

KRYSTYNA DAŁEK
Uniwersytet Warszawski

KARTY DYDAKTYCZNE – NOWE MEDIUM W NAUCZANIU MATEMATYKI

ABSTRACT. Dałek Krystyna, *Karty dydaktyczne – nowe medium w nauczaniu matematyki* (Didactic Charts – new medium cards). „Neodidagmata“ XXIII, Poznań 1997, Adam Mickiewicz University Press, pp. 181-198. ISBN 83-232-0848-4. ISSN 0077-653X.

In the paper, the creation of new media for individualised learning of mathematics is presented. The actions research, during which these new materials, called didactic cards, arose are described. The experiments presented confirmed the assumption that individualised learning of mathematics in Polish schools is possible and feasible, if the appropriate media are adequately structured and prepared.

Krystyna Dałek, Zakład Dydaktyki Matematyki, Wydziału Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Banacha 2, 02-097 Warszawa, Polska-Poland.

MEDIA I MULTIMEDIA W POLSKIEJ SZKOLE

Słabość polskiej pedagogiki wywodzi się z jej odwrócenia się od konkretnych przedmiotów szkolnych. Sprawy nauczania matematyki, fizyki, języka ojczystego, języków obcych itd. zostawiono dydaktykom tych przedmiotów. Niezauważanie wskazań ogólnej pedagogiki było z kolei słabością dydaktyk przedmiotowych. W okresie nadchodzących przemian w edukacji taka izolacja nie jest korzystna. Pojawiająca się w szkole różnorodność mediów sprawia, że dydaktycy przedmiotów czują się niepewnie i szukają wsparcia w pedagogice. Wskazane jest połączenie naszych wysiłków w celu przezwyciężenia tej izolacji.

Każdy środek przekazu zwykle preferuje pewien styl pracy w szkole. Metody pracy w nauczaniu jedynie z kredą i tablicą oraz z jednakowym dla wszystkich uczniów podręcznikiem nie są odpowiednie przy użyciu środków takich, jak: kalkulatory, komputery, wideo czy inne multimedialne pomoce szkolne (Siemieniecki 1992).

Rewolucja techniczna, jaka dokonuje się na naszych oczach w ostatnich latach, zaczyna wywierać wpływ na widzenie miejsca i roli szkoły w spo-

leczeństwie. Coraz więcej osób zaczyna zdawać sobie sprawę, że wiedza wyniesiona ze szkoły, a przygotowanie młodych ludzi do życia i pracy w XXI wieku to nie to samo. Aby przygotowanie takie miało miejsce w edukacji szkolnej, należy zrewidować wiele poglądów na szkołę i dokonać się musi głęboka reforma systemu szkolnego. Przez reformę chcę tutaj rozumieć nie tylko formalne, zatwierdzone zmiany wprowadzone przez różne zarządzenia, ale zmiany w ogólnym postrzeganiu roli i celów szkoły, a także środków, którymi szkoła powinna się posługiwać. Musi nastąpić zmiana oczekiwań społecznych w stosunku do szkoły (Broekman 1995; Strykowski 1996). Wprowadzenie nowych mediów do nauczania musi wiązać się ze zmianą stylu pracy, przy czym zmiany te muszą odnosić się tak do konkretnych przedmiotów, jak i do organizacji pracy całej szkoły (Strykowski 1996).

Środki multimedialne stwarzają okazję do przyjrzenia się pracy innych, powodują wyjście nauczycieli z izolacji przedmiotowej, w jakiej ustawia ich obecny styl pracy szkolnej. Izolacja przedmiotowa wywołuje u nauczycieli poczucie bycia osobno, przeciwdziała integracji środowiska. U uczniów powoduje niemożność postrzegania nauki jako całości, niemożność globalnego podchodzenia do wielu problemów. Wiedza zamienia się w zbiór odrębnych faktów, pogrupowanych co najwyżej w przedmioty. Efektem jest nieumiejętność użycia tej wiedzy w sytuacjach życia codziennego, a co za tym idzie, poczucie oderwania nauki szkolnej od tego, co nas otacza. Wiele było prób dokonania integracji przedmiotowej, np. między matematyką a fizyką, biologią czy geografią. Nigdy nie przyniosły one efektu. Jedną z przyczyn jest sztywne trzymanie się tradycyjnych środków i metod nauczania.

Rzeczywiste stosowanie środków multimedialnych wymaga przeorganizowania życia całej szkoły i otwiera nowe możliwości. Kluczową sprawą przy wprowadzaniu nowych mediów jest uzyskanie przyzwolenia i zrozumienia środowiska. Nauczyciele muszą jasno widzieć, na czym polegają zmiany i zaakceptować je. Narzucanie nauczycielom nowych środków i stawianie nowych wymagań, przy zachowaniu tradycyjnych metod nauczania i tradycyjnej organizacji pracy i bez pokazania, jak posługiwać się tymi środkami w nauczaniu konkretnych przedmiotów, powoduje jedynie niezrozumienie, niechęć, usztywnienie stanowiska szkoły i co za tym idzie całkowite odrzucenie tych nowości (Strykowski 1996).

Współczesne wskazania pedagogiki każą patrzeć na ucznia jako na całość, a nie jak na zlepek pojemników na różne przedmioty szkolne. Z drugiej strony, wszelka działalność w kierunku scalenia przedmiotów budzi sprzeciw specjalistów. Czują się oni zagrożeni, odbiera się im władzę jedyne go arbitra. Michel Foucault (1963) pisał: *wiedza to władza*. W szkole, w akademii, nikt nie lubi się dzielić taką władzą. Wprowadzenie nowych mediów i środków multimedialnych tak, aby uzyskać zamierzony efekt, musi nastąpić w wyniku zintegrowanej działalności różnych grup: autorów tych środków,

nauczycieli, administracji oświatowej. Dopiero przy wspólnym działaniu można mieć nadzieję na osiągnięcie celu, jakim jest wykształcenie człowieka na miarę potrzeb XXI wieku.

NAUCZANIE MATEMATYKI

Zmiany szkolne muszą dotyczyć wszystkich przedmiotów – także matematyki. Matematyka, uważana za jeden z najtrudniejszych przedmiotów w szkole, jest jednocześnie najbardziej konserwatywna pod względem metod nauczania. Tradycyjne nauczanie matematyki stosowane powszechnie w Polsce oparte jest na systemie **nauczania podającego i „równym frontem”**. Taki sam system panuje także w kształceniu nauczycieli.

Nauczyciel przekazuje uczniom wiadomości, wszystkim jednakowo w tym samym zakresie i w tym samym czasie. Nie ma możliwości na rzeczywiste zróżnicowanie poziomów ani na indywidualne podejście do uczniów. Dobór metod, zadań i tempa pracy dostosowany jest do średniego poziomu klasy. Na ogół pracuje mała grupka uczniów, podczas gdy reszta biernie czeka na podanie wyników na tablicy. Często jest także sytuacja, że uczeń dopingowany przez nauczyciela podejmuje próbę rozwiązania zadania, ale nie zdąża lub nie umie dojść do końca. W momencie, gdy rozwiązanie pojawia się na tablicy, uczeń przekreśla swoje próby, swoje rozumowania i przepisuje wynik z tablicy. Ani on sam, ani nauczyciel nie zajmuje się dalej podjętymi przez ucznia próbami. Powtarzające się stale takie sytuacje nieuchronnie prowadzą do bierności ucznia i powodują wytworzenie się wielu negatywnych postaw.

Nauczaniu frontalnemu towarzyszy zazwyczaj ubogi rodzaj stosowanych mediów i związanych z nimi pomocy dydaktycznych. Są to zazwyczaj klasyczne podręczniki i rozpowszechnione ostatnio różne zeszyty ćwiczeń. Podręczniki służą najczęściej uczniom jako źródło, gdzie można znaleźć definicję czy regułę podaną uprzednio przez nauczyciela, lub jako zbiór zadań. Bardzo rzadko uczeń czyta podręcznik, aby samodzielnie nauczyć się czegoś nowego. W zeszytach ćwiczeń uczniowie na ogół trenują podane przez nauczyciela algorytmy i schematy rozwiązań.

Tradycyjne metody, jakimi naucza się matematyki w szkołach, wpływają po części z ogólnego spojrzenia na to, czym jest matematyka i do czego jest nam ona potrzebna. Jeśli dokonuje się zmiana w tym spojrzeniu, pojawiają się także możliwości zmiany sposobu nauczania matematyki (Ernest 1991).

Davis i Hersh (1994) mówią: *Definicja matematyki się zmienia. Każde pokolenie, a w pokoleniu każdy myślący matematyk tworzy definicję odpowiadającą jego poglądom*. Do tej pory, nie tylko wśród społeczności nie stosującej bezpośrednio matematyki, ale także wśród wielu administratorów oświaty oraz nauczycieli panuje pogląd, że matematyka jest pewnym dobrze uporządko-

wanym zbiorem faktów i reguł „poprawności” postępowania. Jest zbiorem danych, które należy przetwarzać, choć z drugiej strony zawiera bardzo trudne i skomplikowane pojęciowo treści. Jest to pogląd panujący nieprzerwanie od ubiegłego wieku. Następstwem takiego podejścia jest przekonanie, że uczniom wystarczy podawać w sposób uporządkowany, stopniowo, kolejne fakty, a oni powinni się tego wyuczyć. Jednocześnie matematyka jest piękną, uporządkowaną abstrakcyjną nauką, więc aby taką ją pokazać uczniowi, należy dostarczać mu wiedzę (tzn. fakty) w postaci krańcowo oczyszczonej i wysublimowanej. Nie żadne próby rozwiązań, z którymi ludzie borykali się przez wieki, ale przekazać właśnie ostatecznie ukształtowany produkt ich działalności. Ucznia należy zatem prowadzić i utrzymywać tylko na dobrej drodze prowadzącej prosto do celu, jakim jest poznanie pewnych faktów i zasad matematycznych. Żadnych błędzeń i krążeń po ślepych uliczkach. Jest to dla ucznia strata czasu. Przecież wszystko, czego powinien się nauczyć, jest już dawno odkryte, znalezione i na jego użytek przygotowane. Wszystko to, co ma uczeń wiedzieć, nauczyciel od dawna wie, dużo lepiej i szerzej – naturalnie więc, że może i powinien prowadzić swojego ucznia po prostej drodze do poznania (Sierpińska 1994; Steinbring 1991).

Nauczyciele tak widzący matematykę i jej miejsce w społeczeństwie bardzo często uważają, że wszelkie poszukiwania przez uczniów własnej drogi do rozwiązania problemu, znajdowanie odpowiedzi metodą prób i błędów są stratą czasu. Godzin na przedmiot zawsze jest za mało. Na skutek takiego podejścia „przepada” w nauczaniu wiele istotnych obecnie spraw, jak np. poznawanie innych, niż standardowe algorytmy, metod rozwiązań czy obliczenia przybliżone. Także tematy, które z założenia trzeba realizować właśnie poprzez działania poszukujące, badające, są w wielu przypadkach mocno przez nauczycieli ograniczane i odsuwane na bok. Przykładem jest statystyka i elementy rachunku prawdopodobieństwa.

Zwolennicy podejścia do sztywnego, frontalnego nauczania matematyki dużo większą wagę przywiązują do wyuczenia formalizmów w matematyce niż do rozwoju osobowości, wykształcenia jednostki samodzielnie myślącej, umiejącej znaleźć się w nowych sytuacjach i umiejącej się uczyć (Bruner 1986). Jednocześnie deklaruje się, że do podstawowych celów kształcenia matematycznego należy: *wyrabianie aktywnej postawy u uczniów, kształtowanie samodzielności w poszukiwaniu rozwiązań, przyzwyczajanie do zdobywania wiedzy własnym wysiłkiem, rozwijanie umiejętności logicznego myślenia, umiejętne organizowanie własnej pracy* (Program 1990).

Jednak, jak pokazano w wielu badaniach prowadzonych w Polsce i w innych krajach, tradycyjne, frontalne nauczanie matematyki nie sprzyja rozwijaniu tych cech. Przeciwnie, u przeważającej większości uczniów wyrabia bierny stosunek do uczenia się i zabija samodzielność nie tylko myślenia, ale i działania. Frontalny styl był praktyczny, gdy nie było innych niż kreda

i tablica, dostępnych mediów. Z chwilą pojawienia się innych mediów, takiego druku, filmów, nośników do komunikacji obrazem – sytuacja się zmienia. Praktycznie we wszystkich krajach tradycyjne metody nauczania matematyki zostały uznane za nieskuteczne i nie spełniające oczekiwań społecznych w nowej, stale i szybko zmieniającej się rzeczywistości.

INDYWIDUALIZACJA NAUCZANIA MATEMATYKI

Jeżeli celem szkoły masowej ma być wykształcenie jednostki samodzielnej, umiejącej uczyć się, należy sięgnąć w nauczaniu po takie metody, które rozwijają te postawy. Nie jest też nowym stwierdzenie, że tak naprawdę zdobywanie wiedzy, rozwój odbywa się na zasadzie „uczenia się”. Jest to **proces indywidualny**. Możemy nauczyć się tylko tyle, na ile jesteśmy do tego w danym momencie przygotowani. Ta gotowość rozwija się u różnych uczniów niejednakowo (Glaserfeld 1989).

Ogromne upowszechnienie nowych urządzeń technicznych, świadomość dalszego ich rozwoju, wymusiła zasadniczą zmianę w podejściu do zadań i metod pracy w szkole. Nie czekając na żadne reformy i zmiany programów, komputery i kalkulatory dotarły do uczniów, a obecnie zadomowiły się w szkołach na dobre. Te nowe media są z samej swojej natury przeznaczone do pracy indywidualnej, nie pasują więc do nauczania „równym frontem”.

Tradycyjnie pracujący nauczyciel matematyki, stosujący typowy podręcznik, na ogół nie korzysta z komputerów lub kalkulatorów, nawet jeśli w szkole działa laboratorium komputerowe. Powodem jest nie tylko brak przygotowania zawodowego nauczycieli. Ogromną przeszkodę stanowi brak zmiany organizacji pracy całej szkoły oraz usiłowanie wtłoczenia nowych mediów do starego stylu nauczania. Nie ma opracowanych egzaminów, które nagradzałyby rozumną umiejętność posługiwania się różnymi mediami. Nauczyciele widzą w pracy z kalkulatorami czy komputerami same kłopoty. Padają zasadnicze pytania: *jak pracować wspólnie, gdy każdy uczeń może przeprowadzać własne doświadczenia; jak reagować, gdy uczniowie pracują w różnym tempie; jak dopasować wyjaśnienia i tłumaczenia, gdy uczniowie posługują się np. różnymi kalkulatorami; jak reagować, gdy uczeń ma więcej wiadomości niż nauczyciel?* Podający styl nauczania zaczyna się załamywać. Uczniowie stają się bardziej aktywni, ujawniają się między nimi większe różnice.

Naturalną kolejną rzeczą pojawiło się zatem zainteresowanie zindywidualizowanymi metodami nauczania. Celem nauczania zindywidualizowanego jest zauważenie indywidualnych potrzeb i możliwości ucznia. Jeśli przyjmujemy, że celem uczenia w ogóle ma być opanowywanie przez ucznia kolejnych porcji wiedzy, umiejętności, zachowań, osiąganie kolejnych stopni rozwoju – to celem nauczania zindywidualizowanego jest stworzenie takich

warunków, aby uczeń osiągał te kolejne progi w sposób najbardziej dla niego pełny, najlepiej go rozwijający.

Wszelkie badania psychologiczno-pedagogiczne dotyczące uczenia się mówią nam, że proces ten przebiega różnie u różnych ludzi. Nauczanie zindywidualizowane, niezależnie od stosowanej metody, prowadzi do dostrzeżenia rozwoju matematycznego ucznia głębiej, niż na to pozwala metoda frontalna. Istotne stają się: rozumienie pojęć; język, czyli sposoby komunikowania się z innymi; strategia postępowania przy rozwiązywaniu problemów. Jednocześnie my sami jako nauczyciele zaczynamy dostrzegać, jak różne są u naszych uczniów poziomy rozumienia, komunikacji czy strategii (*Co dziecko...* 1994; *Ziarnko...* 1993). W nauczaniu zindywidualizowanym patrzemy na ucznia z punktu widzenia jego rozwoju, a nie uzyskiwanych odpowiedzi. Ważne jest wtedy, abyśmy potrafili zaobserwować, jak uczeń pracuje, w jaki sposób podchodzi do zadań, jak się uczy.

Nauczanie frontalne i zadania zamknięte dają nauczycielowi niewielką możliwość dostrzeżenia, jakimi drogami wędrują myśli ucznia. Trzeba postawić ucznia przed problemem, aby móc zauważyć, jak on do tego podchodzi, jaką stosuje strategię. Ważne staje się nie ostateczne rozwiązanie, ale całość zmagania się z problemem, a więc zaplanowanie rozwiązania, wybór metody, to, czy uczeń umie przewidywać konsekwencje swoich decyzji matematycznych, czy też wykonuje przypadkowo pewne obliczenia, które akurat skojarzyły mu się z danym zadaniem. Są to wszystko sprawy, które zupełnie giną w nauczaniu frontalnym.

Nauczanie zindywidualizowane nie jest wynalazkiem ostatnich lat. Istniało zawsze, od kiedy istniało szkolnictwo w jakiegokolwiek postaci. Wszelkie formy prywatnych wychowawców, receptorów, nauczycieli, czy obecnie korepetytorów – można powiedzieć, że są nauczaniem zindywidualizowanym. Nie chodzi tutaj jednak o takie formy nauczania zindywidualizowanego, jakie mamy na obecnych korepetycjach, czy nawet lekcjach wyrównawczych w szkole. Problem jest dużo szerszy – chodzi o możliwość stosowania metod nauczania zindywidualizowanego w nauczaniu masowym, w zwykłej 30-osobowej klasie. Czy jest to w ogóle możliwe? Wiele osób twierdzi, że jest to w warunkach naszej szkoły fikcją. Tymczasem wszędzie na świecie szkoły przechodzą na różne formy nauczania zindywidualizowanego.

KONSEKWENCJE STOSOWANIA ZINDYWIDUALIZOWANEGO NAUCZANIA

Metoda nauczania zindywidualizowanego, aby była skuteczna i możliwa do zastosowania przez nauczyciela, musi działać w pewnym systemie. Przez system rozumiem zaplanowane całościowe działanie nauczyciela, obejmujące zarówno odpowiednie materiały dla uczniów i nauczycieli, sposoby pracy

z nimi, jak i metody oceniania. System powinien także umożliwić nauczycielowi zbieranie właściwych informacji o uczniu i wykorzystanie ich dla dalszego rozwoju ucznia.

Każde zindywidualizowane nauczanie dostarcza nauczycielowi bardzo wielu informacji o poszczególnych uczniach. Te informacje nauczyciel może różnie wykorzystać. Jeśli nie jest on wspomagany w żaden instytucjonalny sposób, często te poszerzone informacje o uczniach w pewien sposób giną. Nauczyciel co najwyżej zmieni opinię o jakimś uczniu, dostosuje – na chwilę – argumentację, czasem niektórym uczniom podsunie specjalnie wybrane dla nich materiały. (To ostatnie dotyczy zresztą wyłącznie bardzo dobrych uczniów). Na pewno lepiej pozna swoich uczniów. Następnie jednak, przy wystawianiu cyfrowej oceny różnice między uczniami zacierają się. Kilkunastu zupełnie różnie rozwijających się uczniów otrzymuje taki sam stopień. Nauczyciel, nawet jeśli umie powiedzieć o tych uczniach coś więcej, na ogół zachowuje te informacje dla siebie, uważając, że nie ma w obecnej strukturze szkolnej miejsca na odpowiednie spożytkowanie tej wiedzy. W takich warunkach efekty nauczania zindywidualizowanego są niewielkie. Można jedynie mówić w najlepszym razie o nauczaniu zróżnicowanym.

Aby metody nauczania zindywidualizowanego rzeczywiście spełniały swoją rolę, nie wystarczy dostarczenie nauczycielowi materiałów dydaktycznych. Muszą one być częścią specjalnie stworzonego systemu, który zapewniłby nauczycielowi bezpieczeństwo jego poczynań. Nauczyciel musi mieć pewność, że jego uczniowie pracując w taki sposób, rzeczywiście rozwijają się matematycznie, że dotyczy to wszystkich uczniów oraz, że żadna część materiału nie zostanie pominięta.

Media, którymi posługuje się nauczyciel w nauczaniu zindywidualizowanym, powinny zatem zawierać materiały dydaktyczne dla uczniów oraz dobrze opracowane materiały wspomagające nauczyciela w jego pracy. Media, z których nauczyciel korzysta, muszą być zatem *systemowo zorganizowane* w sposób zapewniający nauczycielowi pełne bezpieczeństwo jego poczynań.

NOWE MEDIA. KARTY DYDAKTYCZNE

W drugiej połowie lat osiemdziesiątych postawiliśmy w Zakładzie Dydaktyki Matematyki na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki tezę: *jest możliwe i wykonalne takie zorganizowanie mediów, aby nauczanie matematyki odbywało się na sposób zindywidualizowany, w zwykłej 30-osobowej klasie.*

Rozpoczęliśmy prace nad opracowaniem systemu i materiałów dydaktycznych umożliwiających zindywidualizowane nauczanie matematyki. Szukając różnych rozwiązań, zwróciliśmy uwagę na zindywidualizowane metody nauczania stosowane już w innych krajach, głównie we Francji i Wielkiej Bry-

tanii. Spośród wielu wybraliśmy systemy oparte na pracy z pojedynczymi kartami, nie z podręcznikiem. Najbardziej znane są francuskie karty Galiona (Galion 1970a; 1970b; 1970c), brytyjskie karty SMP (*The School...*) i SMILE. Szczególnie dobrze przyjęły się metody pracy z kartami w Wielkiej Brytanii, wobec czego postanowiliśmy wzorować się na doświadczeniach naszych brytyjskich kolegów.

Wstępna faza eksperymentu

Przyjęliśmy następujące zasady: 1) dzieci mają samodzielnie pracować z materiałami przygotowanymi przez nas w postaci pojedynczych kart; 2) każde dziecko pracuje w swoim własnym tempie; 3) każda karta ma dotyczyć małej części materiału; 4) materiał na karcie ma być tak opracowany, aby nauczyciel nie musiał prowadzić wykładu ani dawać żadnych dodatkowych objaśnień; 5) karty muszą być oparte o pewną strukturę dydaktyczną.

Pierwsze próby przeprowadziliśmy w roku szkolnym 1986/87 w kilku warszawskich szkołach podstawowych w klasach piątej, szóstej i siódmej. Do każdej klasy wybraliśmy jeden temat, który, zgodnie z przyjętymi zasadami, został opracowany na oddzielnych kartach. W każdym przypadku dokonywaliśmy najpierw podziału tematu na drobniejsze części – moduły i dopiero te moduły opracowywane były na kartach. Powstały zestawy kilkunastu kart, uporządkowane w porządku liniowym. Aby zapewnić zróżnicowanie poziomów, opracowaliśmy karty w dwóch poziomach – łatwiejszym i trudniejszym. Nauczyciel prowadzący klasę miał decydować o poziomie, na którym uczniowie mają pracować, on też decydował, czy uczeń na tyle opanował materiał zawarty na danej karcie, aby można mu dać następną kartę.

Już pierwsze próby ujawniły ogromne trudności – zarówno ze strony nauczycieli, jak i uczniów. Nauczyciele nie patrzyli na karty jak na całościową zmianę struktury nauczania. Widzieli w kartach przede wszystkim pojedyncze zadania, którymi czasami można się z uczniami „pobawić” – nie mogą one jednak stanowić elementu zwykłej normalnej lekcji, gdyż **zaburzają tok lekcji**. Szczególnie mocno było to widoczne, gdy opracowanie tematu na karcie bardzo odbiegało od przedstawienia podręcznikowego. Ujawniło się także niezwykle silne przekonanie, że żaden uczeń, może z wyjątkiem nielicznych geniuszy, nie może dać sobie rady bez wykładu nauczyciela. Wiązało to się bardzo mocno z wiarą, że to, co przerobione przez nauczyciela w klasie jest przez uczniów opanowane. Mocne osadzenie w stylu pracy „równym frontem” nie pozwalało na inne spojrzenie i na wyjście poza ten system. W pracy z kartami nauczyciele mieli stale poczucie **utraty kontroli** nad tym czego uczeń się nauczył. W efekcie poczucie bezpieczeństwa i odpowiedzialności za nauczanie zostało u nauczycieli bardzo zachwiane.

Pierwsze próby pracy z kartami bezlitośnie obnażyły ujemne skutki nauczania frontального. Bardzo ostro ujawniły się bierne postawy uczniów, niechęć do myślenia, strach przed podejmowaniem decyzji, niefrasobliwość w odniesieniu do odpowiedzialności za to, co się samemu robi. Niefrasobliwość ta wyrażała się poprzez bardzo niepokojącą „postawę filozoficzną” uczniów wobec matematyki: całkowicie akceptowali oni sytuację, że w matematyce mają się uczyć różnych „dziwnych” rzeczy, nie starając się o jakiegokolwiek zrozumienie. Zdarzało nam się słyszeć: *przecież to jest matematyka, tu wszystko jest możliwe*. To powiedzenie zwalniało ucznia od szukania sensu w tym, co robi. Nauczyciel każe się nauczyć pewnych reguł postępowania – to uczeń w pełni akceptuje i stara się to wykonać. Natomiast nie stara się dostrzec sensu w swoim działaniu. Jest to dla niego z punktu widzenia użyteczności szkolnej zbędne. Umiejętności uczniów czytania tekstu matematycznego ze zrozumieniem także okazały się żenująco niskie. Widać było, że uczniowie praktycznie nie spotykali się z sytuacją, gdzie musieliby sami zrozumieć jakiś tekst.

Przyjęty przez nas sposób pracy z kartami powodował także wiele trudności technicznych. Zgodnie z naszymi ustaleniami, nauczyciel miał „wydać” uczniowi następną kartę, dopiero po sprawdzeniu, czy przerobił poprzednią. Powodowało to tworzenie się ogromnych kolejek czekających uczniów i, w efekcie, bałagan nie do opanowania przez jednego nauczyciela. Ponieważ układ kart był liniowy, a uczniowie pracowali w swoim własnym rytmie, pojedynczo, potrzeba było bardzo wielu kopii każdej karty. Także sztywny podział na dwa poziomy trudności nie zadowolili ani uczniów, ani nauczycieli. Okazało się, że wielu uczniów najchętniej przechodziłoby stale z jednego poziomu do drugiego, a ponadto, że decyzje nauczycieli, który uczeń ma pracować na danym poziomie, często były niesłuszne.

Po tych pierwszych eksperymentach wiedzieliśmy, że główny nacisk trzeba położyć na stworzenie całościowego systemu, w którym tak uczeń, jak i nauczyciel czułoby się bezpiecznie, oraz na znalezienie formuły pracy, która nie powodowałaby trudności technicznych. Należało też przekonać nauczycieli, że uczeń pracując z kartami, pracuje w innym systemie dydaktycznym.

Druga faza eksperymentu

W następnych latach skoncentrowaliśmy się głównie nad opracowaniem kart dla klasy siódmej, choć stale równolegle prowadzone były eksperymenty w innych klasach (szósta, ósma, pierwsza LO). Objęliśmy badaniami więcej klas, także w innych niż Warszawa rejonach Polski.

Tym razem przygotowaliśmy karty do obowiązującego podręcznika, rezygnując świadomie z prezentacji bardzo różniących się od podręcznikowych. W materiale podzielonym na małe cząstki-moduły wprowadziliśmy

relację poprzedzania, która dla każdego modułu określała, jakie moduły muszą być przerobione przed danym. Relacja ta zburzyła liniowy porządek modułów, pozwoliła na większą dowolność w przerabianiu materiału i, co było dla nas bardzo ważne, pozwoliła na istotne zmniejszenie liczby potrzebnych kopii.

Zrezygnowaliśmy także z dwóch odrębnych poziomów – dla lepszych i słabszych uczniów. Jednak aby zapewnić możliwość wielopoziomowej pracy, wprowadziliśmy podział na karty podstawowe i dodatkowe. Karty podstawowe były przeznaczone dla wszystkich uczniów i zawierały materiał, z którym powinna zapoznać się cała klasa. Na kartach dodatkowych umieszczony był materiał rozszerzony, trudniejszy, przeznaczony dla tych uczniów, którzy chcą wyjść poza podstawowy poziom. Każda karta podstawowa mogła mieć swoje karty dodatkowe – jedną lub kilka. Uznaliśmy, że jest to także dobre miejsce na umieszczenie przez nauczyciela jego własnych pomysłów.

Opracowując karty dbaliśmy, aby praca z kartami nie polegała tylko na czytaniu tekstu, lecz wymagała od ucznia także innego działania. Przeczytać, zrozumieć przedstawione rozumowanie, wykonać pewne czynności, takie jak: rysowanie, wycinanie, pisanie, porównanie, dyskutowanie z kolegami, to działania, których chcieliśmy wymagać od uczniów.

Decyzja, aby dość ściśle trzymać się podręcznika, okazała się bardzo szczęśliwa. Nauczyciele, mając na kartach, podobne jak w podręczniku, ujęcia tematyczne, przestali się obawiać, że zmiana metody nauczania zapędzi ich w sytuację bez wyjścia. Uwolnieni od tego stresu, zaczęli stopniowo coraz większą wagę przywiązywać do samego systemu.

Nieprzystosowanie dzieci do samodzielnej pracy i samodzielnego uczenia się objawiało się identycznie jak w pierwszych próbach: niechęć i obawa przed podejmowaniem decyzji, czekanie z każdym ruchem na akceptację nauczyciela, nieumiejętność ocenienia, czy praca jest dobrze wykonana.

Obserwacje nauczycieli potwierdziły, że zachowanie dzieci podczas pierwszych dni pracy z kartami jest prawie jednakowe w każdej klasie, niezależnie od miejsca, gdzie szkoła się znajduje. Nauczyciele przytaczali identyczne pytania zadawane przez dzieci i prezentowali jednakowe ich zachowania. Okres takiego braku samodzielności trwał nie dłużej niż dwa tygodnie. Dało się zauważyć zabawną prawidłowość, że tam, gdzie dzieci były bardziej zdyscyplinowane i miały opinię grzecznych i dobrze pracujących, tam okres niesamodzielności trwał dłużej, a samodzielność przychodziła trudniej.

Nauczyciele biorący udział w próbach w dalszym ciągu mieli poczucie utraty kontroli nad tym, co uczeń wie i czego się nauczył. Wiązało się to ze słabą, gdyż nie wykształconą przy nauczaniu frontalnym, umiejętnością obserwacji rozumowania i zachowań pojedynczego ucznia.

W drugiej fazie zaplanowaliśmy dla każdej klasy pracę z kartami na ok. 6 tygodni. Uznaliśmy, że w krótszym czasie trudno będzie zaobserwować zmiany w zachowaniu uczniów.

Po pierwszym adaptacyjnym okresie uczniowie chętnie pracowali samodzielnie. Malą liczbą pytań typu: „co ja mam z tym zrobić”, „nie rozumiem, czego ode mnie chcą”, „nic z tego nie rozumiem”. Pojawiające się pytania były merytoryczne, uczniowie coraz częściej potrafili powiedzieć, czego nie rozumieją, z czym mają trudności. Bardzo dobrze działała na uczniów świadomość, że w trakcie pracy z kartami nie są stawiane stopnie, że ponieważ się uczą, mają prawo nie wiedzieć i pytać. Ta zasada w widoczny sposób „odblokowała” wielu uczniów. Zaczęli dyskutować, pracować w małych grupach, najczęściej we dwoje, stopniowo przestawali szukać wzorców do powielania.

Przed rozpoczęciem badań, wszyscy nauczyciele stwierdzali, że znakomicie znają swoich uczniów i dokładnie wiedzą, co który z nich umie i na jaki stopień lub opinię zasługuje. Obserwacja uczniów podczas ich samodzielnej pracy z kartami w wielu wypadkach nie potwierdziła dotychczasowych opinii nauczycieli. Najczęściej dotyczyło to uczniów tzw. trójkowych. Wielu z nich było z natury wolniejszymi lub nieśmiałymi. W warunkach pracy w swoim własnym rytmie, bez stresów i strachu, okazywało się, że potrafią myśleć, argumentować, często mają oryginalne spojrzenie na problem. Zdziwienie wzbudziło również odkrycie, że niektórzy czwórkowo-piętorkowi uczniowie nie potrafią samodzielnie niczego zrozumieć. Ich dobre stopnie były wynikiem dobrej pamięci i naśladownictwa. Dla niektórych nauczycieli było to zupełnie nowe doświadczenie.

Obserwując w klasie pracę z kartami doszliśmy do wniosku, że karty wtedy są dobrze przygotowane, jeśli uczeń do każdej karty podchodzi jak do problemu, który musi sam rozwiązać. Do osiągnięcia tego celu uczeń miał ciągle za mało samodzielności, za mało odpowiedzialności za własne uczenie się. Mogliśmy także zaobserwować, jak duży wpływ na sposób pracy ucznia ma przedstawienie tematu i strona graficzna kart. Wnioski na przyszłość były oczywiste: należało poprawić oba te punkty.

Zrezygnowaliśmy z zaliczania przez ucznia każdej karty, uczeń mógł zaliczać po kilka kart na raz, ale w dalszym ciągu nauczyciele „wydawali” uczniom następne karty. Był to w pewnym sensie punkt sporny. Nauczyciele mówili, że nie sposób dopuścić uczniów do samodzielnego brania kart, bez kontroli nauczyciela. „Kolejki” do nauczyciela po zaliczeniu starej i wzięcie nowej karty znacznie zmniejszyły się, ale nie zniknęły.

Jaskrawo ujawniły się różne podejścia nauczycieli. Byli nauczyciele, którzy spokojnie przyglądali się pracy swoich uczniów, oszczędnie odpowiadając na zadawane pytania. Zostawiali dzieciom dużo swobody, pozwalali na pracę

„metodą prób i błędów”. Byli też tacy, którzy z trudem tolerowali rozgardiasz i swobodne rozmowy uczniów, bez ustanku nawołując do zachowania dyscypliny. Niektórzy bardzo źle znosili ustawienie ich jakby z boku. Ci nauczyciele ciągle przerywali uczniom pracę, każąc im słuchać wygłaszanych wyjaśnień i pouczeń, co i jak ma być zrobione, zrozumiane, przedstawione. Charakterystyczne jest, że wielu dzieciom zaabsorbowanym swoim zadaniem, tak to przeszkadzało, że w widoczny sposób starały się nie słuchać nauczyciela, np. odruchowo zatykając uszy.

Niektórzy nauczyciele panicznie bali się puszczenia uczniów bez dokładnego sprawdzenia, czy dobrze rozwiązały i zrozumieli wszystkie treści występujące na kartach. Dokładnie odpytywali ucznia przy tablicy, nierzadko angażując przy tym innych uczniów. Takie postępowanie zniechęcało dzieci do samodzielnych działań, niwecząc w zasadzie sens pracy z kartami.

Zastosowanie kart podstawowych i dodatkowych pomogło w prowadzeniu nauczania zróżnicowanego, wielopoziomowego, chociaż nadal widać było, że jest ono niewystarczające. Dalej niektóre dzieci w widoczny sposób nie nadały za tokiem nauczania; w skrajnym przypadku mieliśmy w ciągu miesiąca pracy dwutygodniową różnicę w przygotowaniu uczniów. Z drugiej strony były dzieci, które przerobiły wszystko i zaczynały nudzić się i przeszkadzać na lekcjach. Zauważyliśmy także przypadki uczniów, którzy pozostawieni samym sobie zaczęli zastanawiać się przy rozwiązywaniu niektórych problemów, „co by było, gdyby”.

Większość nauczycieli biorących udział w naszych próbach stwierdzała, że widzą pozytywne skutki z zastosowania kart, cieszyli się z poznania nowej metody pracy, ale też podkreślali, że jest ona bardzo męcząca dla nauczyciela, a niedopracowane technicznie karty powodują wiele dodatkowych kłopotów. Niektórzy nauczyciele otwarcie powiedzieli, że nie są w stanie zaakceptować utraty centralnej pozycji w klasie podczas lekcji.

Trzecia faza eksperymentu

Obserwacje poczynione w czasie prowadzonych prób pokazały, jak wiele może dać **zmiana stylu nauczania**. Zaobserwowaliśmy także, że zmianę tę można osiągnąć bez względu na treści, które znajdują się na kartach. Bez większego kłopotu dostosowywali się do nowej metody pracy uczniowie. Jednak tradycyjna organizacja szkoły, dopasowana do pracy równym frontem, stanowiła istotną przeszkodę dla nauczycieli w przestawieniu się na styl pracy z kartami. Tradycja i brak innych wzorców, zwyczaje panujące w szkole (np. cisza na lekcji), system oceniania – wszystko to powodowało te przeszkody.

Następną fazę badań postanowiliśmy przeprowadzić na szerszej próbie uczniów (Dałek 1991). Do udziału w eksperymencie zgłosiło się ponad

pięciuset nauczycieli. Do tej próby, na podstawie zebranych wcześniej doświadczeń, opracowany został ponownie sposób tworzenia kart i system pracy z kartami.

Karty zostały przygotowane do całego materiału klasy siódmej, w ścisłej korelacji z obowiązującym podręcznikiem (Trelński, Wachnicki 1987). Dwustronne karty pogrupowane zostały w działy tematyczne odpowiadające rozdziałom podręcznika. W ramach każdego działu opracowaliśmy relację poprzedzania, która w postaci grafu znajduje się na karcie działowej, na odwrocie spisu treści do danego działu.

Na kartach znajdują się zarówno potrzebne uczniom wiadomości, jak zadania i ćwiczenia. Naczelną zasadą jest, że nauka odbywa się bez wykładu nauczyciela. Uczniowie sami mają czytać tekst i przez odpowiednio dobrane problemy i zadania sami mają odkrywać właściwe prawa i potrzebne reguły. Praca ucznia powinna być swobodna – uczniowie mogą dyskutować ze sobą, pracować indywidualnie lub w małych grupach, mogą prosić nauczyciela o pomoc.

Z uwagi na bardzo silne przyzwyczajenie tak nauczycieli, jak i uczniów do pracy stylem tradycyjnym, proponowaliśmy, aby systemem kart pracować tylko jakiś czas, nie cały rok. Najlepiej wybrać jeden z działów i cały przerobić stosując karty.

Rozpoczynając pracę z kartami, nauczyciel powinien wprowadzić ucznia w styl pracy i zasady, np. pokazując i omawiając pierwszą kartę. Karty powinny być wyłożone np. na stoliku nauczyciela, tak aby uczniowie mieli do nich swobodny dostęp. Każdy uczeń powinien mieć na swoim stoliku podpisaną przez siebie „kartę ucznia”, na której znajduje się graf relacji poprzedzania danego działu (kopia strony działowej). Na karcie tej uczeń zaznacza, które karty już przerobił.

Zdecydowaliśmy, mimo oporów nauczycieli, że uczeń sam będzie brał kolejne karty. Zwiększało to odpowiedzialność ucznia za własną naukę. Sam musiał podjąć decyzję, kiedy może przejść do następnej karty. Zachowany został podział kart na podstawowe i dodatkowe.

Wprowadzona relacja poprzedzania umożliwiła przerabianie kart w różnej kolejności. Ponieważ uczniowie sami brali karty, oni też decydowali o kolejności. Bardzo zróżnicowane tempo pracy dzieci oraz istnienie kart dodatkowych spowodowało znaczne zmniejszenie liczby potrzebnych jednocześnie kopii tych samych kart. Także liczba tych kopii była różna dla różnych kart. W tej sytuacji uznaliśmy, że dobrym pomysłem jest przygotowanie kart w zestawach dla 10 uczniów. W każdym zestawie znajdowały się wszystkie karty, niektóre w kopiach po trzy, sześć lub dziewięć. Przygotowując karty w ten sposób, tym samym zdecydowaliśmy, że kupować je będą szkoły, a nie pojedynczy uczniowie (Dałek 1991a).

Na nowych kartach do przekazu treści matematycznych wykorzystywaliśmy zarówno tekst, słowo pisane, jak rysunek i grafikę. Opracowanie graficzne zostało wykonane w pracowni komputerowej Wydziału Grafiki Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. Zapewniło to wysoki poziom strony estetycznej kart.

WNIOSKI Z EKSPERYMENTU

Informacje o przebiegu eksperymentu zbieraliśmy poprzez ankietę wypełnianą przez nauczycieli, z bezpośredniej obserwacji lekcji, z nagrań magnetofonowych i nagrań wideo dokonywanych w czasie lekcji, z listów pisanych przez nauczycieli oraz ze spotkań i rozmów z nauczycielami. Eksperyment potwierdził postawioną tezę, że możliwa jest zmiana stylu nauczania w kierunku nauczania zindywidualizowanego, pod warunkiem odpowiedniego zorganizowania mediów. Zaproponowany system pracy z kartami, jako styl nauczania zindywidualizowanego, okazał się możliwy do wprowadzenia w naszej szkole.

Prace nad sprawdzeniem możliwości zmiany stylu nauczania i przygotowania odpowiednich mediów (kart dydaktycznych) prowadzone były od początku metodą „kolejnych przybliżeń” (*action research*). Wszystkie stawiane przez nas tezy były sprawdzane i korygowane w działaniu, przez wielokrotnie powtarzane doświadczenia. W działaniach tych wyklarowała się, nieoczekiwanie dla nas, strategia postępowania: wprowadzenie nowych mediów w szkole jest możliwe i wykonalne pod warunkiem, że rozpoczniemy od starych treści. Zachowując stare treści, zostawiamy nauczyciela w dobrze mu znanym otoczeniu. Może wtedy spokojnie zwrócić główną uwagę na działanie i skutki nowych mediów, może je dobrze poznać i zrozumieć. Obserwator widzi wtedy reakcję nauczyciela na system i zmiany stylu jego pracy związane z systemem. Łatwiej wtedy dostrzec, co należy skorygować, jakie elementy wymagają koniecznej zmiany.

Potwierdzenie tej obserwacji uzyskaliśmy porównując zachowania nauczycieli postawionych np. przed komputerem. Pierwsze próby z komputerem w szkole, zazwyczaj sprowadzają się do oglądania na ekranie prostych wykresów funkcji, generowania początkowych wyrazów ciągów etc. Nie są wykorzystywane od razu możliwości komputera. Poprzez stare, dobrze znane treści stopniowo poznaje się nowe narzędzie. Ten sam mechanizm zadziałał w odniesieniu do systemu kart.

Strategia ta, tak oczywista w odniesieniu do komputerów, wcale nie była oczywista w stosunku do kart dydaktycznych. Wiele osób gwałtownie atakowało nas właśnie za umieszczenie na kartach treści z obowiązującego podręcznika. Nie dostrzegano systemu ani zmiany stylu. W polu widzenia

znalazły się pojedyncze karty, widziane odrębnie, jakby wyrwane z kontekstu. Takie spojrzenie mocno uwidaczniało niedostatki tradycyjnych treści podręcznika. Nasi oponenty nie rozumieli jednak, że krytykują podręcznik, a nie system kart.

Szeroko zakrojona ostatnia faza badań ujawniła jednocześnie słabe punkty systemu i samych kart. Wiedza ta pozwoliła odpowiednio ukierunkować dalsze działania.

Można było zaobserwować dużą zmianę w podejściu nauczycieli do samego procesu nauczania matematyki. Nauczyciele przekonali się, że w odpowiednio zbudowanym systemie dydaktycznym pozostawienie uczniom swobody i dużej samodzielności może przynieść pozytywne rezultaty. Eksperyment spowodował u nauczycieli zmiany w określaniu, co jest ważne w nauczaniu matematyki i w wartościowaniu, co to znaczy dobry i zły uczeń (Dąlek 1993a).

Pracując z kartami dydaktycznymi, nauczyciele szybko spostrzegli, że wyuczenia się reguł i formuł w żadnym wypadku nie można traktować jako wskaźnika wiedzy ucznia. Z drugiej strony zaobserwowali różnorodność poziomów rozumienia i postępowania uczniów. Pojawiły się przed nimi problemy, co jest ważniejsze: znajomość formuł, pilność, zaangażowanie, poczynione postępy, ciekawość? Czy tylko poprawne rozumowanie zasługuje na pochwałę i dobrą ocenę? Jak ocenić ucznia, który często się myli, traci dużo czasu, ale uparcie sam odkrywa swoją matematykę? Może lepsza jest postawa ucznia, który bardzo szybko zapamiętuje reguły, ale woli korzystać z cudzych wzorców, zyskując w ten sposób na czasie? Dostrzeżenie tych problemów spowodowało zrozumienie, że przy nauczaniu zindywidualizowanym konieczne są zmiany kryteriów i systemu ocen, że ocenie cyfrowej powinna towarzyszyć ocena opisowa, prowadzące wspólnie do oceny diagnostycznej.

Praca z kartami oderwała uwagę nauczycieli od tego, czy uczeń zapamiętał wzór, czy nie, a skierowała na jego zachowanie: jak pracuje, jakiego rodzaju ma trudności, jaki jest jego poziom rozumienia pewnych pojęć, jak używa matematycznego języka etc. Nauczyciele dostrzegli, że dopiero zgromadzenie takich informacji pozwala nakreślić indywidualną drogę rozwoju dla danego ucznia: jak dalej powinien postępować, jakie zadania, ćwiczenia, argumenty są adekwatne do jego poziomu, na tyle, aby wykonując je odniósł rzeczywistą korzyść i poszedł krok do przodu. Inaczej ocenia się wtedy osiągnięcia ucznia, a co za tym idzie, także wartościowanie: co to znaczy dobry i zły uczeń.

Dla uczniów nie było istotne, jakie treści znajdują się na kartach. Ważna była zmiana stylu pracy, zmiana warunków, w jakich postępowała nauka. Pozwolenie uczniom na większą samodzielność w wyborze kart spowodowało zwiększenie odpowiedzialności za własną wiedzę i naukę. Uczniowie

zaczęli odważniej stawiać hipotezy, zastanawiać się nad czytаныmi treściami (Dałek 1993b; 1993c).

Stało się także widoczne, że jest bardzo pożądane, aby media, które umożliwiają nauczycielowi prowadzenie nauczania zindywidualizowanego, zawierały, poza odpowiednimi materiałami dydaktycznymi, także pewną pomoc w określaniu oceny diagnostycznej. Może to być np. w formie karty osiągnięć ucznia, która ułatwi nauczycielowi notowanie danych o postępach ucznia, mogą to być także pewne wskazówki, jakie są kolejne poziomy rozwoju w odniesieniu do danego pojęcia.

Karta osiągnięć ucznia powinna być dostosowana do przyjętej przez nauczyciela metody pracy i używanych materiałów. Np. inne powinny być karty osiągnięć w nauczaniu mieszanym, gdzie nauczanie zindywidualizowane połączone jest z nauczaniem frontálním, inne w nauczaniu opartym wyłącznie na materiałach zindywidualizowanych (np. karty dydaktyczne, programy komputerowe).

Uzyskane dane z ostatniej fazy badań posłużyły do przygotowania drugiego, tym razem masowego, wydania kart dydaktycznych. Wprowadzone zmiany dotyczyły głównie osłabienia „zamkniętości” zadań. Uzyskane wcześniej obserwacje pokazały, że możliwości zróżnicowania poziomów i indywidualnego podejścia są większe, jeśli zadania dają się otworzyć lub choćby rozszerzyć. W tym kierunku poszły więc zmiany w nowym wydaniu (Dałek 1992).

KARTY DYDAKTYCZNE W KOMPUTERZE

System pracy z kartami dydaktycznymi, a także przyjęty przez nas sposób ich budowania, został tak pomyślany, aby można było pójść krok dalej opracowując odpowiednie programy komputerowe. Praca z komputerem jest z natury pracą indywidualną. Wydaje się zatem naturalne, aby połączyć karty dydaktyczne z komputerem. Próba taka została wykonana. Przygotowany program komputerowy nosi nazwę „Liczby wymierne” i przeznaczony jest dla klas 5-7, w których powtarzamy z uczniami pojęcie ułamków i wchodzimy w liczby wymierne (*Program...* 1996).

Już pierwsze doświadczenia w szkole potwierdziły, że używanie tego narzędzia musi odbywać się w innym systemie niż przy zwykłych kartach dydaktycznych. Stworzone zostało nowe medium, zatem i system musi być odpowiednio zmieniony. System, w jakim pracujemy z „Liczbnami Wymiernymi”, obejmuje pełną rejestrację działań ucznia: notowane są kolejne moduły przerobione przez ucznia, zapamiętywane są wszystkie próby rozwiązań, te udane i te nieudane. Część informacji dostępna jest dla ucznia – jest to informacja pomocna w uczeniu się i w kontroli własnych wyników. Część

informacji dostępna jest tylko dla nauczyciela. Dzięki temu nauczyciel nie jest obciążony zbieraniem danych o każdym uczniu i ma ułatwione zadanie budowania oceny diagnostycznej.

PODSUMOWANIE

Wydaje się, że w nauczaniu szkolnym wyszliśmy już z zakłętego kręgu jednego podręcznika dla wszystkich dzieci. Nowe media w nauczaniu matematyki są już obecne w szkole. Od tej strony wiele się zmienia. Przy nowych mediach muszą pojawić się nowe metody pracy. Aby jednak przybliżyć szkole te nowe metody i posługiwanie się mediami, trzeba przede wszystkim wprowadzić taki przedmiot do kształcenia i doskonalenia nauczycieli.

Każde nowe medium wymaga specyficznych form pracy. Są one na ogół różne dla różnych mediów. Jeśli chcemy, aby szkoła była otwarta na nowe style i środki nauczania, cała organizacja działania szkoły musi w tym pomagać, a nie być przeszkodą. Musimy się zatem wiele wspólnie nauczyć.

Nauczanie zindywidualizowane, w różnych formach, przy użyciu różnych środków, będzie, podobnie jak w innych krajach, stopniowo zastępowało nauczanie frontalne. Osiągnięcie rzeczywistej, widocznej zmiany nie nastąpi jednak skokowo, z dnia na dzień. Jest to proces długi. Związane jest to przede wszystkim ze zmianą myślenia i przyzwyczajień nie pojedynczych osób, ale całej profesji nauczycielskiej i całego społeczeństwa. Kształcenie i doskonalenie nauczycieli jest więc sprawą kluczową.

LITERATURA

- Broekman H., *Zmieniający się obraz matematyki dla młodzieży szkolnej w wieku 10-16 lat*, CODN i SNM, Warszawa 1995.
- Bruner J., *Actual minds, Possible worlds*, HU Press 1986.
- Co dziecko widziało, co dziecko zobaczyło*, praca zbiorowa. CODN i SNM, Warszawa 1994.
- Dałek K., *Problemy z indywidualizacją nauczania matematyki*, „Matematyka” 1991(a), nr 3, s. 130-133.
- Dałek K., *Matematyka 7, Karty dydaktyczne*, WSiP, Warszawa 1991(b).
- Dałek K., *Matematyka 7, Karty dydaktyczne*, wyd. 2 poprawione, WSiP, Warszawa 1992.
- Dałek K., *Karty dydaktyczne, podsumowanie eksperymentu*, „Matematyka” 1993(a), nr 4, s. 224-229.
- Dałek K., *Karty dydaktyczne, podsumowanie wyników eksperymentu*, „Kształcenie Nauczycieli” 1993(b), nr 3.
- Dałek K., *Nauczanie matematyki – czy zawsze równym frontem?*, „Kwartalnik Pedagogiczny” 1993(c), nr 1 (147), s. 183-199.
- Davis Ph.J., Hersh R., *Świat matematyki*, PWN, Warszawa 1994.
- Ernest P., *The Philosophy of mathematics education*, The Falmer Press 1991.
- Foucault M., *Naissance de la clinique*, Gallimard 1963.

- Galion E., *Mathematique 6.*, O.C.D.L. Hatier, Paris 1970(a).
- Galion E., *Mathematique 5.*, O.C.D.L. Hatier, Paris 1970(b).
- Galion E., *Mathematiques en 6-e. Experimentation et nouveaux programmes*, „Courrier de la Recherche Pedagogique”, I.P.N. 1970(c).
- Glaserfeld E. von, *Constructivism in education*, Husen and Postlewaithe, 1989.
- Program komputerowy „Liczby wymierne”, WSiP i VULCAN, Warszawa 1996.
- Program szkoły podstawowej. Matematyka, MEN 1990.
- Siemieniecki B., *Wpływ środków dydaktycznych na proces twórczego rozwiązywania problemów*, „Neodidagmata” XXI, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1992, s. 65-75.
- Sierpińska A., *Understanding in mathematics*, 1994.
- SMILE Cards., SMILE Center, London.
- Steinbring H., *Mathematics in teaching processes. The disparity between teacher and student knowledge*, „Recherches en Didactique des Mathematiques” 1991, vol. 11/1, s. 65-108.
- Strykowski W., *Technologia kształcenia i pedagogika medialna jako nauki o mediach*, „Neodidagmata” XXII, Wyd. Nauk. UAM, Poznań 1996, s. 3-14.
- The School Mathematics Project Cards., Cambride University Press.
- Treliński G., Wachnicki E., *Matematyka, podręcznik dla klasy siódmej szkoły podstawowej*, WSiP, Warszawa 1987.
- Ziarnko do ziarnka, praca zbiorowa. CODN i SNM, Warszawa 1993.