PRACE NAUKOWE Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie
Nr 4/1981 Seria Matematyczno-Przyrodnicza

Albina SŁOMSKA

Kierunki postępu dydaktycznego w nauczaniu matematyki we współczesnej szkole

STRESZCZENIE

Nagromadzenie pokaźnego zasobu doświadczenia pedagogicznego i osiągnięcia nauk matematycznych, dydaktyki matematyki i nauk pracujących na pograniczu dydaktyki matematyki wskazują na konieczność ustawicznego postępu w zakresie treści i metod nauczania matematyki. Tendencje postępu dydaktycznego w szkole współczesnej w wieku dwudziestym świadczą o potrzebie kształcenia u uczniów umiejętności dostrzegania modeli matematycznych i zwrócenia uwagi na rolę struktury wiedzy matematycznej. Podejście strukturalne wymaga opracowania nowych metodyk nauczania zabezpieczających podnoszenie efektywności kształcenia wiedzy matematycznej.

W ostatnich latach cała uwaga czynników decydujących o kształcie polskiej szkoły skoncentrowała się na programowych i organizacyjnych aspektach wdrażania reformy oświaty. W miarę uzyskiwanych postępów w tej dziedzinie ujawniają się jednak w procesie kształcenia negatywne zjawiska mające wpływ na niepowodzenia dydaktyczne. Istnieją podstawy do przypuszczenia, że zjawiska te mogą odcisnąć również piętno na społecznych efektach kształcenia młodzieży, jeśli ich istoty i znaczenia nie uświadomią sobie w dostatecznym stopniu przede wszystkim nauczyciele.

Jednym z głównych obszarów trudności dydaktycznych jest nauczanie matematyki. W tym przedmiocie bowiem bodaj najostrzej zarysowała się konieczność sprostania przez szkołę dwóm wielkim zapotrzebowaniom społecznym, a mianowicie: wymogom reformy oświatowej skracającej czas na nauczanie, w tym również na nauczanie matematyki oraz wymogom dostosowania kształcenia matematycznego młodzieży do współczesnych potrzeb i możliwości jakie przynosi rozwój matematyki jako nauki i jako przedmiotu nauczania.

Skutki sprzeczności między tymi dwoma tendencjami ujawniły się już w postaci dysproporcji między uzyskiwanymi wynikami nauczania matematyki a wkładem pracy uczniów w jej przyswojenie.

Wychodząc z założenia, że czas na przyswajanie matematyki będzie zawsze elementem deficytowym, a reforma oświaty może jedynie wpływać na rozmiary tego deficytu, wydaje się celowe poszukiwanie możliwości przezwyciężenia wspomnianej dysproporcji nie tylko w krytyce ilości czasu przeznaczonego na edukację matematyczną, lecz również w doborze treści nauczania, w strukturyzacji materiału nauczania matematyki oraz w metodach i środkach realizacji procesu nauczania. Postulatowi temu wychodzą naprzeciw tendencje rozwojowe w nauczaniu matematyki we współczesnym świecie.

Warto zauważyć, że na początku naszego stulecia nastąpiła swoista synteza różnych sposobów nauczania matematyki. Metody eksponujące pojęcie dowodu dedukcyjnego wzbogacone zostały metodami heurystycznymi. Przy tym nie utraciły swojej świeżości — klasyczne już dawno — metoda analityczna Kartezjusza i „nić Ariadny" Leibniza. Analiza języka matematyki uprawiana od eleatów i sofistów do Platona i Arystotelesa przybrała inne formy w szkole intuicjonistycznej Browera, a jeszcze inne u logicystów [2]. I właśnie wtedy, gdy w matematyce uprawianej jako nauka pojawiły się silne prądy formalistyczne decydujące o charakterze podstaw tej nauki, a wraz z tym o charakterze całej nauki, w nauczaniu matematyki nastąpił znamienny przełom polegający na obaleniu dominacji czystej dedukcji i na podniesieniu rangi heurezy i zastosowań [13].

Dlaczego w tym właśnie okresie nastąpiła owa doniosła synteza?

Przyczyniło się do tego z jednej strony konkretne zapotrzebowanie społeczne na całkiem odmienne od dotychczasowych treści i metody nauczania matematyki i ciągle wzrastający zakres zastosowań wiedzy matematycznej w naukach tak przyrodniczych, jak i społecznych. Wybitni naukowcy występowali z ostrą krytyką teorii matematycznych nadających się wyłącznie do kontemplacji, oraz wskazywali na jałowy charakter konstrukcji myślowych oderwanych od rzeczywistości.

Z drugiej strony, nagromadzenie pokaźnego zasobu doświadczenia pedagogicznego i osiągnięć nauk zarówno matematycznych, jak i znajdujących się na pograniczu dydaktyki matematyki, takich jak metodologia, psychologia, pedagogika, socjologia wystarczyło dla naukowego uzasadnienia konieczności zmian w tym zakresie.

Pedagogów i psychologów mocno zaniepokoił nieefektywny sposób przyswajania przez uczniów wiedzy matematycznej przekazywanej z pomocą wyłącznie dedukcyjnej metody wykładania, ograniczającej rozwój samodzielności i działalności twórczej uczniów; w to miejsce zalecali oni szerokie stosowanie metod heurystycznych w nauczaniu matematyki. Te zalecenia stały się silnym bodźcem do pracy nad reformą nauczania matematyki. Na czele ruchu reformatorskiego stanął wówczas profesor

Klein występujący z bogatym programem radykalnych zmian w zakresie tradycyjnego doboru treści i metod [13].

Podstawę tradycyjnego nauczania matematyki stanowiła teoria rozwoju formalnego, zgodnie z którą celem głównym nauczania matematyki było takie wyćwiczenie władz umysłowych ucznia, by przyzwyczaił się on do ustawicznego myślenia dedukcyjnego, uważanego za jedynie wartościowe. W związku z tym, klasyczną metodą nauczania był systematyczny, abstrakcyjny i dedukcyjny wykład. Treść wykładu odgrywała rolę drugorzędną, zaś ukazywanie zastosowań udowodnionych twierdzeń było niepożądane. Za wzór natomiast uchodziło rozumowanie deterministyczne, przeprowadzane z wielką pedanterią.

Ideą główną Międzynarodowej Komisji przygotowującej w latach 1909—1912 pod kierunkiem Kleina reformę nauczania było uznanie wiodącej roli pojęcia funkcji w kursie nauczania matematyki. Pojęcie to zostało włączone do zakresu matematyki szkolnej na początku naszego stulecia jako ważny element kształcenia matematycznego młodzieży. Zagadnieniem otwierającym drogę do zastosowań matematyki stało się ustalenie i badanie zależności funkcyjnej między rozmaitymi zjawiskami. Ponadto program szkoły średniej miał wzbogacić się o elementy matematyki wyższej takie jak pojęcie granicy, ciągłości funkcji, pochodnej, całki oraz badanie przebiegu zmienności funkcji. Pojęcie funkcji przeniknęło do treści wszystkich działów matematyki szkolnej i odtąd zajęło w jej nauczaniu czołowe miejsce. Swoją drogą, wyniki badań nauk psychologiczno-pedagogicznych wskazywały na to, że kształcenie intuicji myślenia funkcyjnego u dzieci można rozpoczynać już w wieku przedszkolnym. Propedeutyka myślenia funkcyjnego stała się trwałym elementem nauczania matematyki w szkole współczesnej.

Również niezwykle owocnymi okazały się zalecenia nowych zasad nauczania: zasady poglądowości, aktywnego i świadomego udziału ucznia w procesie nauczania — uczenia się, zasady korelacji różnych działów matematyki, zasady wiązania teorii z praktyką. Wiele uwagi poświęcano metodzie wykładu matematyki. W licznych pracach Kleina — znakomitego dydaktyka matematyki — i jego zwolenników, szczerze oddanych sprawie reformy nauczania matematyki w szkole średniej, zalecano stosowanie indukcji, odwoływanie się do doświadczenia uczniów zamiast dedukcji i logiki oraz szerokie stosowanie heurystycznych sposobów nauczania. Metody dedukcyjne oraz logiczne aspekty zagadnień, zgodnie z ideami reformy, przeważyłyby dopiero w ostatnich klasach szkoły średniej [13]. Dorobek komisji powołanej do opracowania kwestii, związanych z reformą nauczania matematyki, dotychczas nie utracił swego znaczenia i wiele idei ówczesnego ruchu reformatorskiego przyświęca współczesnemu nauczaniu matematyki w szkole.

Całkiem odmienna tendencja w nauczaniu matematyki ukształtowała się w wyniku badań w dziedzinie podstaw matematyki. Wiązała się ona z wykryciem błędów występujących w kalsycznym wykładzie oraz nieścisłości prowadzących do sprzeczności. Teoretycy i dydaktycy szukali nowych form ujmowania kwestii matematycznych, także żądając zmian w tradycyjnym nauczaniu matematyki. Wiele nadziei pokładano wówczas w teorii mnogości. W związku z tym wzrosło znaczenie języków logicznego i teoriomnogościowego. Rozwój teorii mnogości, powodujący ożywienie i postęp nie tylko w podstawach matematyki, lecz także w wielu innych jej dziedzinach, wywarł swe piętno również na jej nauczaniu. Zwolennicy tak zwanej matematyki nowoczesnej sądzili, że za pomocą podstawowych symboli teoriomnogościowych można wyjaśnić mechanizm każdego rozumowania. Jednakże niebawem okazało się, że teoria mnogości nie wystarcza do odtworzenia nawet wnioskowania dedukcyjnego, przeprowadzanego w języku potocznym, a wraz z odkryciem w 1902 roku antynomii w samej teorii mnogości podstawy teoriomnogościowe matematyki stały się niezadowalające [15].

Dalszym krokiem w kierunku osłabienia znaczenia teorii mnogości jako podstaw matematyki współczesnej było odkrycie w 1931 roku ograniczeń właściwych metodom aksjomatycznego budowania teorii matematycznych, zwłaszcza finitystycznego formalizmu. Przez około ćwierć wieku metody te były uznawane przez większość matematyków za uniwersalne, ich płodność nie budziła zastrzeżeń, i oto twierdzenie Goedla zadało cios tym poglądom, początkując zarazem zmierzch takich doktryn filozofii matematyki jak formalizm i platonizujący logicyzm rozwijających się na gruncie absolutyzacji metody aksjomatycznej i finitystycznego formalizmu [12]. Nowe odkrycia przemawiały za tym, że teoria mnogości nie jest najbardziej ogólną dyscypliną matematyczną. Podejmowano też próby budowania innych podstaw matematyki. Na uwagę w tym względzie zasługuje mereologia Stanisława Leśniewskiego, której podstawowym pojęciem jest pojęcie zbioru w sensie kolektywnym (a nie dystrybutywnym, jak w tradycyjnej teorii mnogości) i stosunek części do całości [9, 10]. Ta propozycja polskiego uczonego wysunięta jeszcze w 1914 roku, nie znalazła jednakże rozpowszechnienia.

Jednocześnie postępowały prace nad teoriami ogólniejszymi, jak na przykład teoria kategorii, teoria niezmienników wszelkich przekształceń. Znowu wzrosło zainteresowanie arytmetyką, a w szczególności pojęciem liczby naturalnej jako pojęciem pierwotnym. Powszechną uwagę zwrócił operatywny charakter matematyki [6, 16], a w związku z tym wzrosła dynamika badań nad funkcjami rekurencyjnymi i teorią algorytmów. Nauczanie matematyki nie mogło pozostać obojętne wobec wyraźnie zarysowujących się nowych osiągnięć w nauce. Wywarły one wpływ na treści programowe wzbogacane przede wszystkim elementami logiki i teorii mnogości. Zmienił się — i to znacznie — język nauczania matematyki. Nie tylko uzupełnił się szeregiem notacji, zapożyczonych z systemów dedukcyjnych sformalizowanych, lecz także nową symboliką opracowaną pod wpływem tych systemów specjalnie do celów nauczania matematyki, kondensującą niejako i precyzującą treść matematyczną dotychczas wypowiadaną w języku potocznym. Sferę przedmiotową zaczęto wyraźniej oddzielać od sfery językowej, ukazując wręcz niekiedy rolę matematyki jako języka nauki.

Również metody nauczania matematyki nie oparły się wpływom nowych osiągnięć nauki. Zaczęto bardziej eksponować algorytmiczny charakter niektórych zagadnień, podkreślać rolę schematyzacji [6, 17, 18, 22]. W szczególności uwagę dydaktyków przyciągnęła metoda aksjomatyczna ujmowania materiału nauczania, niektóre działy matematyki szkolnej opracowano w postaci akspomatycznych dedukcyjnych systemów niesformalizowanych [6, 7, 20]. Ale największe bodaj znaczenie dla nauczania matematyki miało zwrócenie uwagi na rolę struktur występujących w nauczaniu matematyki szkolnej, a w związku z tym podjęcie prób odmiennej od dotychczasowej organizacji wewnętrznej materiału nauczania.

Natomiast zauważenie ograniczonej użyteczności teorii mnogości spowodowało bardziej ostrożne wprowadzanie zmian w programie nauczania i zadowolenie się elementami prostej i konkretnej teorii zbiorów, której nauczanie w przedszkolu i szkole podstawowej opiera się na doświadczeniu uczniów i wyrasta z tego doświadczenia w sposób naturalny.

Na dalszy postęp w nauczaniu matematyki istotnie wpłynęło pojawienie się po drugiej wojnie światowej elektronicznych maszyn liczących. W związku z rozwojem techniki obliczeniowej utraciły swe pierwszorzędne znaczenie dowody twierdzeń prowadzące do gotowych wzorów rozwiązań. Zwrócono uwagę na ich praktycznie przybliżony charakter wobec przybliżonych wartości liczbowych występujących w tych wzorach bądź wobec konieczności wykonywania przybliżonych obliczeń według tych wzorów. Natomiast nabrały znaczenia przybliżone metody rozwiązywania zagadnień oraz twierdzenia o istnieniu rozwiązań, ich liczbie i własnościach tych rozwiązań [3, 24]. Pojawienie się maszyn matematycznych wpłynęło zatem na przewartościowanie pojęć dotyczących użyteczności i znaczenia niektórych teorii matematycznych, i co za tym idzie, niektórych działów matematyki szkolnej. Jeszcze bardziej wzrosło znaczenie algorytmicznego ujmowania kwestii matematycznych i ukazywania operatywnego charakteru matematyki. Pojawiły się opracowania z zakresu dydaktyki matematyki na temat struktury operacyjnej i logicznej pojęć matematycznych, struktury dowodów twierdzeń, a także możliwości wykorzystywania schematów blokowych w nauczaniu matematyki. Stopniowo zmieniał się styl pracy nauczyciela matematyki w szkole.

Stosowanie metod i technik odmiennych od tradycyjnych stało się atrybutem stylu nauczania [5, 21]. Wśród metod nauczania matematyki wysunęły się na plan pierwszy nauczanie programowane i nauczanie problemowe. Budziły najwięcej zainteresowania, najwięcej też nadziei w nie pokładano.

Z końca 1950 roku w uniwersytetach i szkołach USA rozwinęły się intensywne badania w zakresie nauczania programowego. Zaczęło ono intensywne badania w zakresie nauczania programowanego. Zaczęło ono tycznych współczesnej wersji nauczania programowanego, którą przedstawił w 1954 roku w referacie „The Science of Learning and the Art of Teaching" na konferencji psychologów. W latach 1958—1959 odbyło się szereg konferencji teoretycznych poświęconych tej problematyce, zaś w latach 1960—1962 zostały poczynione próby masowego wdrażania nauczania programowanego w różnych dziedzinach gospodarki i różnego rodzaju szkolnictwie. Rozwijało się burzliwie począwszy od prostego programowania liniowego poprzez rozgałęzione do mieszanego [8]. Miało wielu gorących zwolenników, ale wiele też uwag krytycznych padało pod jego adresem. Doczekało się licznych opracowań teoretycznych i z powodzeniem było stosowane między innym w nauczaniu niektórych działów matematyki. Chociaż ze względu na trudności natury praktycznej, obecnie nie jest rozpowszechnione w szkołach polskich, stało się ważnym akcentem współczesnej dydaktyki matematyki i na stałe zadomowiło się w postaci sprawdzianów testowych.

Podczas gdy nauczanie programowane przeżywało odmienne losy, nauczanie problemowe nie budziło żadnych wątpliwości co do konieczności jego stosowania [6, 11, 14]. Całkowicie akceptowane, stało się nawet nie tyle metodą, lecz z a s a d ą nauczania, warunkiem koniecznym podnoszenia efektywności lekcji szkolnej. Jednakże metodyka nauczania problemowego wywoływała wiele kontrowersji. Samo już pojęcie problemu było różnie rozumiane przez nauczycieli. Wśród matematyków nie należało do rzadkości upraszczanie zagadnienia i uznawanie każdego zadania matematycznego za problemowe. Uproszczenie takie nie przyczyniało się do wykorzystywania zalet tego typu nauczania. Zauważono także, że najczęściej nauczyciel formułuje gotowy problem, a następnie sam go rozwiązuje, podczas gdy uczniowie śledzą tok rozumowania i uczą się jego logiki. Niekiedy gotowy problem nauczyciel rozwiązuje przy udziale uczniów bądź proponuje rozwiązać go samodzielnie. Natomiast do rzadkości należą przypadki, gdy uczniowie sami wysuwają problem wynikający z określonej, specjalnie tworzonej sytuacji dydaktycznej i rozwiązują go. Stąd, nauczanie problemowe na różnych poziomach aktywizacji uczniów domagało się i domaga się nadal opracowania odmiennych metodyk. Ponieważ, wbrew pozorom, przestrzeganie zasady nauczania problemowego na lekcjach matematyki nie jest łatwe, a także ze względu na to, iż daleko nie wszystkie zadania matematyczne znajdujące się w podręcznikach szkolnych są zadaniami problemowymi, kształcenie myślenia samodzielnego, a w szczególności twórczego na lekcjach matematyki pozostawia wiele do życzenia.

Stosunkowo mało jest znany w dydaktyce matematyki nurt najnowszy, jakim jest technologia kształcenia zwana inaczej naukową organizacją procesu dydaktycznego [5, 21]. Pojęcie to można określić najdokładniej poprzez wskazanie jego cech konstytutywnych, jakimi są: 1) nowoczesność rozumiana jako stały postulat wdrażania do praktyki edukacyjnej naukowo uzasadnionych i sprawdzonych empirycznie innowacji dydaktycznych; 2) optymalizacja, czyli osiąganie założonych celów kształcenia możliwie najmniejszym wysiłkiem uczącego się i nauczyciela przy równoczesnym uwzględnianiu takich czynników, jak wysoka jakość kształcenia, koszty i ekonomia czasu; 3) integracja dorobku różnych dyscyplin współpracujących z dydaktyką (przede wszystkim w rozwiązywaniu problemów praktycznych), mogących wspomagać dążenie do optymalizacji procesu kształcenia; 4) naukowość wyrażająca się głównie w badaniu skutków realizacji w praktyce edukacyjnej nowych celów dydaktyczno-wychowawczych i nowych treści oraz w zastosowaniu nowych metod, środków i materiałów dydaktycznych, a także nowych rozwiązań organizacyjnych; 5) powtarzalność procesów i efektów, czyli dążenie do osiągania podobnych wyników przy zastosowaniu tych samych technik dydaktycznych przy względnej niezmienności innych czynników; 6) programowanie czynności uczniów i nauczyciela, czyli dążenie do eliminowania z procesu dydaktycznego przypadkowości w postępowaniu, a zapewnienie mu maksymalnie sprawnej organizacji i w efekcie uzyskanie pożądanego rezultatu; 7) szerokie stosowanie technicznych środków i materiałów dydaktycznych oraz metod aktywizujących; 8) racjonalna organizacja materialnego środowiska dydaktycznego, polegająca na stworzeniu uczącemu się i nauczycielowi nowoczesnego warsztatu pracy dydaktycznej opartego na teoretycznym i empirycznym dorobku technologii kształcenia, osiągnięciach nowoczesnej techniki i ergonomii dydaktycznej; 9) jakościowa ocena efektów pracy dydaktycznej, wysoka jakość i efektywność procesu dydaktycznego jako cel finalny, stawiany przez technologię kształcenia.

Ponadto technologię kształcenia cechuje orientacja skierowana na ucznia, a nie na przedmiot nauczania w celu zachęcenia każdego ucznia do samodzielnego i skutecznego uczenia się. Włączenie nowoczesnej technologii kształcenia do pracy dydaktyczno-wychowawczej przyczynia się nie tylko do wzrostu efektywności nauczania, lecz także do zwiększenia stopnia indywidualizacji tempa i treści uczenia się, do rozszeżania dostępu do materiałów źródłowych, do ograniczenia zakresu uczenia się pośredniego na rzecz uczenia się bezpośredniego, do przekazywania uczniowi naukowych podstaw organizacji jego pracy, do wdrażania umiejętności stosowania w praktyce uzyskanej wiedzy.

Dla realizacji wskazań technologii kształcenia zaleca się stosowanie rozmaitych pomocy dydaktycznych. Gwałtownie wzrosła ilość tych pomocy; obok prostych tradycyjnych liczmanów, tablic i modeli brył pojawiły się wymyślne gry matematyczno-logiczne, różnokolorowe i różnokształtne zestawy rozmaitego przeznaczenia, skomplikowane urządzenia do demonstracji i całe maszyny dydaktyczne. W szkołach urządzano pracownie matematyczne wyposażone w coraz bogatsze zestawy pomocy dydaktycznych, a gdzie nie stać było na pracownię, organizowano przynajmniej klasopracownię.

Ponieważ wiedza matematyczna wzbogaca się z roku na rok w szybkim tempie, a najnowsze osiągnięcia nie mogą być natychmiast włączone do przyjętego, aktualnie realizowanego programu nauczania, to zachodzi potrzeba takiego ujmowania kwestii matematycznych, aby zapewnić możliwość ich „przedłużania" [6], bądź w ramach zajęć fakultatywnych pod kierunkiem nauczyciela, bądź w ramach pracy samodzielnej ucznia, ewentualnie w przyszłości na studiach. Ponadto nienadążanie za wysoką dynamiką rozwoju nauk matematycznych idzie w parze z przeładowaniem programów szkolnych — rezultatem dążenia do pełniejszego ujmowania osiągnięć nauki, więc rozrastanie się wiedzy matematycznej ustawicznie zwiększa zapotrzebowanie na czas niezbędny dla jej nauczania. Powstaje konflikt pomiędzy zapotrzebowaniem na ilość godzin nauczania matematyki, a ustaloną ilością tych godzin. Uczeń przeciętny nie nadąża przyswajać przerabiany w szybkim tempie materiał, nie systematyzuje go, więc fragmenty uzyskiwanej wiedzy pozostają w stosunku koordynacji (tak zwane poszufladkowanie), bądź mają charakter wręcz chaotyczny.

W związku z tym trzeba liczyć się z koniecznością zmian jakościowych w sposobach nauczania matematyki. Treści matematyczne włączane do programu zgodnie z zasadą nowoczesności można przekazywać na różne sposoby. Coraz częściej podkreśla się rolę struktury materiału nauczania w przekazie nowych treści. Pod tym względem bardzo obiecującym wydaje się sposób nauczania kształcący „odbiór skondensowany"; przewiduje się przy tym wiązanie poszczególnych fragmentów uzyskiwanej wiedzy w systemy całościowe przy jednoczesnym ukazywaniu modeli metodologicznych poszczególnych zagadnień.

Modelami metodologicznymi w nauczaniu matematyki nazywają się przedmioty, w których obiekty matematyczne znajdują swoją konkretyzację [4, 25]. Są to na ogół obiekty konstruowane myślowo w celu uproszczonego przedstawienia zagadnień matematycznych, z pominięciem szczegółów uznanych za nieistotne dla zagadnienia modelowanego. Cechą wspólną dla wszystkich modeli metodologicznych jest możliwość wnioskowania na podstawie badań własności przedmiotu będącego modelem o własnościach przedmiotu zupełnie innego. Dla odróżnienia modeli metodologicznych od innych przedmiotów matematycznych niezbędne jest dostrzeganie relacji podobieństwa pomiędzy elementami bądź układami elementów wiedzy matematycznej. Wymaga to uprzedniej strukturyzacji tej wiedzy.

Struktura dydaktyczna programowych treści nauczania matematyki odzwierciedla w pewnym tylko stopniu strukturę teorii matematycznych ukształtowanych w wyniku rozwoju historycznego tych dyscyplin. Chociaż nie może w pełni przedstawić całego bogactwa nauki, to jednak lepiej lub gorzej oddaje charakter nauki. Dla nauczyciela jednakże ważnym jest to, jak uczeń rozumie materiał i czy uzyskiwana wiedza jest trwała.

Współczesna psychologia eksperymentalna dowiodła, że efektywność nauczania zależy w sposób istotny od struktury materiału nauczania. Dowiodła także, iż jakość i trwałość wiedzy zależy w sposób zasadniczy od jej struktury [23]. Zjawisko to zostało nazwane przez psychologów efektem struktury. Ów „efekt struktury" skłania do przypuszczenia, że główną cechą nauczania matematyki w niedalekiej przyszłości stanie się zasada strukturyzacji, polegająca na przywiązywaniu większej wagi do struktury materiału nauczania matematyki. Wyniki badań psychologów wydają się wskazywać na celowość strukturalnego podejścia. W związku z tym szczególnego znaczenia nabierają pojęcia systemu, struktury, modelu, analogii, znaczenia jako kategorie dydaktyki matematyki — nie mgliste, intuicyjne, lecz posiadające określone podstawy metodologiczne. W świetle zasady strukturyzacji specyficzny cel główny nauczania matematyki przedstawia się jako wykształcenie u każdego ucznia zdolności dostrzegania różnego rodzaju struktur, sprzyjających rozwiązywaniu różnorakich problemów (nie koniecznie matematycznych). Natomiast specyficzne cele pochodne można by sformułować jak następuje: 1) kształcenie myślenia analitycznego i rozdzielczego, niezbędnego dla wyodrębniania właściwych elementów struktury i określania relacji między nimi, 2) kształcenie myślenia syntetycznego i nieaddytywnego dla konstruowania całości o treści jakościowo nowej, nie sprowadzającej się do sumy treści poczynionych założeń, 3) nauczanie języków, opracowanych dla opisu różnych struktur i będących środkami wyrazu poszczególnych dziedzin matematycznych, języków-slangów naukowych, których elementy pełnią rolę różnej „pojemności" i różnego przeznaczenia „kondensatorów" treści matematycznych, 4) kształcenie umiejętności „kondensowania" treści pojęć abstrakcyjnych, 5) kształcenie umiejętności kontretyzacji pojęć i struktur abstrakcyjnych.

W procesie realizacji specyficznych celów głównego i pochodnych można kształcić u ucznia pewien styl myślenia, charakteryzujący się następującym zespołem cech: 1) posługiwanie się pojęciami abstrakcyjnymi, 2) posługiwanie się wyrażeniami o ostrym, dokładnie określonym znaczeniu, 3) wewnętrzna spójność rozumowań. Taki sposób myślenia stanowi nieodzowny element ogólnej kultury matematycznej człowieka [1, 6, 19].

Nie ulega wątpliwości, że przyjęcie zasady strukturyzacji za jedną z czołowych zasad nauczania matematyki stwarza sposobność do szerszego niż dotychczas wykorzystania dorobku nauczania programowego. Stwarza też nowe możliwości stosowania nauczania problemowego, a także w pełni odpowiada wymogom nowoczesnej technologii kształcenia.

Nasuwają się tu wnioski do dalszych praktycznych przemyśleń.

Odkrycia nauk współczesnych, w tym między innymi metodologii, dydaktyki matematyki oraz psychologii wskazują na konieczność przekazywania i przyswajania wiadomości matematycznych w sposób ustrukturalizowany. Aktualny program nauczania nie inspiruje ukazywania struktur otwartych dla wybranych tematycznie zakresów materiału. Szczególnej troski wymaga kształcenie umiejętności dostrzegania modeli matematycznych, czego nie można realizować bez podejścia strukturalnego. Osiągnięcie wyżej wspomnianych celów specyficznych sprzyja realizacji zadania polegającego na kształceniu umiejętności stosowania wiedzy matematycznej. Nader częste niepowodzenia uczniów świadczą o tym, że na metodykę matematyki, przyjmującą za jedną z głównych zasad specyficznych nauczania strukturalne nauczanie matematyki istnieje zapotrzebowanie społeczne. Opracowanie takiej metodyki umożliwiłoby uwzględnianie w nauczaniu szkolnym matematyki większego zasobu osiągnięć nauki współczesnej i dodatnio wpłynęłoby na zdolność szkoły do aktualizowania materiału nauczania. Stosowanie metod umożliwiających takie podejście w przekazywaniu wiedzy matematycznej stałoby się wówczas charakterystycznym i głównym elementem otwartego nauczania matematyki współczesnej. Otwarcie szkoły na postęp dydaktyczny w kształceniu matematycznym młodzieży pozwala bardziej optymistycznie patrzyć na perspektywę podnoszenia efektywności nauczania tego trudnego ale jakże ważnego przedmiotu.

LITERATURA

1. Ajdukiewicz K., Język i poznanie, PWN Warszawa 1960, t. 1.
2. Bourbaki Nicolas, Elementy historii matematyki, PWN Warszawa 1980.
3. Demidowicz B.P., Maron J.A., Osnowy wycislitielnoj matiematiki, „Nauka" Moskwa 1966.
4. Glinskij B.A. i inni, Modielirowanie kak mietod naucznogo issledowanija, Moskwa 1965.
5. Januszkiewicz F., Technologia kształcenia w szkolnictwie wyższym, PWN Warszawa 1978.
6. Krygowska Z., Zarys dydaktyki matematyki, WSiP Warszawa 1977, cz. I, II, III.
7. Krygowska Z., Geometria. Podstawowe własności płaszczyzny, PZWS Warszawa 1965.
8. Kupisiewicz Cz., Metody i przykłady programowania dydaktycznego, PWN Warszawa 1970.
9. Leśniewski S., Podstawy ogólnej teorii mnogości. I, Moskwa 1916.
10. Leśniewski S., Czy klasa klas niepodporządkowanych sobie jest podporządkowana sobie, „Przegląd Filozoficzny" 1914.
11. Matiuszkin A.M., Problemnyje situacii w myszlenii i obucienii, „Pedagogika" Moskwa, 1972.
12. Nagel E., Newman J.K., Twierdzenie Goedla, PWN Warszawa 1966.
13. Neapolitański S., Zarys dydaktyki matematyki, PWN Warszawa 1958.
14. Polya G., Mathematics and plausible reasoning, Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1954.
15. Russell B., Wstęp do filozofii matematyki, PWN Warszawa 1958.
16. Šapiro S.I. Ot algoritmow k syždieniam, Sow. Radio Moskwa 1973.
17. Sawicki J., Struktura jako kategoria dydaktyki, „Ruch Pedagogiczny" nr 5 1969.
18. Sośnicki K., Struktura w procesie nauczania, „Nowa szkoła" nr 12 1965.
19. Słomska A., Modele metodologiczne w nauczaniu matematyki, Prace Naukowe WSP w Częstochowie nr 2/1979 Seria Matematyczno-Przyrodnicza.
20. Szlenk W., Rachunek prawdopodobieństwa, PZWS Warszawa 1971.
21. Tałyzina N.F., Uprawlenie procesom uswojenia znanij, wyd. MGU Moskwa 1975.
22. Turnau S., Problem dowodzenia w nowoczesnym nauczaniu matematyki, „Wiadomości matematyczne" seria II nr XV PWN Warszawa 1972.
23. Włodarski Z., Odbiór treści w procesie uczenia się, PWN Warszawa 1979.
24. Modern computing methods, Second edition Published first by Her Majesty's Stationary Office London 1961.
25. The Concept and the Role of Models in Mathematics and Natural and Social Sciences, Dadrecht 1961.

A. Slomska

THE TRENDS OF DIDACTIC PROGRESS IN THE MODERN SCHOOL LEARNING OF MATHEMATICS

Summary

The considerable accumulation of pedagogical experience and the mathematical sciences attainments, mathematical didactis and sciences working on the borderline of mathematical didactics indicate the necessity of continual progress in scope of contents and learning methods of mathematics. The twentieth century tendency of didactic progress in modern school testifies to the necessity of pupils education in know-how perception of mathematical models and paying attention to the role of mathematical learning structure. The structural approach demands to work up the new learning methodics guaranteing improvement of education effectivity of mathematical learning.