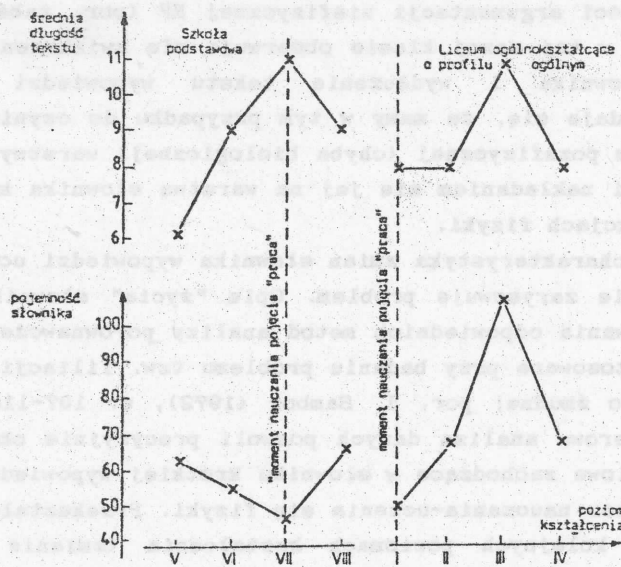
Wyniki badań przedstawione na rys. 12 wskazują na nietrwałość parametrów językowych (słownika i długości tekstu ³¹) wypowiedzi uczniowskiej.

W klasie VII (moment nauczania pojęcia "praca") gwałtownie wzrasta ilość argumentacji częściowo fizycznych +Fo, zaś maleje ilość argumentacji niefizycznych NF; por. tabela 1.

Analizując słownik uczniowski można zauważyć, że jest to związane z wymianą znacznej jego części. Wymiana ta nie jest trwała, bowiem w klasie VIII ponownie wzrasta ilość argumentacji niefizycznych NK i nieartykułowanych A.

³⁰ Typy zadań stosowane przez J. Gilberta przedstawiono w pracy A. Krajna i in. (1985). Szerzej zostały omówione w: B. Gocłowska (1987), s. 34-52.

³¹ Na "słownik" składają się elementy tekstu wydzielone na podstawie kryteriów semantycznych. Na osi pionowej zaznaczono: a) pojemność słownika, przez którą rozumie się tu średnią ilość różnych elementów tekstu użytych przez uczniów danej klasy do sformułowania wszystkich wypowiedzi dotyczących każdej z dziesięciu sytuacji fizycznych, b) średnią długość tekstu, przez którą rozumie się tu średnią ilość wszystkich elementów tekstu użytych w jednej wypowiedzi uczniowskiej.



Rys. 12. Zmiany pojemności słownika i średniej długości tekstu krótkiej wypowiedzi uczniowskiej w zależności od poziomu kształcenia (klasy) (źródło: K. Sujak-Lesz, A. Krajna, 1988)

Tabela 1. Rozkład argumentacji stosowanych w wypowiedziach uczniowskich na poszczególnych poziomach kształcenia

	Szkoła podstawowa				Liceum ogólnokształcące o profilu ogólnym			
	klasa	klasa	klasa	klasa	klasa	klasa	klasa	klasa
	5	6	7	8	1	2	3	4
F %	1	11	19	22	23	26	25	19
+F ₀ %	4	8	61	26	25	26	21	21
-F ₀ %	-	4	9	6	15	15	12	16
A %	25	22	8	26	32	27	26	27
NF %	70	55	3	20	5	6	16	17

W szkole średniej rozkład argumentacji w zasadzie się stabilizuje, przy czym daje się zauważyć w klasie III LO skokową zmianę w ilości argumentacji niefizycznej NF (por. tabela 1). Równocześnie w tej samej klasie obserwuje się zwiększenie pojemności słownika i wydłużenie tekstu wypowiedzi (por. rys. 12). Wydaje się, że mamy w tym przypadku do czynienia z precyzowaniem pozafizycznej (chyba biologicznej) warstwy słownika ucznia i nakładaniem się jej na warstwę słownika kształtowaną na lekcjach fizyki.

Powyzsza charakterystyka zmian słownika wypowiedzi uczniowskiej zaledwie zarysowuje problem. Opis "zycia" słownika wymaga zastosowania odpowiednich metod analizy porównawczej. Metody takie stosowane przy badaniu problemu tzw. filiacji tekstów są bardzo zmodne; por. J. Sambor (1972), s. 107-118. Dopiero komputerowa analiza danych pozwoli precyzyjnie określać zmiany ilościowe zachodzące w słowniku krótkiej wypowiedzi pod wpływem procesu nauczania-uczenia się fizyki. Przekształceniom słownika na kolejnych poziomach kształcenia (zmianie rangi poszczególnych jednostek językowych, zamieraniu jednych i pojawianiu się nowych jednostek językowych) towarzyszą dynamiczne zmiany powierzchni wypowiedzi, takie jak zmiana strony czynnej na stronę bierną połączona z przemieszczeniem się pewnych jednostek językowych o charakterze rzeczownikowym z uprzywilejowanej pozycji podmiotu wypowiedzi na pozycję dopełnienia i odwrotnie. Analizę tych zmian odraczamy do czasu wypracowania metod komputerowej obróbki danych.

Liczba wypowiedzi				Liczba słów				Klasa
4	5	6	7	8	9	10		
19	20	20	23	22	19	11	1	
21	21	20	22	20	17	8	2	
18	13	18	17	9	9	4	3	
24	20	27	22	20	8	22	22	
17	18	9	8	20	8	20	10	

Literatura

- Berger P.L., Luckman T., Społeczne tworzenie rzeczywistości. Warszawa 1983.
- Bernstein B., Socjolingwistyczne ujęcie procesu socjalizacji. W: G.W. Shugar, M. Smoczyńska (red.), Badania nad rozwojem języka dziecka. Warszawa 1980.
- Białkowski G., Filozoficzny kontekst fizyki. W: Materiały Jesiennej Szkoły "Problemy dydaktyki fizyki" 2. Wrocław 1978.
- Białkowski G., Reforma programu nauczania fizyki. "Fizyka w Szkole" 2/1983.
- Błasiak W., Wyniki badań sondażowych nad zainteresowaniem uczniów fizyką. W: Acta Univ. Wratislav. No 1295, Wrocław 1990
- Bokszanski Z., Ziólkiewski A., Piotrowski A., Socjologia języka. Warszawa 1977.
- Bonecki H., Z badań nad nową technologią kształcenia w zakresie fizyki na poziomie propedeutycznym. "Fizyka w Szkole" 1/1975.
- Bonecki H., Wybrane zagadnienia budowy projektu programu fizyki i astronomii 10-letniej szkoły średniej. "Fizyka w Szkole" 5/1976.
- Bończak B., Skurska J., Skurski P., Procesy opanowywania umiejętności dydaktycznych przez studentów przygotowujących się do zawodu nauczyciela fizyki - cz. II. Łódź 1989 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPB III.30, temat VI. 2*).
- Bruner J.S., W poszukiwaniu teorii nauczania. Warszawa 1974.
- Davis P.H., Alexander L.T., Yelon S.L., Konstruowanie systemu kształcenia. Warszawa 1983.
- Denek D., Integracja nauk a zagadnienie umysłu. W: Problemy wiedzy o kulturze. Wrocław 1986.
- Dewey J., Jak myślimy? Warszawa 1988.
- Dróżdż W., Nauczanie fizyki w klasie VI. "Fizyka w Szkole" 4/1982.
- Elbanowska S., Zainteresowanie uczniów klas VIII fizyką. W: Acta Univ. Wratislav. No 1295, Wrocław 1990.

- Fabrikant W.A., Fizyka i jej nauczanie. "Fizyka w Szkole" 4/1979.
- Ginter J., Eksperymentalny podręcznik dla klasy szóstej. "Fizyka w Szkole" 4/1979.
- Ginter J., Odpowiedź autora "Fizyki 6". "Fizyka w Szkole" 1/1981.
- Gociłowska B., Metodologia badań dotyczących kształtowania się wiedzy fizycznej dzieci 7-12 letnich. Lublin 1987 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 1*).
- Göbel R., Die Beschreibung typischer Situationene des Physikunterrichts (...). "Acta Universitatis Lodziensis. Folia Physica 11/1988.
- Greenfield P.M., Bruner J.S., Kultura a rozwój poznawczy. W: J.S. Bruner, Poza dostarczone informacji. Studia z psychologii poznawania. Warszawa 1978.
- Guilford J.P., Natura inteligencji człowieka. Warszawa 1978.
- Jacobson R., W poszukiwaniu istoty języka. Wybór pism. T. 2. Warszawa 1989.
- Janusek B, Omówienie wyników badań dotyczących siły. W: I. Zaborowski, P. Karpińczyk (red.), Osiągnięcia uczniów z fizyki. Materiały ogólnopolskich badań osiągnięć uczniów, nauczycieli i szkół 1981-1988. Tom VI: "Fizyka". Cz. II. Warszawa 1988.
- Kołodziej R., Sujak-Lesz K., Charakter argumentacji stosowanej przy wyjaśnianiu faktów fizycznych przez dzieci 12-15 letnie. W: Materiały z Ogólnopolskiej Sesji "Wybrane problemy dydaktyki fizyki", Biecz 1983. Rzeszów 1984.
- Kossak-Główczewski K., Podstawy programowania problemowego. "Kwartalnik Pedagogiczny" 3/1976.
- Krajna A., Sujak-Lesz K., Maca B., Kruzik M., Rozwój znaczenia pojęcia *praca* w nauczaniu fizyki. "Edukacja" 1/1985.
- Krajna A., Problematyka kultury w nauczaniu fizyki. Wrocław 1987 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 2*).
- Krzyżowski A, O definiowaniu pojęć fizycznych. "Fizyka w Szkole" 2/1978.
- Kurcz I, Język a reprezentacja świata w umyśle. Warszawa 1987.

- Kwaśnica R., Dwie racjonalności. Od filozofii sensu ku pedagogice ogólnej. Wrocław 1987.
- Lenneberg E.H., Język w kontekście rozwoju i dojrzwania. W: G.W. Shugar, M. Smoczyńska (red.), Badania nad rozwojem języka dziecka. Warszawa 1980.
- Lewis J.L (red.), Nauczanie fizyki. Warszawa 1982.
- Lindsay P.H., Norman D.A., Proces przetwarzania informacji u człowieka. Wprowadzenie do psychologii. Warszawa 1984.
- Marody M., Technologie intelektu. Językowe determinanty wiedzy potocznej i ludzkiego działania. Warszawa 1987.
- Mazur Z., Rozumienie dynamiki elementarnej przez studentów fizyki. Wrocław 1986 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III. 30, temat VI. 1*).
- Mazur Z., Koncepcja i założenia metodologiczne badań nad kształtowaniem się fizycznego rozumienia świata i umiejętności poznawczych człowieka. Wrocław 1987 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III. 30, temat VI. 1*).
- Mazur Z., Kształcenie nauczycieli fizyki a nauczanie fizyki. Wrocław 1988a (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III.30 temat VI. 2*).
- Mazur Z., Odpowiedź na recenzję pracy "Kształcenie nauczycieli fizyki a nauczanie fizyki". Wrocław 1988b (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III. 30, temat VI. 2*).
- Mazur Z., Czynności poznawcze jako kategorie treści nauczania fizyki. Wrocław 1989 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III. 30, temat VI.1*).
- Miłosz Cz., Lekcja biologii. W: Cz. Miłosz, Świadectwo poezji. Sześć wykładów o dotkliwosciach naszego wieku. Wrocław 1986
- Mołoczniak S., Zainteresowanie fizyką uczniów liceum ogólnokształcącego. "Fizyka w Szkole" 4/1981.
- M.S. (rec.), J. Ginter, Fizyka 6. "Fizyka w Szkole" 1/1981.
- Mukarowski J., Wśród znaków i struktur. Wybór tekstów. Warszawa 1970.
- Pędzisz B., Czy uczniowie szkół podstawowych interesują się fizyką? "Fizyka w Szkole" 4/1981.
- Pędzisz B., Recenzja opracowania Z. Mazura "Kształcenie nauczycieli fizyki a nauczanie fizyki". Opole 1988 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III. 30, temat VI. 2*).

- Piaget J., *Strukturalizm*. Warszawa 1972.
- Piaget J., *Potrzeba i znaczenie badań porównawczych w psychologii genetycznej*. W: J. Piaget, *Psychologia i epistemologia*. Warszawa 1977.
- Pietrasiniński Z., *Myślenie twórcze*. Warszawa 1969.
- Piotrowski A., Ziółkiewski M., *Zróżnicowanie języka a struktura społeczna*. Warszawa 1976.
- Proces kształcenia - podejście systemowe*. Przewodnik dla nauczycieli. Warszawa 1986.
- Raszkiewicz H., *Interferencja języka w kontekście rozwoju mowy i myślenia*. "Kwartalnik Pedagogiczny" 1/1980.
- Rusznica S., *Konfliktowa pedagogika*. "Fizyka w Szkole" 1/1980.
- Salach J., *Dydaktyka fizyki (zagadnienia wybrane)*. Kraków 1986.
- Sambor J., *Słowa i liczby. Zagadnienia językoznawstwa statystycznego*. Wrocław 1972.
- Sawicki M., *O trudnościach w przyswajaniu pojęć fizycznych w klasie szóstej*. "Fizyka w Szkole" 6/1980.
- Sawicki M., *<Rozumienie> w nauczaniu fizyki*. "Fizyka w Szkole" 3/1983a
- Sawicki M., *Czy fizyka jest potrzebna w szkole?* "Fizyka w Szkole" 5/1983b.
- Siemak-Tylikowska A., *Treść kształcenia w opinii młodzieży*. "Kwartalnik Pedagogiczny" 2/1983.
- Stachórska D., *Prace J. Piageta a nauczanie fizyki*. "Fizyka w Szkole" 3/1981.
- Stachórska D., Jaśkowski F., *Analiza odpowiedzi na pytania otwarte sprawdzianu w klasie VI*. "Fizyka w Szkole" 4/1983.
- Stępniewski I., *Zagadnienie języka w początkowym nauczaniu fizyki*. W: *Materiały Jesiennej Szkoły "Problemy dydaktyki fizyki" 2*. Wrocław 1978.
- Stępniewski I., *Struktura logiczna treści nauczania a struktura umiejętności uczniów - część I*. Warszawa 1987a; *część II - Warszawa 1989 (maszynopisy prac wykonanych w ramach RPBP III. 30, temat VI. 1)*
- Stępniewski I., *Synteza roczna wyników uzyskanych w grupie tematycznej VI w roku 1987*. Warszawa 1987b (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30*).
- Such J., *Wstęp do metodologii ogólnej nauk*. Poznań 1973.

- Sujak-Lesz K., Relacje między wiedzą pozaszkolną a wiedzą szkolną z zakresu fizyki na przykładzie hydrostatyki. Wrocław 1982 (*maszynopis pracy doktorskiej*).
- Sujak-Lesz K., Zagadnienie wiedzy pozaszkolnej z zakresu fizyki w początkowym nauczaniu przedmiotu. "Edukacja" 2/1983.
- Sujak-Lesz K., Struktury językowe a rozwój wiedzy fizycznej dzieci 11-15 letnich. Wrocław 1985 (*maszynopis pracy przyjętej do druku w ZN IKW-u*).
- Sujak-Lesz K., Wpływ nauczania fizyki na zmiany w obrazie świata dziecka. Wrocław 1988 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 2, przyjętej do druku w Materiałach VIII Jesiennej Szkoły "Problemy dydaktyki fizyki"*).
- Sujak-Lesz K., Krajna A., Wypowiedź uczniowska jako źródło informacji o obrazie świata - wstępne założenia analizy językowej. Wrocław 1988 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 2, przyjętej do druku w Materiałach VIII Jesiennej Szkoły "Problemy dydaktyki fizyki"*).
- Szydłowski H., Cieślak R., Wiedza potoczna a wiadomości z fizyki. Poznań 1987 (*maszynopis pracy przyjętej do druku w Materiałach z Ogólnopolskiej Sesji "Wybrane problemy dydaktyki fizyki" Biecz 1987*).
- Szydłowski H., Wiedza potoczna a nauczanie fizyki. "Fizyka w Szkole" 4/1989.
- Sniadek B., Badanie rozumienia pojęcia energia przez uczniów 13-16 letnich. Poznań 1988 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 1*).
- Sniadek B., Wyobrażenia uczniów o świetle i jego własnościach w świetle literatury. Poznań 1989 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 1*).
- Tałyżina K.F., Kierowanie procesem przyswajania wiedzy. Warszawa 1980
- Themarson S., Logika, etykiety i ciało. "Odra" 3/1978.
- Tłokiński W., Mowa. Przegląd problematyki dla psychologów i pedagogów. Warszawa 1986.
- Tokar D., Pędzisz B., Zintegrowany program dydaktyki fizyki na studiach nauczycielskich. Opole 1986 (*maszynopis pracy wykonanej w ramach RPBP III. 30, temat VI. 2*).

Tokar D., Pędzisz B., *Koncepcja badawcza efektywności kształcenia umiejętności zawodowych przyszłych nauczycieli fizyki w ramach zintegrowanego programu dydaktyki fizyki. Opole 1987 (maszynopis pracy wykonanej w ramach RPEP III.30, temat VI.2).*

Tomaszewski T., *Wstęp do psychologii.* Warszawa 1971.

Tomaszewski T. (red.), *Psychologia.* Warszawa 1976.

Zamiara K., *Problem metodologicznej specyfiki psychologii kognitywistycznej.* W: K. Zamiara (red.), *O kulturze i jej badaniu. Studia z filozofii kultury.* Wrocław 1985.