

174/2001

Raport Badawczy
Research Report

RB/31/2001

**Integracyjna rola matematyki
w nauczaniu przedmiotów
matematyczno-przyrodniczych**

**M. Bereziński,
Z. Falkowska-Singer, D. Wagner**

Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk

Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 8373578

fax: (+48) (22) 8372772

Pracę zgłosił: prof. dr inż. Roman Kulikowski

Warszawa 2001

INTEGRACYJNA ROLA MATEMATYKI W NAUCZANIU PRZEDMIOTÓW MATEMATYCZNO- PRZYRODNICZYCH

Mirosław Bereziński*, Zofia Falkowska-Singer**, Dariusz Wagner*

*Instytut Badań Systemowych PAN, ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa

**Gimnazjum nr 44, ul. Smolna 30, 00-375 Warszawa

Streszczenie: Ważnym wyróżnikiem reformy edukacji jest dążenie do przekazania uczniom idei interdyscyplinarności wiedzy naukowej, której podstawy zdobywają w szkole. Realizacji tego celu ma służyć wzbogacenie tradycyjnej metody nauczania przedmiotowego o koncepcję ścieżek edukacyjnych oraz wprowadzenie dwóch bloków przedmiotowych: humanistyczno-historycznego i matematyczno-przyrodniczego. Celem artykułu jest przedstawienie kluczowego znaczenia ścieżki filozoficznej dla całego procesu edukacji gimnazjalnej oraz integracyjnej roli matematyki w nauczaniu przedmiotów matematyczno-przyrodniczych.

1. WPROWADZENIE

Ostatnim etapem edukacji szkolnej w Polsce jest gimnazjum. Ogólny cel edukacji gimnazjalnej został sformułowany w załączniku nr 2 do "Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 21 maja 2001 r. w

sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego, kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół oraz kształcenia w profilach w liceach profilowanych" (Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Nr 64, 2001) w następujący sposób: "W gimnazjum nauczyciele wprowadzają uczniów w świat wiedzy naukowej, wdrażają ich do samodzielności, pomagają im w podejmowaniu decyzji dotyczącej kierunku dalszej edukacji i przygotowują do aktywnego udziału w życiu społecznym". Potem uszczegóławia się ten cel stwierdzając: "Edukacja w gimnazjum, wspomagając rozwój ucznia jako osoby i wprowadzając go w życie społeczne, powinna przede wszystkim: (1) wprowadzać ucznia w świat nauki przez poznawanie języka, pojęć, twierdzeń i metod właściwych dla wybranych dyscyplin naukowych na poziomie umożliwiającym dalsze kształcenie, (2) rozbudzać i rozwijać indywidualne zainteresowania ucznia, (3) wprowadzać ucznia w świat kultury i sztuki, (4) rozwijać umiejętności społeczne ucznia przez zdobywanie prawidłowych doświadczeń we współżyciu i współdziałaniu w grupie rówieśniczej".

Zadanie zapoznania ucznia w ciągu trzech lat nauki w gimnazjum z ogólnymi podstawami współczesnej wiedzy naukowej jest bardzo ambitne i zasadne, ale skutecznie mogą je realizować tylko odpowiednio merytorycznie przygotowane interdyscyplinarne zespoły nauczycielskie. Interdyscyplinarność jest pojęciem z ogólnej teorii systemów i ma w tej dziedzinie dobrze określone znaczenie. Samo występowanie w zespole nauczycieli różnych przedmiotów jest wprawdzie koniecznym warunkiem jego interdyscyplinarności, lecz nie wystarczającym. Niezbędne jest ponadto istnienie jasno sformułowanego celu zespołu oraz specjalistycznego języka, w jakim będą porozumiewać się jego członkowie. Aby był to język zrozumiały dla wszystkich, musi mieć charakter interdyscyplinarny.

Chodzi o to, że jeżeli w zespole będzie na przykład matematyk, chemik i geograf, to każdy z nich musi znać i poprawnie pojmować co najmniej podstawowy zasób pojęć ze wszystkich reprezentowanych przez nich dziedzin, gdyż w przeciwnym razie nie będzie między nimi prawidłowej komunikacji. W interdyscyplinarnym zespole nauczycielskim podstawową formą więzi systemowych jest wymiana informacji.

Zespół jako całość ma do wykonania określone zadanie. Każdy z członków zespołu bierze udział w jego realizacji, wykonując w trybie bezpośredniej współpracy z innymi przydzielone mu podzadanie, wynikające z ogólnego celu istnienia zespołu. Ogólny cel pracy zespołu jest nadrzędny w stosunku do celów cząstkowych, realizowanych przez poszczególnych nauczycieli, a wynikających z przyjętego i obowiązującego w szkole programu zajęć przedmiotowych i wychowawczych.

Paradygmatem współczesnej wiedzy naukowej jest jej systemowość i interdyscyplinarność. Przekazywaniu uczniom podstaw tej wiedzy mają służyć prowadzone w gimnazjum zajęcia edukacyjne, tzn. zajęcia o charakterze dydaktyczno-wychowawczym, w toku których odbywa się nauczanie poszczególnych przedmiotów oraz realizacja ścieżek edukacyjnych. Ścieżka edukacyjna została w określona w wymienionym wyżej *Rozporządzeniu* jako "zestaw treści i umiejętności o istotnym znaczeniu wychowawczym, których realizacja może odbywać się w nauczaniu poszczególnych przedmiotów (bloków przedmiotowych) lub w postaci odrębnych zajęć". Wyróżniono następujące ścieżki: (1) edukacja filozoficzna, (2) edukacja prozdrowotna, (3) edukacja ekologiczna, (4) edukacja czytelnicza i medialna, (5) edukacja regionalna - dziedzictwo kulturowe

w regionie, obrona cywilna, (6) edukacja europejska i (8) kultura polska na tle cywilizacji śródziemnomorskiej. Za uwzględnienie problematyki ścieżek w szkolnym zestawie programów nauczania odpowiadają dyrektorzy gimnazjów, a obowiązek ich realizowania mają nauczyciele wszystkich przedmiotów, którzy do własnych programów powinni włączyć odpowiednie treści stosownych ścieżek.

Chociaż w podanym w *Rozporządzeniu* określeniu pojęcia ścieżek edukacyjnych zostało wyakcentowane wychowawcze znaczenie przyporządkowanych im treści, to jednak z dalszej analizy podstawy programowej wynika, że – oprócz jasno określonych celów edukacyjnych właściwych każdej z nich – wszystkie ścieżki mają charakter międzyprzedmiotowy. A zatem, realizacja ścieżek powinna służyć wyrabianiu w umysłach uczniów jednolitego obrazu systemowo złożonej rzeczywistości i uzmysławiać im, że chociaż współczesna nauka dysponuje olbrzymimi możliwościami poznawczymi, to jednak zawsze będą istniały obszary rzeczywistości niedostępne dla nauki. Uczeń gimnazjum powinien dowiedzieć się, że każda prawda naukowa jest wprawdzie obiektywna w sensie paradygmatu panującego w nauce w czasie jej odkrywania, ale nie musi być obiektywna w sensie absolutnym. Refleksją nad rzeczywistością, prowadzoną pod kątem dochodzenia do prawdy obiektywnej w sensie absolutnym, a więc nadrzędnej w stosunku do wszelkich prawd naukowych, zajmuje się filozofia. Zaszczepieniu uczniowi skłonności do filozofowania ma służyć wprowadzenie edukacji filozoficznej do gimnazjalnych programów nauczania.

Z uwagi na nadrzędność prawd filozoficznych nad naukowymi edukacja filozoficzna powinna być zwornikiem całej wiedzy wpajanej gimnazjaliście. Ponieważ przedmioty gimnazjalne zostały zgrupowane w dwa bloki, humanistyczno-historyczny (język polski, historia, wiedza o społeczeństwie i sztuka) oraz matematyczno-przyrodniczy (matematyka, fizyka, chemia, geografia i biologia), więc - z punktu widzenia współczesnej nauki - w każdym z nich powinien zostać wyróżniony przedmiot, który pełniłby w nim funkcję integracyjną.

Naszym zdaniem, funkcję tę w bloku przedmiotów matematyczno-przyrodniczych powinna pełnić matematyka. Uzasadnieniu tego poglądu i przedstawieniu głównych przyczyn jego niepopularności, przede wszystkim wśród nauczycieli przedmiotów niematematycznych, jest poświęcona niniejsza praca.

2. NAUCZANIE INTERDYSCYPLINARNE I JEGO WYMOGI

Ważnym zadaniem przeprowadzanej w kraju reformy edukacji jest wspomaganie procesu wszechstronnego kształtowania osobowości, świadomości i poziomu intelektualnego młodych pokoleń w duchu poczucia godności osobistej i dumy narodowej oraz jedności i solidarności ze wszystkimi ludźmi, bez względu na ich płeć, kolor skóry, pochodzenie społeczne i państwowe, wyznanie, przekonania polityczne itd. Kształtowanie nowego człowieka, który, bez kompleksów i uprzedzeń, odpowiedzialnie, aktywnie i twórczo włączy się w proces przemiany swojego regionu rodzinnego, kraju, Europy i świata wymaga wyposażenia go w nie-

zbędny ładunek współczesnej wiedzy naukowej i zaszczepienia w nim pędu do stałego jej rozszerzania i pogłębiania. Absolwent współczesnego gimnazjum powinien być człowiekiem otwartym i wszechstronnie rozwiniętym, a poprawnie realizowany proces edukacyjny powinien pomóc gimnazjaliście w poznaniu samego siebie, w rozpoznaniu swoich szczególnych pozytywnych predyspozycji i uzdolnień oraz wywołać w nim pasję ich rozwijania. Należy przy tym uważać, by rozwijanie jakiegokolwiek szczególnych uzdolnień ucznia w jednym przedmiocie nie odbywało się kosztem istotnego obniżenia wymagań edukacyjnych z pozostałych przedmiotów. Konieczne staje się tutaj wykorzenie mitu o rozdzielności i jednostronności uzdolnień (matematycznych, językowych, humanistycznych, artystycznych i innych) oraz wpajenie uczniom idei komplementarności uzdolnień. Trzeba jasno powiedzieć, że gimnazjalistów o ograniczonych możliwościach percepcji wiedzy, przekazywanej im w ramach poszczególnych przedmiotów, nie jest wielu. Żenująco niski niekiedy poziom wiedzy ogólnej i szczegółowej niektórych uczniów nie wynika najczęściej z ich słabszej kondycji psychofizycznej, lecz jest pochodną jego sytuacji rodzinnej i społecznej oraz skutkiem zaniedbań poświadczonych co najmniej na wcześniejszych etapach edukacji, braku wyrobienia nawyku systematycznego uczenia się, a często wręcz lekceważącego stosunku do szkoły, jako instytucji, i do nauki. Wielu uczniów rozpoczynających naukę w gimnazjum nie wierzy w swoje ukryte możliwości i niemal mechanicznie okazuje niechęć do takich, czy innych przedmiotów. Jakże często okazuje się, że pod kierunkiem doświadczonego nauczyciela szybko nadrabiają zaległości i dalsza nauka danego przedmiotu nie tylko nie sprawia im większych kłopotów, ale podchodzą do niej wręcz z entuzjazmem. Ważnym zadaniem gimnazjum jest więc pomóc uczniom w

przełamaniu drzemiących w nich kompleksów oraz w rozpoznaniu i skanalizowaniu ich zainteresowań, przy jednoczesnej trosce o to, by rozwój ich wiedzy nie postępował jednokierunkowo, lecz miał charakter całościowy.

Nie służy temu dzielenie uczniów rozpoczynających naukę w gimnazjum, bez względu na kryterium, którym by się przy tym kierowano (najczęściej są nim oceny na świadectwie ukończenia szkoły podstawowej lub deklaracje rodziców) na trzy kategorie (uzdolnionych matematycznie, mających zdolności humanistyczne i pozostałych, których jest zdecydowana większość) i tworzenie klas o profilach matematycznym, humanistycznym i ogólnym. Młodzież wyselekcjonowana w ten sposób uważa się i często niesłusznie jest uważana za elitę umysłową gimnazjum, podczas gdy do uczniów klas ogólnych przylega opinia intelektualnej przeciętności. Skutkuje to i u jednych, i u drugich określonymi zachowaniami i problemami wychowawczymi. Jakże często inaczej patrzy się na wybrk ucznia z tzw. klas profilowanych, a inaczej ocenia się taki sam wyczyn ucznia z klasy o niższym prestiżu. Wydaje się, że w wielu przypadkach tworzenie klas profilowanych już od pierwszego roku nauki w gimnazjum stało się po prostu jedną z form ucieczki dyrekcji szkół przed odpowiedzialnością za skuteczność wdrażania reformy edukacji i rozwiązywania niełatwych przecież wychowawczych problemów dzisiejszej młodzieży.

Idea organizowania klas profilowanych już w pierwszym roku nauki w gimnazjum nie ma również głębszego uzasadnienia psychologicznego. Dziecko rozpoczynające naukę w gimnazjum jest po prostu zbyt młode, by mogło w pełni świadomie określić kierunek swych uzdolnień. Wsku-

tek tego decyzja o podjęciu nauki w klasie o jakimkolwiek profilu jest podejmowana za nie, a nie przez nie. Wydaje się, że co najmniej trzy semestry nauki w gimnazjum powinny być jednakowe dla wszystkich uczniów, a kluczem do przyporządkowania ucznia do konkretnej klasy nie powinny być uwarunkowania wyrażone ocenami na świadectwie ukończenia szkoły podstawowej, pochodzeniem społecznym, żądaniem rodziców itp. Wszystkim dzieciom przychodzącym do gimnazjum muszą być stworzone na starcie jednakowe szanse. Przestrzeganie tej zasady sprawi, że populacje uczniów w poszczególnych klasach będą w naturalny sposób zróżnicowane. Sprzyjać to będzie realizowaniu zasady nauczania międzyprzedmiotowego i na pewno odbije się korzystnie na kształtowaniu osobowości uczniów i wyrabianiu w nich poczucia więzi społecznych i wzajemnej współodpowiedzialności za siebie i innych, niż miałyby to miejsce w klasach utworzonych w sposób sztuczny. Podstawowym sposobem rozwijania szczególnych uzdolnień młodzieży gimnazjalnej powinno więc stać się dobrowolne, ale odpowiedzialne uczestnictwo w kółkach zainteresowań i różnorodnych zajęciach fakultatywnych, prowadzonych już od pierwszego roku nauki i to na różnych poziomach.

Reforma edukacji stworzyła bogaty wachlarz różnorodnych możliwości organizacji procesu edukacyjnego, kładąc szczególny nacisk na potrzebę jego indywidualizacji. Żeby skutecznie z nich skorzystać nie należy zaczynać od ogólnego klasyfikowania uczniów, ale trzeba przede wszystkim zmienić wciąż jeszcze dominujący w gimnazjach styl nauczania, zakładający systemową odrębność poszczególnych przedmiotów. Trzeba rzeczowo i konsekwentnie uprzytamniać uczniom, że nie stanowią

one całkowicie niezależnych od siebie obszarów wiedzy, lecz są względnie autonomicznymi jednostkami ogólnego systemu współczesnej nauki. Cecha ta oznacza, że chociaż każdy z nauczanych przedmiotów ma sobie tylko właściwy przedmiot rozważań, to jednak wszystkie one są bezpośrednio bądź pośrednio ze sobą powiązane za pomocą sieci licznych i różnorodnych sprzężeń zwrotnych. Sprzężenia te trzeba umieć przedstawiać w sposób prosty i interesujący, ale zawsze zgodny ze współczesnymi prawdami naukowymi. Wpajaniu tej właśnie idei ma służyć wprowadzenie nauczania metodą ścieżek edukacyjnych. Mają one stać się narzędziem i metodą integracji wiedzy naukowej, zdobywanej przez uczniów w ramach poszczególnych przedmiotów. Sprawdzianem wiedzy zdobytej przez uczniów w tym trybie nauczania oraz umiejętności jej wykorzystania mają być egzaminy zewnętrzne, przeprowadzane po każdym etapie kształcenia, których wyniki będą oceniane zgodnie z obowiązującą podstawą programową i systemem standardów egzaminacyjnych. Będą one przebiegały w dwóch wspomnianych już wyżej blokach przedmiotowych, humanistycznym i matematyczno-przyrodniczym, przy czym zestawy zadań egzaminacyjnych w obu blokach mają być tak przygotowywane, by były również sprawdzianem wiedzy przekazanej uczniom w ramach ścieżek edukacyjnych.

Chociaż wszystkie przedmioty gimnazjalne i stowarzyszone z nimi ścieżki edukacyjne są ważne, to jednak z punktu widzenia złożoności celu etapu edukacji gimnazjalnej stanowią one system hierarchiczny. Wskutek tego wiedza i umiejętności absolwenta gimnazjum powinny być większe niż suma wiedzy i umiejętności z poszczególnych przedmiotów, bowiem prawidłowo realizowane ścieżki edukacyjne wywołają efekt dodatniej

synergii, właściwy wszystkim systemom o celowym działaniu. Jego istotą jest wzajemne wzmocnianie się wiedzy i umiejętności zdobywanych w ramach poszczególnych przedmiotów. Proces nauczania powinien więc być prowadzony w taki sposób, by uczeń wyrobił sobie umiejętność kojarzenia ze sobą faktów z różnych dziedzin wiedzy i by umiał logicznie wiązać je ze sobą w łańcuchy i sieci zależności przyczynowo-skutkowych. Nie jest prawdą, że taką umiejętność mogą zdobyć tylko nieliczni., bo sugerowałoby to, że znaczna część polskiej młodzieży jest genetycznie obciążona poważnym ograniczeniem zdolności poznawczych. Jeżeli uczeń nie nabiera tej umiejętności, to przyczyny tego tkwią przede wszystkim w sposobie prowadzenia procesu dydaktyczno-wychowawczego.

Ale to nie wszystko. Jak już powiedzieliśmy, absolwent gimnazjum musi, oprócz ukształtowanej osobowości i wiedzy przedmiotowej, wynieść również pewien ładunek ogólnej wiedzy filozoficznej o rzeczywistości, w której żyje, a która zmusza każdego rozsądnego człowieka do nieustannej refleksji nad sensem i celem istnienia świata oraz swego bytowania na ziemi, jak również poszukiwania rzetelnych odpowiedzi na dręczące go pytania światopoglądowe. Powiedzieliśmy też, że funkcja zwornika w systemie przedmiotów i ścieżek edukacyjnych przypada edukacji filozoficznej. Jest to naturalne, ponieważ podstawowym współczesnym wymogiem cywilizacyjnym jest to, by absolwent gimnazjum, dysponując odpowiednim zasobem ogólnej i szczegółowej wiedzy przedmiotowej i międzyprzedmiotowej, był wstępnie przygotowany do filozoficznego rozumienia rzeczywistości, nadrzędnego w stosunku do wszystkich innych form jej pojmowania. Absolwent gimnazjum powinien wie-

dzieć, że jego przywilejem i obowiązkiem jako bytu osobowego jest nieustanna refleksja nad rzeczywistością, bowiem *"człowiek. żyje w realnym świecie i rozumienie tego świata jest konieczne, by w miarę możliwości żyć po ludzku"*. (Krapiec, 1997, s.177).

Dotychczasowe doświadczenie z realizacją ścieżek międzyprzedmiotowych obnaża przede wszystkim nieprzygotowanie dużej części nauczycieli do prowadzenia zajęć w sposób interdyscyplinarny. Nauczyciele przedmiotów przyrodniczych, często świetni w swoim przedmiocie, nierzadko z trudem dostrzegają powiązania istniejące między przedmiotami przyrodniczymi, a już szczególnie trudno zrozumieć im związki tych przedmiotów z matematyką. Tymczasem idee matematyki niezwykle głęboko tkwią w przyrodzie, a sama matematyka jest językiem przyrody i skutecznym narzędziem jej badania (Heller, 1992: Heller, Życiński, Michalik, 1992; Lines, 1995; Melsen, 1963; Newton, 1996; Latawiec, Lemańska, 1998; Penrose, 1996). Wcale nierzadko słyszy się opinie wyrażające kompletną nieznajomość przez nauczyciela matematyki roli, jaką współcześnie w dziedzinach niematematycznych pełni matematyka. Ile razy słyszy się od matematyka, że nie będzie się uczył filozofii, biologii, fizyki, chemii czy geografii tylko dlatego, że reforma edukacji wzbogaciła metody nauczania o koncepcję ścieżek edukacyjnych. Jak często nauczyciel matematyki w gimnazjum nie dostrzega metodologicznych związków tej nauki z informatyką i odwrotnie, nauczyciel informatyki stoi niemal całkowicie na bakier z matematyką? Cierpią na tym przede wszystkim uczniowie. Prawdą jest, że dotychczasowy tryb kształcenia nauczycieli nie miał charakteru interdyscyplinarnego. Prawdą jest jednak i to, że ucząc innych trzeba również stale uczyć się samemu, uaktualniać

swą wiedzę, rozszerzać ją i pogłębiać. Tej formy doskonalenia zawodowego nauczycieli nie zastąpią żadne, nawet najlepiej prowadzone kursy i szkolenia.

3. MATEMATYKA A NAUKI PRZYRODNICZE

Aby zrozumieć rolę, jaką może i powinna odegrać matematyka w integrowaniu przedmiotów zaliczonych do bloku matematyczno-przyrodniczego, trzeba zdawać sobie sprawę z pozycji, jaką zajmuje ona w nauce współczesnej, a zwłaszcza w naukach przyrodniczych.

Co to jest matematyka? Nie ma jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie. W historii nauki stawiano je wielokrotnie i odpowiadano na nie w różnoraki sposób. Courant, Robbins i Stewart(1998, s.21), snując refleksje nad istotą matematyki wyrazili się tak: *„Matematyka, jako wyraz myśli ludzkiej, odzwierciedla czynną wolę, kontemplacyjny rozum i dążenie do doskonałości estetycznej. Jej podstawowymi elementami są: logika i intuicja, analiza i konstrukcja, uogólnianie i indywidualizowanie. Różne tradycje podkreślały różne spośród tych aspektów, jednak tylko gra tych przeciwstawnych sił, walka o ich syntezę stanowi o żywotności, użyteczności i ogromnym znaczeniu matematyki. Bez wątpienia źródłem psychologicznym całego rozwoju matematyki są w mniejszym lub większym stopniu potrzeby praktyczne. Ale gdy rozwój się już rozpoczął pod naciskiem potrzeb, to nabiera on nieuchronnie rozpędu sam przez się i wykracza poza granice bezpośredniej użyteczności. Ten kierunek od wiedzy stosowanej do wiedzy teoretycznej występuje zarówno w czasach starożytnych,*

jak również i obecnie we wkładzie inżynierów i fizyków do współczesnej matematyki". A zatem, definicja matematyki zmienia się. Davis i Hersh (1994, s.18) stwierdzają wręcz: „Każde pokolenie, a w pokoleniu każdy myślący matematyk tworzy definicję odpowiadającą jego poglądom". I jest to prawda. Filozofowie bowiem od wieków zastanawiają się na tym, czy związki tworzone na gruncie matematyki są odkryciami (tzn. czystymi wytworami ludzkiego umysłu), czy też wynalazkami robionymi przez matematyków (tzn. może naprawdę istnieją w świecie materialnym), a rozstrzygnięcia wciąż nie ma. Barrow (zob. Ferris, 1998, s. 123), analizując różne poglądy na ten temat, mówi: „Nielatwo odpowiedzieć, czym jest matematyka, ale jeśli zadamy komukolwiek to pytanie, najczęściej pada odpowiedź: «kiedy widzę matematykę, potrafię ją rozpoznać». Najbardziej uderzającą rzeczą w matematyce jest jej odmienność od nauk przyrodniczych, to zaś jeszcze bardziej komplikuje problem, dlaczego okazuje się ona tak bardzo przydatna w opisie funkcjonowania Wszechświata i w przewidywaniach naukowych”

Nie jest to myśl nowa. Towarzyszy ona rozwojowi wiedzy ludzkiej od zarania dziejów. Jest utrwalona nie tylko w kręgu cywilizacji śródziemnomorskiej, ale także we wszystkich minionych i obecnych wielkich kulturach świata. I chociaż nie rozumiemy, dlaczego przyroda jest matematyczna, to jednak współcześni naukowcy zgodnie podzielają zdanie jednego z największych fizyków dwudziestego wieku, R. Feynmana, że ci, którzy nie rozumieją matematyki, nie uświadamiają sobie piękna Wszechświata, a więc nie potrafią zrozumieć istoty kosmicznej harmonii, wyrażanej przez matematyczny formalizm nauk przyrodniczych. Na całym świecie prowadzi się intensywne badania naukowe nad matematycz-

nością przyrody (Coveney, Highfield, 1997; Fifield, 2000; Heller, 1992; Heller, Mączka, Urbaniec, red., 1997; Heller, Życiński, Michalik, red., 1992; Latawiec, Lemańska, red., 1998; Peitgen, Jürgens, Saupe, 1995, 1996; Plichta, 1998; Polkinghorne, 1995, Stewart 1994). Fizyka, chemia, biologia i geografia są przesiąknięte duchem matematyki, która stała się w tych dziedzinach jedną z podstawowych metod badawczych. Istnieje przebogata literatura naukowa poświęcona zastosowaniom modelowania matematycznego w fizyce, astronomii, biologii, chemii i geografii. Szczególnie ważny jest jej dział popularnonaukowy, przedstawiający dawne i najnowsze odkrycia naukowe w tych dziedzinach, uzyskane za pomocą metod matematycznych. Chociaż większość literatury naukowej i popularnonaukowej stanowią prace obcojęzyczne, to jednak na krajowym rynku wydawniczym coraz częściej pojawiają się tłumaczenia najbardziej wartościowych z nich. Powinny one znaleźć się w każdej bibliotece gimnazjalnej i stanowić systematyczną lekturę nauczycieli przedmiotów bloku matematyczno-przyrodniczego. Istnieje również na rynku księgarskim pewna liczba prac popularyzujących matematykę i jej zastosowania. Również i te pozycje powinny znaleźć się na półkach bibliotek gimnazjalnych i być czytane przez nauczycieli, zwłaszcza matematyki. Podstawowy wykaz pozycji, które mamy na myśli, jest podany w bibliografii do tego artykułu.

Skoro sama nauka ma kłopoty z wytłumaczeniem czym jest matematyka, tym bardziej trudno wyjaśnić to uczniowi. Nie każdy nauczyciel matematyki potrafi to zrobić, nie każdy z nich jest bowiem dobrym matematykiem. G.H. Hardy, jeden z najwybitniejszych matematyków angielskich minionego wieku, powiedział tak: „*Nie ma powodu by sądzić,*

że dobry matematyk będzie dobrym nauczycielem – tak jak nie ma powodu sądzić, że będzie dobrym finansistą czy filozofem. (...) Tym niemniej prawie każdy dobry matematyk jest także dobrym nauczycielem, podczas gdy prawie się nie zdarza, by kiepski matematyk potrafił nauczać tego przedmiotu dostatecznie dobrze choćby na poziomie podstawowym. (...) Umiłowanie matematyki i aktywne zaangażowanie w jej rozwój ułatwia budowanie więzi między nauczycielem a uczniami. (...) Nie istnieje człowiek, który nie byłby twórczy w matematyce, a byłby świetnym nauczycielem matematyki. Podręczniki i materiał programowy nie przekazują tego, czym w istocie jest matematyka, a także dokąd zmierza i jak ma się do przedmiotu nauczania o tej samej nazwie. Naprawdę liczy się przekazanie ducha matematyki” (Ferris, 1998, s. 21)

Jeden z największych matematyków polskich i światowych, S. Banach, powiedział: „*Matematyka jest największym i najpotężniejszym tworem ducha ludzkiego. Matematyka jest tak starą, jak stary jest świat*” (Kałuża, 1992, s.141). Będąc geniuszem matematyki i autorem niepowtarzalnych podręczników do nauki tego przedmiotu na poziomie gimnazjum, doskonale rozumiał osobowość młodzieży w wieku gimnazjalnym. W pełni doceniając konieczność nauczania matematyki powiedział kiedyś do odkrywcy swego matematycznego talentu, prof., H. Steinhaus: “*Wisz bracie, co ci powiem? Humanistyka jest w szkole średniej ważniejsza od matematyki - matematyka to jest za ostry instrument, to nie dla dzieci*” (Kałuża, 1992, s.105”). Słowa te powinien mieć w pamięci każdy, kto uczy matematyki, zwłaszcza w gimnazjum. Powinien rozumieć, że matematyka, to nie pamięciowa znajomość wzorów, co raczej umiejętność ich poszukiwania. “*Trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że matematyka*

nie jest zbiorem gotowych wiadomości. Jest to raczej szkoła myślenia" (Steinhaus, 2000, s. 120). Nauczyć ucznia myśleć kategoriami matematycznymi, to otworzyć mu oczy na piękno świata, to zwrócić jego uwagę na wprost niezrozumiałą skuteczność zastosowań matematyki do opisu zjawisk, które w tym świecie zachodzą.

4. ZAKOŃCZENIE I WNIOSKI

Nielatwo jest realizować w gimnazjum zreformowany program matematyki i przedmiotów przyrodniczych. Kłopot polega na tym, że niewiele jest nauczycieli dostatecznie dobrze przygotowanych do wdrażania obowiązujących standardów nauczania poszczególnych przedmiotów bloku matematyczno-przyrodniczego, a jeszcze mniej do prowadzenia nauczania w sposób interdyscyplinarny.

Niewiele jest kursów i szkoleń bezpośrednio poświęconych rozszerzaniu i pogłębianiu wiedzy przedmiotowej, a niemal całkowicie brakuje szkoleń o charakterze interdyscyplinarnym. Jeżeli reforma ma się udać, to najwyższy priorytet powinien być nadany edukacji nauczycieli. Podstawowym warunkiem zawodowego awansu nauczyciela powinno być rzetelnie udokumentowane podnoszenie kwalifikacji w dziedzinie nauczanego przedmiotu i skuteczność nauczania. Wszelkie inne kursy i szkolenia, chociaż potrzebne, powinny mieć znaczenie drugorzędne. W związku z tym konieczne jest podjęcie inicjatywy organizowania przez wyższe uczelnie kursów, szkoleń, spotkań o charakterze proseminariów, seminariów, konwersatoriów, odczytów, cykli wykładów itp., służących pod-

noszeniu kwalifikacji zawodowych nauczycieli w dziedzinach, których uczą. Ukończenie ich powinno być udokumentowane odpowiednim świadectwem, honorowanym przez władze oświatowe.

Szczególnie ważne jest uruchomienie studiów nauczycielskich podstawowych i podyplomowych o charakterze interdyscyplinarnym, w dziedzinie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych. Brak nauczycieli o takim przygotowaniu uniemożliwi nauczanie tych przedmiotów w sposób interdyscyplinarny, oparty na idei systemowości wiedzy i bezpośrednio wykorzystujący integracyjno-koordynacyjną funkcję matematyki.

BIBLIOGRAFIA

- Bocheński J.M. (1992). Współczesne metody myślenia. Wydawnictwo "W drodze" Poznań.
- Ciesielski K., Pogoda Z. (1995). Bezmiar wyobraźni matematycznej. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Courant R., Robbins H., Stewart I. (1998). Co to jest matematyka? Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Coveney P., Highfield R. (1997). Granice złożoności. Poszukiwania porządku w chaotycznym świecie. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Davis P.J., Reuben H. (1994). Świat matematyki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Dianni J., Wachulka A. (1963). Tysiąc lat polskiej myśli matematycznej. Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.

- Dubiel W. (1998). Polski wkład w teorię nauczania matematyki. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin.
- Dunham W. (2001). Matematyczny wszechświat. Podróż przez wielkie dowody, problemy i osobowości matematyczne. Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Nr 61, Warszawa, dnia 19 czerwca 2001 r.
- Ferris T., red. (1998). Skarby matematyki. Wydawnictwo AMBER, Warszawa.
- Fifield R., red. (2000). Współczesna nauka bez tajemnic. Zysk i S-ka Wydawnictwo, Poznań.
- Gawecki B.J. (1967). Filozofia rozwoju. Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa.
- Garding L. (1993). Spotkanie z matematyką. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Grzegorzczak A. (1989). Mała propedeutyka filozofii naukowej. Instytut Wydawniczy PAX.
- Heller M. (1992). Filozofia świata. Wybrane zagadnienia filozoficzne i kierunki filozofii przyrody. Społeczny Instytut Wydawniczy ZNAK, Kraków.
- Heller M., Źyciński J., Michalik A., red. (1992). Matematyczność przyrody. Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych przy Wydziale Filozofii Papieskiej Akademii Teologicznej, Kraków.
- Heller M., Mączka J., Urbaniec J., red. (1997). Granice nauki. Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej BIBLOS, Tarnów.
- Krapiec M.A.(1997). Filozofia co wyjaśnia? Wydawnictwo "GUTENBERG - PRINT", Warszawa.

- Lang S. (1995). Młodzi i matematyka. Rozmowy profesora z uczniami. Gdańskie Wydawnictwo Oświatowe, Gdańsk.
- Latawiec A., Lemańska A. (1998). Filozoficzne i naukowo-przyrodnicze elementy obrazu świata. Wydawnictwo Akademii Teologii Katolickiej, Warszawa.
- Lines M.E. (1995). Liczby wokół nas. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Mączka J. (1998). Od matematyki do filozofii. Twórcza droga Alfreda Northa Whiteheada. Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej BIBLOS, Tarnów.
- Melsen A.G. van (1963). Filozofia przyrody. Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa.
- Miś B. (1989). Tajemnicza liczba e i inne sekrety matematyki. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Murawski R. (2001). Filozofia matematyki. Zarys dziejów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Newton R.G. (1996). Zrozumieć przyrodę. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Paulos J.A. (1999). Analfabetyzm matematyczny i jego skutki. Gdańskie Wydawnictwo Naukowe, Gdańsk.
- Peitgen H.O., Jürgens H., Saupe D. (1995, 1996). Granice chaosu. Fraktale. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Pelczar A., red. (2000). Matematyka jako siła ewolucji kultury. Polska Akademia Umiejętności, Kraków.
- Penrose R. (1996). Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Plichta P. (1998). Tajemnicza formuła Boga. Wydawnictwo URAEUS, Gdynia.

- Polkinghorne J. (1995). Rozum i rzeczywistość. Wydawnictwo ZNAK, raków.
- Sadowski W. (2000). Femme fatale. Trzy opowieści o królowej nauk. Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Sękowski T. (1996). Człowiek i matematyka. Polska Oficyna Wydawnicza "BGW", Warszawa.
- Steen L.A., red. (1983). Matematyka współczesna. Dwanaście esejów. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Stein S.K. (1997). Potęga liczb. Matematyka w życiu codziennym. Wydawnictwo AMBER, Warszawa.
- Steinhaus H. (2000). Między duchem a materią pośredniczy matematyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Stewart I. (1994). Czy Bóg gra w kości? Nowa matematyka chaosu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Szurek M. (2000). Matematyka dla humanistów. Wydawnictwo RTW, Warszawa.
- Więśław W. (1997). Matematyka i jej historia. Wydawnictwo NOWIK, Opole.



