

Erich Wittmann

## Dydaktyka matematyki jako *design science*<sup>1</sup>

W referacie wygłoszonym z okazji 22. zjazdu niemieckich dydaktyków matematyki w roku 1988 Heinrich Bauersfeld przedstawił poglądy, perspektywy i prognozy dla dydaktyki matematyki. Jego zamiarem było wywołanie krytycznej refleksji u przedstawicieli „środowiska” nad tym, czym się zajmują oraz czym mogliby i powinnyby zajmować się w przyszłości. (Bauersfeld, 1988). We wczesnych latach siedemdziesiątych toczyła się ożywiona dyskusja programowa na temat roli i natury dydaktyki matematyki w niemieckojęzycznej części Europy (por. artykuły Bigalke, Griesela, Wittmanna, Freudenthala, Ottego, Dressa i Tietza w specjalnym numerze 74/3 *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, a także Krygowskiej (1972)). Od tego czasu nie zajmowano się szerzej statusem dydaktyki matematyki, jeśli nie liczyć artykułów Burscheida (1983), Bigalke (1985) i Wintera (1986). Najwyższy czas, by na nowo określić podstawowe kierunki dla pracy badawczej, toteż referat Bauersfelda pojawił się w właściwym momencie.

Poniższe rozważania mają na celu krytyczną analizę obecnej sytuacji oraz próbę uchwycenia specyfiki dydaktyki matematyki. Podobnie jak Bauersfeld, chciałbym zaprezentować je „z pełnym subiektywizmem i w sposób zwięzły”, jako rodzaj „głośnego myślenia o naszej profesji”. Choć trzeba i warto by szczegółowo zanalizować poglądy Bauersfelda, zacznę jednak od przedstawienia własnego doświadczenia badawczego i nauczycielskiego, zakreślając w ten sposób ramy dyskusji.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Translated by permission of Kluwer Academic Publishers. ©1993 Kluwer Academic Publishers.

Wittmann, E., Mathematics Education as a ‘Design Science’, *Educational Studies in Mathematics*, w druku.

*Design science* (wymawia się „dyzajn sajens”) znaczy dosłownie „nauka projektowa” (przyp. Redakcji).

<sup>2</sup>Artykuł koncentruje się na dydaktyce matematyki, chociaż argumentacja odnosi się też



# 1 „JĄDRO” i „specjalności pokrewne” dydaktyki matematyki

Nauki powinny wpływać na świat zewnętrzny tylko przez oświeconą praktykę; w zasadzie są one ezoteryczne i mogą stać się egzoteryczne tylko przez ulepszenie jakiejś działalności praktycznej. Ich jakikolwiek inny udział prowadzi do nikąd.

J.W. v. Goethe, Maksymy i refleksje

Ogólnie mówiąc, zadaniem dydaktyki matematyki jest badanie i rozwijanie nauczania matematyki na wszystkich poziomach, włączając założenia, cele i uwarunkowania społeczne. Jak inne dydaktyki przedmiotowe, dydaktyka matematyki musi przekraczać granice innych nauk i jest zależna od wyników i metod pochodzących z bardzo różnorodnych dziedzin nauki, m. in. matematyki, pedagogiki, socjologii, psychologii i historii nauki. Jednak wiedzy naukowej dotyczącej nauczania matematyki nie można uzyskać przez proste zebranie w jedno wyników tamtych nauk; niezbędnym jest **specyficzne podejście matematyczno-dydaktyczne** integrujące różne aspekty w jeden spójny i wyczerpujący obraz nauczania matematyki i pozwalające na konstruktywne wykorzystanie tej wiedzy w praktyce.

Specyfika tego zadania wymaga, z jednej strony, stabilnych powiązań dydaktyki matematyki z pokrewnymi dyscyplinami i, z drugiej strony, zbliżenia do praktyki szkolnej przy zachowaniu względem niej odpowiedniego dystansu naukowego. Bauersfeld (1988, 15) mówi o „dwóch kulturach” dydaktyki matematyki. To, jak zintegrować te różnorodne aspekty właściwie je wyważając, a jednocześnie poradzić sobie z napięciem występującym między teorią i praktyką — bynajmniej nie jest *a priori* jasne. Dlatego właśnie tak trudno jest dać powszechnie uznaną wykładnię dydaktyki matematyki.

Sądzę, że specyficzne zadanie dydaktyki matematyki może być spełnione tylko wówczas, gdy JĄDREM działalności naukowej, a więc tworzenia i badania zarówno koncepcji teoretycznych, jak i szczegółowych propozycji dydaktycznych — będzie **ulepszanie praktyki nauczania matematyki**.

To JĄDRO składa się z różnorodnych składników, a w szczególności:

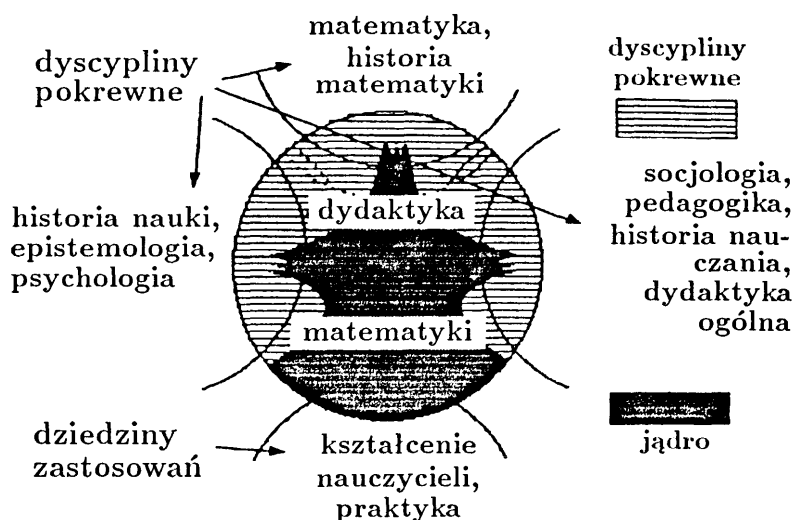
- tworzenia lokalnych teorii (na przykład dotyczących matematyzacji, rozwiązywania zadań, dowodzenia, ćwiczeń sprawnościowych);
- analizy i doboru matematycznej treści nauczania z intencją uzyskania dostępności dla ucznia;

---

do innych dydaktyk przedmiotowych, a także do pedagogiki. Por. Clifford/Guthrie, 1988 — szczegółowe studium kryzysu samookreślenia wydziałów pedagogicznych czołowych uniwersytetów amerykańskich.

- krytycznego spojrzenia na treści matematyczne i ich motywację z punktu widzenia ogólnych celów nauczania;
- badań nad warunkami wstępnymi i procesami nauczania–uczenia się;
- tworzenia i oceny konkretnych jednostek dydaktycznych, w szczególności z punktu widzenia jakości indukowanego przez nie procesu uczenia się;
- tworzenia i oceny programów;
- tworzenia metod planowania, realizacji, obserwacji i analizy nauczania.

Działalność badawcza w tym JĄDRZE nie jest możliwa bez refleksyjnego doświadczenia w uczeniu się i bez prawdziwego zainteresowania praktyką nauczania. Jednak ta orientacja JĄDRA ku praktyce może łatwo prowadzić do wąskiego pragmatyzmu skoncentrowanego na bezpośredniej stosowalności, a przez to działać destrukcyjnie. Tego niebezpieczeństwa można uniknąć tylko wówczas, gdy JĄDRO będzie mocno związane z różnorodnymi dziedzinami pokrewnymi, co umożliwi przebadanie teoretyczne korzeni JĄDRA we wszystkich istotnych aspektach, a także wymianę idei między JĄDREM i innymi dyscyplinami (rysunek 1). Przy tym JĄDRO nie jest od dyscyplin pokrewnych ostro oddzielone; przeciwnie — częściowo zachodzą i wpływają na siebie. W ciągu



Rys. 1 Jądro i dziedziny pokrewne dydaktyki matematyki oraz ich związki z dyscyplinami pokrewnymi i dziedzinami zastosowań

rozwoju dydaktyki matematyki granice między nią a dziedzinami pokrewnymi mogą się też przesuwać. Choć specjalności pokrewne są niezbędne do optymalnego funkcjonowania całego organizmu, specyfika dydaktyki matematyki leży w JĄDRZE, które też musi być jej centralnym komponentem. Skuteczność dydaktyki matematyki w wypełnianiu swych zadań ocenia się właśnie

postępem dokonany w jej JĄDRZE. Przypomina to sytuację muzyki, techniki i medycyny. Na przykład, skomponowanie i wykonanie muzyki musi mieć wyższą rangę niż historia, krytyka i teoria muzyki; w technice — skonstruowanie maszyny i jej doskonalenie jest ważniejsze od mechaniki, termodynamiki i materiałoznawstwa; wreszcie w medycynie — leczenie pacjentów ma wagę centralną w stosunku do socjologii medycznej, historii medycyny czy badań dotyczących komórek organizmu ludzkiego.

Podział zadań między JĄDRO i specjalności pokrewne nie znaczy, że JĄDRO redukuje się do zastosowań praktycznych, a specjalności pokrewne mają rozwijać niezbędną teorię. Przeciwnie, tworzenie teorii czy ram teoretycznych odnoszących się do projektu dydaktycznego i badań eksperymentalnych nad nauczaniem jest istotnym składnikiem działalności w JĄDRZE (por. przekonujące argumenty Freudenthala, 1987).

Jak w technice, medycynie i sztuce, tak i w dydaktyce matematyki na odmienny status JĄDRA i dziedzin pokrewnych wyraźnie wskazują następujące fakty:

1. JĄDRO jest skierowane na **interdyscyplinarne, zintegrowane i wieloaspektowe spojrzenie i na konstruktywne działania**, gdzie twórcza pomysłowość dydaktyków matematyki ma ogromne znaczenie. Specjalności pokrewne natomiast w znacznie większym stopniu wywodzą się z odpowiadających im dyscyplin. Dlatego w dydaktyce działalność badawcza i rozwojowa jest na ogół **specyficznie** ukierunkowana wymogami JĄDRA. Studia teoretyczne w specjalnościach pokrewnych stają się istotne tylko o tyle, o ile są powiązane z JĄDREM i dzięki temu uzyskują specyficzny sens. W szczególności problemy badawcze wymienione przez Bauersfelda (1988, 16–18) można podjąć w sposób dostatecznie konkretny i produktywny tylko wówczas, gdy wychodzimy z JĄDRA.

2. Kształcenie nauczycieli skierowane ku praktyce musi być oparte na JĄDRZE. Specjalności pokrewne są niezbędne do głębszego rozumienia propozycji praktycznych, a także do ich stosowania w właściwy sposób. Jednak także w kształceniu nauczycieli specjalności pokrewne nabierają pełnego znaczenia dopiero wówczas, gdy są związane z JĄDREM.

Centralne położenie JĄDRA — to po prostu wyraźne wskazanie na charakter dydaktyki matematyki jako **nauki stosowanej**. Podkreślanie jego statusu bynajmniej nie znaczy, że chcemy pomniejszyć wagę specjalności pokrewnych, albo odseparować JĄDRO od nich. Jak wyraźnie pokazuje rysunek 1, na pełny obraz dydaktyki matematyki składa się zarówno JĄDRO, specjalności pokrewne, jak i związki między JĄDREM i specjalnościami pokrewnymi. Na wszystkich osobach zajmujących się dydaktyką matematyki, bez względu na ich specjalne obszary zainteresowania, ciąży więc wspólna odpowiedzialność.

Działalność w ramach JĄDRA musi rozpocząć się od **aktywności matematycznej** jako oryginalnego i naturalnego elementu poznania ludzkiego i od uznania „matematyki” za szerokie zjawisko społeczne, o wielce rozmaitych przejawach i środkach ekspresji, które jedynie częściowo odzwierciedla matematyka uniwersytecka. W rezultacie, dydaktykom matematyki potrzebny jest żywy kontakt z matematyką i jej zastosowaniami, a istotną część swego życia zawodowego muszą oni poświęcić stymulowaniu, obserwowaniu i analizowaniu prawdziwej działalności matematycznej dzieci, uczniów i studentów. Organizowanie i obserwowanie tego fascynującego spotkania istoty ludzkiej z matematyką stanowi sedno specjalizacji dydaktycznej i daje naturalny kontekst do dyskusji zawodowej między nauczycielami.

## 2 Dylemat na obecnym etapie rozwoju dydaktyki matematyki: zaniedbanie JĄDRA

„Nauki twarde” dobrze radzą sobie z „miękkimi problemami”. „Nauki miękkie” przegrywają z kretesem w konfrontacji z „twardymi problemami”.

Heinz v. Foester

Podjęcie naukowe do problemów uczenia się i nauczania, wymagane przez dydaktykę matematyki, winno mieć naukową oprawę, do której zalicza się metody i standardy badawcze. Jako młoda dyscyplina, dydaktyka matematyki znajduje się tu pod ogromną presją z różnych stron. Tymczasem pytanie, jak ustanowić standardy, jest równie kontrowersyjne jak sam status dydaktyki matematyki, i różnie można na nie odpowiadać.

Nasuwa się natychmiastowa odpowiedź, że metody i standardy należy zaadaptować z nauk twardych i z nauk humanistycznych. Zaryzykuję tezę, że na całym świecie ogromna liczba dydaktyków matematyki poszła tą drogą, ku czemu przygotowanie i osobiste zainteresowania mogły motywować równie silnie, jak potrzeba uznania i oparcia ze strony uczonych o pokrewnych specjalnościach. A tymczasem podejścia, metody i standardy przejęte z dyscyplin pokrewnych bardziej nadają się do stosowania w sąsiedztwie tych dyscyplin, niż do problemów JĄDRA. W rezultacie ogromna część badań w dydaktyce matematyki upodobnia się do matematyki, psychologii, pedagogiki, socjologii, historii nauki, historii nauczania itp. W ten sposób holistyczny początek dydaktycznego myślenia: działalność matematyczna w kontekstach społecznych, żywy związek człowieka z matematyką — zamazuje się, a specyficzne zadanie JĄDRA jest zaniedbane. Według mnie, jest to dylemat, który obecnie blokuje

poważniejszy postęp w dydaktyce matematyki<sup>3</sup>.

Ruch od JĄDRA w kierunku specjalności pokrewnych jest też dlatego problematyczny, że często adopcja schematów i standardów z dyscyplin pokrewnych jest powiązana z dogmatycznym twierdzeniem, jakoby te schematy i standardy były jedynymi do przyjęcia przez dydaktykę. To stanowisko pociąga za sobą ślepotę na centralne zadanie dydaktyki matematyki i systematyczne nie docenianie konieczności **konstruktywnych osiągnięć** w JĄDRZE, aż do całkowitego negowania naukowego charakteru JĄDRA. Ci dydaktycy matematyki, którzy schronili się w „ogrodzie matematycznym” (H. Meschkowski), mają skłonność do trywializowania edukacyjnych aspektów dydaktyki matematyki, zaś działający na terenie bliskim psychologii i pedagogice lekceważą aspekty matematyczne. Te tendencje dodatkowo wzmagają głosy pochodzące od przedstawicieli pokrewnych dyscyplin, które w sposób mniej lub bardziej oficjalny wypowiadają się przeciw uznaniu naukowego statusu dydaktyki. W efekcie obserwujemy bezsensowne cofnięcie się na pozycje redukcjonistyczne, wiele lat temu uznane za bezpodstawne (por. Bigalke, 1985; Winter, 1985). Jak na ironię, dydaktyka matematyki w późnych latach sześćdziesiątych przelamywała dokładnie te same spolaryzowane poglądy.

### 3 Dydaktyka matematyki jako systemowo–ewolucyjna „design science”

To instrument kreuje zjawiska... Zjawisko religijne można rozpoznać jako takie jedynie wówczas, gdy ujmiemy je w jego modalności, tj. za pomocą religijnego instrumentu. Próba zlokalizowania takiego zjawiska środkami fizjologii, psychologii, socjologii, ekonomii, lingwistyki itp. znaczy jego zaprzeczenie. Znacząco zgubienie jego wyjątkowości i nieredukowalności.

Mircea Eliade

Ustanowienie standardów naukowych w dydaktyce matematyki przez przyjęcie standardów z dyscyplin pokrewnych prowadzi, jak pokazaliśmy, do sytu-

<sup>3</sup>Por. Clifford/Guthrie, 1988, s. 3: „Twierdzimy, że wydziały pedagogiczne, szczególnie należące do prestiżowych uniwersytetów, dały się nierozważnie wciągnąć w kulturę i politykę akademicką macierzystych instytucji, porzucając swoje własne światy. Rzadko udaje się im odnieść sukces w wypełnianiu norm naukowych wydziałów humanistycznych czy przyrodniczych, a jednocześnie wyobcowały się ze swego środowiska. Im zacieklej wiosłują ku łądom badań naukowych — tym bardziej oddalają się od szkoły, której mają służyć. [Wydziały pedagogiczne (*Schools of Education*) uniwersytetów amerykańskich grupują także dydaktyki przedmiotowe. (Przypis Redakcji *D.M.*)]

acji nie do przyjęcia: podejmowania tylko takich problemów i zadań dydaktyki matematyki i tylko w takim zakresie, by było to dostępne dla metod dyscyplin pokrewnych; JĄDRO nie byłoby wówczas w pełni uznane za swoistą specjalność naukową.

Jest na szczęście inna droga, otwierająca się wówczas, gdy porzucimy fikcję na tradycyjnych strukturach dyscyplin naukowych i zamiast tego spojrzymy na specyficzny charakter JĄDRA, a mianowicie projektowanie i badanie nauczania matematyki **wraz z towarzyszącym rusztowaniem teoretycznym**. Wówczas dydaktyka matematyki, wraz z innymi dydaktykami przedmiotowymi, wpisuje się w szerszą klasę, klasę nauk projektowych<sup>4</sup> (*design sciences*)(por. Wittmann, 1974), których status naukowy został wyraźnie odgraniczony od statusu nauk przyrodniczych przez noblistę Herba Simona. Następujący cytat z Simona (1970, 55–58) wyjaśnia też opory, na jakie idea *design sciences* natrafia w kręgach akademickich. W ten sposób obecny dylemat dydaktyki matematyki lokuje się w szerszym kontekście i staje się dostępny racjonalnej ocenie.

Historycznym i tradycyjnym zadaniem dyscyplin naukowych jest nauczanie o rzeczach naturalnych: jakie są i jak funkcjonują. Zadaniem szkół politechnicznych jest nauczanie o rzeczach sztucznych: jak wytworzyć artefakty mające żądane własności i jak projektować.

Inżynierowie nie są jedynymi profesjonalnymi projektantami. Projektuje ten, kto wymyśla ciągi działań zmieniające sytuację zastaną w pożądaną. Działalność intelektualna produkująca artefakty materialne nie różni się istotnie od tej, która prowadzi do przepisania lekarstwa dla chorego pacjenta, nowego planu sprzedaży kompanii handlowej albo polityki społecznej państwa. Tak rozumiane projektowanie stanowi trzon wszelkiego kształcenia zawodowego; jest to zasadnicza cecha odróżniająca zawody od nauk. Dla politechnik, tak jak dla wydziałów architektury, szkół handlowych, pedagogicznych, prawa i medycyny, projektowanie stanowi główny ośrodek zainteresowania.

Z perspektywy kluczowej roli projektowania w działalności zawodowej paradoksem jest fakt, że w obecnym stuleciu nauki przyrodnicze niemal wyparły naukę o wytworach z programów szkół zawodowych. Uczelnie politechniczne stały się szkołami nauk przyrodniczych; uczelnie handlowe — szkołami matematyki dyskretniej. Użycie przymiotnika „stosowany”

---

<sup>4</sup> Używanie terminu „projekt” i terminów pochodnych w tym artykule może być irytujące, gdyż tradycyjnie terminy te są rozumiane w kontekście procesów mechanicznych produkowania, narzędzi i systemów kontrolnych (por. Jackson, 1983, s. 163 i dalsze). W paragrafie 3 tego artykułu pokażemy jednak, że w uderzającym kontraście do „mechanicznego” paradygmatu projektowania i zarządzania jest nowy „systemowo-ewolucyjny” paradygmat, oparty na uznaniu złożoności i samoorganizacji systemów żywych. Terminu „projekt” i pochodnych używamy tu właśnie w kontekście tego nowego paradygmatu.

skrywa ten fakt, ale go nie zmienia. Znaczy to po prostu, że w uczelniach zawodowych z matematyki i nauk przyrodniczych akcentuje się te zagadnienia, które zostały uznane za najbliższe praktyki zawodowej. Nie znaczy to, że naucza się projektowania, będącego czym innym niż analiza.

Ruch w kierunku nauk przyrodniczych z jednoczesnym odchodzeniem od nauk o wytworach nastąpił szybciej i poszedł dalej w inżynierii, handlowości i medycynie niż w innych dziedzinach zawodowych, o których wspomniałem, co jednak nie znaczy, że jest nieobecny na wydziałach prawa, dziennikarstwa czy bibliotekoznawstwa. Silne uniwersytety są nim bardziej zarażone niż słabe, a programy studiów doktoranckich silniej niż magisterskich. Tylko nieliczne rozprawy doktorskie w najznamienitszych uczelniach zawodowych dotyczą dzisiaj prawdziwych zagadnień projektowania, zamiast problemów fizyki ciała stałego czy procesów stochastycznych...

Ten uniwersalny problem musi mieć jakąś podstawową przyczynę. I ma, bardzo oczywistą. Ponieważ wydziały zawodowe, włączając niezależne uczelnie politechniczne, są coraz bardziej wchłaniane przez ogólną kulturę uniwersytetu — tęsknią za uznaniem na polu nauki. Według dominujących norm, uznanie na polu nauki wymaga tematyki intelektualnie trudnej, analitycznej, formalizowalnej i dającej się nauczać. Dawniej, większość tego, o ile nie wszystko, co wiedzieliśmy o projektowaniu i o naukach o wytworach, było intelektualnie miękkie, intuicyjne, nieformalne i w stylu książki kucharskiej. Po co na uniwersytecie miałby ktoś zniżać się do tego, żeby wyklądać czy uczyć się o projektowaniu maszyn czy planowaniu strategii rynkowej, skoro może zająć się fizyką ciała stałego? Toteż nikt na ogół na to nie idzie.

Problem ten jest dzisiaj szeroko znany w naukach inżynierskich i medycynie i w nieco mniejszym zakresie w handlowości. Niektórzy nie uważają tego za problem, gdyż traktują wydziały nauk stosowanych jako lepszą odmianę dawnych wydziałów handlowych. Gdyby na tym polegał wybór — można by się zgodzić. Jednak żadna z tych opcji nie jest zadowalająca. Wydziały zawodowe dawnego typu nie umiały kształcić w profesjonalnym projektowaniu na poziomie intelektualnym właściwym dla uniwersytetu; nowe wydziały niemal odcięły się od odpowiedzialności za nauczenie umięjętności zawodowych w właściwym sensie. Stańliśmy więc wobec problemu stworzenia studium zawodowego, wypełniającego jednocześnie dwa cele: kształcenie w zakresie zarówno nauk o wytworach, jak i nauk przyrodniczych, na wysokim poziomie intelektualnym.

Sedno problemu tkwi w wyrażeniu „nauka o wytworach” (*artificial science*). Szczególne właściwości artefaktu znajdują się na cienkiej przegrodzie między prawami natury w nim samym i prawami natury poza nim. Co można o tym powiedzieć? Co jest tu do studiowania poza naukami z pogranicza – tymi, które rządzą środowiskiem środków i zadań?

Świat rzeczy sztucznych koncentruje się właśnie na tej przegrodzie między środowiskiem wewnętrznym i zewnętrznym; stara się osiągać cele



adaptując to pierwsze do tego drugiego. Właściwy przedmiot studiowania dla osób, które interesują się rzeczami sztucznymi — to sposób urzeczywistnienia adaptacji środków do środowiska; a w jego ognisku jest sam proces projektowania.

Teżą tego rozdziału jest uznanie, że taka nauka o projektowaniu nie tylko jest możliwa, lecz właśnie powstaje na naszych oczach.<sup>5</sup>

Według mnie, ramy nauki projektowej otwierają przed dydaktyką matematyki jedyną rozsądną perspektywę, umożliwiając wypełnienie jej zadań, a przez to jej dalszy rozwój jako nauki stosowanej. Ramy te wspierają stanowisko wyrażone w paragrafie 2, gdyż JĄDRO dydaktyki matematyki zajmuje się przede wszystkim konstruowaniem „sztucznych przedmiotów”, mianowicie jednostek dydaktycznych, koncepcji i programów nauczania, a także badaniem ich możliwych skutków w różnych „ekologiach” dydaktycznych (por. pojęcie „badań rozwojowych” u Freudenthala, 1991, a także u Wittmanna, 1984). Jakość tych konstrukcji naprawdę zależy od teoretycznie uzasadnionej fantazji twórczej, „geniuszu” projektantów i od systematycznej ich oceny; obydwie aspekty są typowe dla nauk projektowych.

To, jak dalece koncepcja dydaktyki matematyki jako nauki projektowej odzwierciedla działalność zawodową nauczycieli pokazują, na przykład, Clark i Yinger (1987, s. 97–99), określający nauczanie jako „zawód projektancki” (*design profession*).

Wyraźne odgraniczenie dydaktyki matematyki jako nauki projektowej od nauk pokrewnych podkreśla jej specyficzny charakter i względną niezależność. Próby zorganizowania dydaktyki matematyki przez modelowanie jej na wzór nauk pokrewnych gubi istotę rzeczy, gdyż ignoruje naczelną rolę fantazji twórczej do innowacji teoretycznych i praktycznych.

---

<sup>5</sup>Niedocenia „umiejętności projektowania i wytwarzania” jest głęboko zakorzenione w naszej kulturze. Por. A. Smith, *A coherent set of decisions, the Stanley Lecture, Manchester Polytechnic*, 1980, s. 22: „Całe nasze społeczeństwo przejawia niewielkie poważanie dla umiejętności projektowania i wytwarzania. Istotnie, w wielu naszych szkołach spogląda się z góry na te umiejętności i mówi się o nich jako o dziedzinie stosownej raczej dla mniej uzdolnionych jednostek. Pamiętam, gdy jako przewodniczący Rady Szkolnej wizytowałem pewną szkołę. Po raczej konwencjonalnej prezentacji pracy tej szkoły zaprowadzono mnie do pracowni, gdzie na ławce stał piękny i bardzo kompetentnie wykonany przedmiot z metalu. Gdy go z prawdziwą przyjemnością oglądałem, objaśniono mi, że jest to dzieło „jednego z naszych mniej zdolnych uczniów”. Było to wspaniałe objaśnienie, wyrażające całe ogromne wypaczenie naszej skali wartości. Oto było dzieło ujawniające talent, na swój sposób równie doskonale jak najlepsze wypracowanie angielskie ucznia biegłego w tym języku, jednak nie uznawane za takie przez ludzi z akademickim wykształceniem. Pisanie piórem na papierze jest działalnością wysoko notowaną, godną szacunku; wymyślenie wzoru i wykonanie go rękami jest działalnością notowaną nisko, mniej godną szacunku.”

Co do zakresu badań i standardów, dydaktycy matematyki działających w JĄDRZE powinni przede wszystkim zaczynać od już uzyskanych wyników. Bez wątpienia, w ciągu ostatnich 25 lat uczyniono w zakresie JĄDRA znaczny postęp, m. in. w tworzeniu ram teoretycznych, ustanowiono też standardy, które bardzo dobrze mogą służyć jako orientacja na przyszłość. Oczywiście, rozsądne jest też adoptowanie metod i standardów z dyscyplin pokrewnych, na tyle, na ile są one właściwe dla problemów JĄDRA. W każdym razie celem jest nie odseparowanie JĄDRA od dyscyplin pokrewnych, ale ustanowienie związków, jak podkreśliłszy już w paragrafie 1.

Trudno się dziwić, że występują sprzeciwy wobec uznania dydaktyki matematyki za *design science*, z tego prostego powodu, że nauki projektowe tradycyjnie naśladowały — i wciąż szeroko naśladową — paradygmat mechaniczny, którego destruktywne efekty uboczne stają się obecnie coraz lepiej widoczne. Takie podejście byłoby z pewnością szkodliwe w dydaktyce. Jesteśmy jednak świadkami powstawania nowego paradygmatu nauk projektowych, opartego na „systemowo-ewolucyjnym” rozwoju żywych systemów i biorącym pod uwagę złożoność i samoorganizację tych systemów (por. Malik, 1986).

Nawet jeśli specjaliści nauk projektowych generalnie wahają się z przyjęciem nowego paradygmatu, nie ma powodu, by dydaktycy matematyki nie mieli go naśladować; tym bardziej, że nowy paradygmat koresponduje z ostatnimi wydarzeniami w naszej dziedzinie. Systemowo-ewolucyjny pogląd na relacje nauczyciel-uczeń i teoretyk-praktyk różni się ogromnie od tradycyjnego. Wiedzy nie uważa się już za wynik przekazu od nauczyciela do biernego ucznia, ale za twórcze osiągnięcie ucznia, uczącego się w społecznej interakcji z innymi uczniami i nauczycielem. Dlatego materiały wytworzone przez dydaktyków matematyki muszą być tak pomyślane, by umożliwiały to podejście interaktywne. W szczególności muszą one zostawiać swobodę nauczycielowi i uczniom dla dokonywania własnych wyborów. W celu ułatwienia i stymulacji elastycznego użycia wytworzonych w ten sposób materiałów nauczyciele muszą być kształceni jako partnerzy w badaniach i twórczości, a nie jako zwykli odbiorcy gotowego produktu (por. Schwab, 1983; Fischer/Malle, 1983; a także prace Browna/Cooney, Seegera/Steinbringa, Voigta i innych w *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 4/91 i 5/91). W konsekwencji, kształcenie nauczycieli otrzymuje nową jakość. Ważną orientację dla innowacji w tym kierunku daje podejście zaproponowane przez Schöna (1987) dla kształcenia inżynierów, oparte na idei „refleksyjnego praktyka”.

Jako systemowo-ewolucyjna nauka projektowa, dydaktyka matematyki może iść różnymi drogami. Na pewno nie byłoby rozsądne rozwijanie jej w kierunku „monoparadygmatycznym”, co postuluje się na przykład dla nauk przyrodniczych. W naukach projektowych równoczesne pojawianie się różnych

podejść jest symptomem postępu, a nie cofnięcia, jak twierdzi Thommen (1983, 227) o teorii zarządzania:

Z powodu stale zmieniającej się gospodarki światowej jest możliwa (re)konstrukcja kontekstu ekonomicznego w ramach różnych formalnych ram czy modeli. Nie muszą one wykluczać się wzajemnie; przeciwnie, mogą się nawet uzupełniać, jako że żaden model nie może uwzględnić **wszystkich** problemów i aspektów, a także rozważyć i wyważyć je **jednako**. Im więcej jest modeli, tym więcej bada się problemów i aspektów, tym więcej szans na wzajemne korygowanie. Dlatego traktujemy różnorodność modeli w teorii zarządzania jako wskaźnik dalszego rozwoju tej dziedziny w procesie ewolucyjnym, a nie rewolucyjnym, gdzie pojawiają się nowe modele a stare znikają.

## 4 A przyszłość?

Żaby zdają się chętnie zapominać, że kiedyś także były kijankami.

Przysłowie koreańskie

Mówiąc ogólnie, uważam za pewnik, że we wszystkich dziedzinach ludzkiego życia stanie się nieuniknione zajmowanie się złożonymi systemami, w sposób inteligentnie oparty na nauce. Bardzo często metody oferowane przez ustalone dyscypliny nie są już wystarczające. Ostatnio Riedel (1988) apelował o bardziej odnoszącą się do kontekstu, praktyczniejszą i mniej formalną „drugą filozofię”, przeciwstawiając ją tradycyjnej „pierwszej filozofii”, zmierzającej do pełnego opisu i dedukcji, skazanej na przegraną w zastosowaniu do złożonych systemów przez swą „ideologię samoograniczenia” (Roland Fischer). Wydaje się, że jest to sygnał do krytycznej refleksji we wszystkich naukach, z czego dydaktyka matematyki jako systemowo-ewolucyjna nauka projektowa mogłaby wynieść korzyści na dłuższą metę. Społeczeństwo będzie bowiem musiało uznać fakt, że rozwój możliwości człowieka jest co najmniej równie ważny dla powodzenia gospodarczego jak rozwój nowych technologii i nowych strategii rynkowych.

Na krótką metę sytuacja dydaktyki na uniwersytetach będzie trudna. Opór ze strony dyscyplin pokrewnych przeciw wprowadzeniu dydaktyki do programów kształcenia nauczycieli **wszystkich** poziomów i finansowaniu badań dydaktycznych prawdopodobnie nie ustąpi. Historia uniwersytetów zna wiele przypadków, gdy ustalone dyscypliny nieuczciwie działały przeciw dyscyplinom nowo tworzyłym. Opór starych uniwersytetów przeciw politechnikom pod

koniec XIX wieku, walka matematyków „czystych” przeciw tym od zastosowań na początku wieku XX i głosowanie w Niemieckim Towarzystwie Filozoficznym przeciw utworzeniu katedry pedagogiki na uniwersytetach w latach pięćdziesiątych — to tylko kilka przykładów. Oczywiście, trudno jest specjalistom zrozumieć i docenić nowe kierunki pojawiające się na odległych peryferiach ich dyscypliny.

W celu umocnienia swojej pozycji na uniwersytetach — i by uzyskać fundusze na badania — dydaktycy matematyki potrzebują oparcia w społeczeństwie. A tutaj stosunki dydaktyki matematyki ze szkołą grają podstawową rolę. Użyteczność i niezbędność badań dydaktycznych dla praktyki musi być przekonująco pokazana nauczycielom, inspektorom, administracji, rodzicom i wszystkim zainteresowanym. Można to osiągnąć tylko z JĄDRA, tj. skupiając się na głównych zadaniach i organizując odpowiednio projektowanie, badania i kształcenie nauczycieli.

Obiecującym zadaniem na przyszłość jest ustanowienie sieci SZKOŁA – ADMINISTRACJA – NAUCZYCIELE – KSZTAŁCENIE NAUCZYCIELI – BADANIA ROZWOJOWE — sieci, w której JĄDRO dydaktyki matematyki znajdzie, oczywiście, swe właściwe miejsce.<sup>6</sup>

### Literatura

B a u e r s f e l d, H.: 1988, Quo Vadis? Zu den Perspektiven der Fachdidaktik, *mathematica didactica* 11, 3–24.

B i g a l k e, H.-G.: 1985, Beiträge zur wissenschaftstheoretischen Diskussion der Mathematikdidaktik. W: Bönsch, M., Schäffner, L., *Theorie und Praxis. Schriftenreihe aus dem FB Erziehungswissenschaften I der Universität Hannover*, Hannover.

C l a r k, C h. M., Y i n g e r, R. J.: 1987, *Teacher Planning*, W: Calderhead, J., *Exploring Teachers' Thinking*, London.

---

<sup>6</sup>Por. Clifford/Guthrie, 1988, s. 349–350: „Naczelną misją wydziałów pedagogicznych powinno być umocnienie kształcenia przez przygotowanie nauczycieli, badanie procesu kształcenia i badanie oświaty jako instytucji społecznej. Jak zauważył John Best, zadania wydziałów pedagogicznych są zupełnie inne niż te, przed którymi stoją specjaliści od polityki na wydziale nauk politycznych; zajmując się rozwijaniem własnej dyscypliny, nie mają oni obowiązku kształcić urzędników powiatowych, zarządców miast czy prawodawców państwa, ani też wykazywać się pracą badawczą w tym kierunku. Natomiast wydział pedagogiczny dla wypełnienia swoich obowiązków musi przyjąć zawód nauczycielski, a nie działalność akademicką, za główny punkt odniesienia. Nie wystarczy powiedzieć, że główna siła wydziałów pedagogicznych leży w tym, iż stanowią one jedyne miejsce, gdzie patrzy się na podstawowe zagadnienia w różnych aspektach naukowych. Czyniły tak już od ponad półwiecza, bez dostrzegalnych efektów w praktyce szkolnej. Pora, by różne instytucje zmieniły bieg.

Clifford, G. J., Guthrie, J. W.: 1988, *Ed School, A Brief for Professional Education*, Chicago and London.

Fischer, R., Malle, G.: 1983, *Mensch und Mathematik*, Mannheim.

Freudenthal, H.: 1987, Theoriebildung zum Mathematikunterricht, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 3, 96–103.

Freudenthal, H.: 1991, *Revisiting Mathematics Education. China Lectures*, Dordrecht: Kluwer.

Jackson, P. H. A.: 1968, *Life in Classrooms*, New York: Holt, Rinehart and Winston.

Krygowska, A. Z.: 1972, Mathematik–didaktische Forschung an der Pädagogischen Hochschule Krakau, *Beiträge zum Mathematikunterricht*, Hannover, 117–125.

Malik, F.: 1986, *Strategie des Managements komplexer Systeme*, Bern.

Riedel, M.: 1988, *Für eine zweite Philosophie*, Frankfurt a.M.

Schön, D.: 1987, *Educating the Reflective Practitioner*, San Francisco and London.

Schupp, H.: 1979, Evaluation eines Curriculums, *Der Mathematikunterricht* 25, 22–42.

Schwab, J.: 1983, The Practical 4: Something for Curriculums Professors to Do, *Curriculum Inquiry* 13, 239–265.

Simon, H. A.: 1970, *The Sciences of the Artificial*, Cambridge (Mass.).

Thommen, J.-P.: 1983, *Die Lehre von der Unternehmensführung*, Bern und Stuttgart.

Winter, H.: 1986, Was heisst und zu welchem Ende studiert man Mathematikdidaktik? W: Schanze, H., *Lehrerbildung in Aachen — Geschichte, Entwicklungen, Perspektiven*, Aachen, s. 174–194.

Winter, H.: 1985, Reduktionistische Ansätze in der Mathematikdidaktik, *Der Mathematikunterricht* 31, 75–88.

Wittmann, E. C. H.: 1974, Didaktik der Mathematik als Ingenieurwissenschaft, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 3, 119–121.

Wittmann, E. C. H.: 1984, Teaching Units as the Integrating Core of Mathematics Education, *Educational Studies in Mathematics* 15, 25–36.

Wittmann, E. C. H.: 1991, From inservice courses to systematic cooperation between theory and practice, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 5, 159–160.

*tlumaczył: Stefan Turnau*