dmptm 1982

DYDAKTYKA MATEMATYKI 1 (1981)

ROMAN DUDA (Wrocław)

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Zasada paralelizmu w dydaktyce

Umysł ludzki ma naturalną skłonność do ujmowania rozumienia natury w postaci wielkich praw i skłonność ta sprawia, iż prawa odkryte w jakiejś dyscyplinie naukowej są przenoszone na inne dyscypliny, a także w sferę szeroko rozumianej kultury. Tak było z prawem ewolucji biologicznej, które objęło z czasem całe nasze rozumienie przyrody i przez dodanie wymiaru czasowego całkowicie zmieniło naszą postawę wobec świata . I tak jest w szczególności i na mniejszą już skalę, co wynika z bardziej specyficznego jego charakteru, z prawem biogenetycznym Heackla, o którego rozszerzeniu na dziedzinę dydaktyki chcemy tu pomówić. Czyniąc tak wstępujemy w ślady wielkich mistrzów przeszłości, jak H.Poincaré i F.Klein oraz teraźniejszości, jak R.Thom, ale ślady te przykrywa niekiedy kurz niewiedzy i niepamięci, a tymczasem w dydaktyce częstokroć błądzimy po omacku, nie mając dostatecznie silnych i ogólnych zasad kierujących tutaj naszym postępowaniem. Wydaje się, że zasada paralelizmu - stanowiąca przeniesienie prawa biogenetycznego Haeckla do dydaktyki - mogłaby się stać jedną z nich.

Ernst Haeckel /1834 - 1919/ był jednym z najwybitniejszych zoologów niemieckich swego czasu. Z wykształcenia lekarz, wcześnie zainteresował się zoologią, a pod wpływem dzieła Darwina "O powstawaniu gatunków ..." z 1858 r. poświęcił się jej całkowicie i odtąd przez całe życie bronił teorii ewolucji,

wykazywał jej podstawowe znaczenie dla nauk przyrodniczych i śmiało, z dużym talentem literackim, popularyzował jej idee. W swym klasycznym dziele /Haeckel, 1886/ dokonał próby, w oparciu o teorię ewolucji, przebudowy podstaw morfologii ogólnej zwierząt i roślin. I w trakcie tej próby ugruntował hipotezę o związku przyczynowym pomiędzy indywidualnym rozwojem organizmu / o n t o g e n e z ą / a rozwojem rodowym / f i l o g e n e z ą /. Hipotezę tę nazwał p r a w e m b i o g e n e t y c z n y m.

Prawo biogenetyczne Haeckla głosi, że rozwój embrionalny osobnika /ontogeneza/ stanowi skrócone powtórzenie jego rozwoju rodowego /filogenezy/, a to znaczy, że w przebiegu rozwoju embrionalnego pojawiają się pewne cechy przodków danego organizmu w podobnej kolejności, w jakiej pojawiły się w rozwoju rodowym. Przykładem - obecność skrzeli u embriona ludzkiego świadczącą, iż w rozwoju rodowym mieliśmy przodków żyjących w środowisku wodnym.

Z prawem biogenetycznym ściśle wiąże się dyrektywa metodologiczna znana pod nazwą zasady p o t r ó j n e g o p a r a l e l i z m u. Polega ona na doszukiwaniu się wzajemnych związków pomiędzy rozwojem rodowym /filogenetycznym/ badanym metodami paleontologii, rozwojem indywidualnym /ontogenetycznym/ badanym metodami embriologii oraz rozwojem systematycznym badanym metodami anatomii porównawczej i odzwierciedlającym się w naturalnym układzie świata zwierzęcego. Zastosowanie tej dyrektywy przyniosło zoologii wiele cennych wyników, zwłaszcza w badaniach nad kręgowcami.

Prawo biogenetyczne i zasada potrójnego paralelizmu szybko zyskały niemal powszechne uznanie specjalistów i stały się znane także poza granicami zoologii. Wcześnie też dostrzeżono, iż prawo to - odnoszące się u Haeckla wyłącznie do rozwoju fizycznego - można przedłużyć także na rozwój psychiczny i powiedzieć, że rozwój psychiczny osobnika stanowi skrócone powtórzenie rozwoju psychicznego rodu.

Jeszcze śmielsze uogólnienie prowadzi do następującej z a s a d y p a r a l e l i z m u w d y d a k t y c e: proces uczenia się przez człowieka powinien stanowić skrócone powtórzenie procesu zdobywania wiedzy przez ludzkość. Zasady tej nie należy oczywiście rozumieć wulgarnie jako

obowiązku uczenia dziecka wszystkiego, co niegdyś z mozołem przyswajali sobie ludzie i z czego wiele zestarzało się i obumarło /także Haeckel odróżniał cechy p a l i n g e n e t y c z n e , które są obrazem rozwoju rodowego, od cech c e n o t y c z n y c h, które takim obrazem nie są/, ale przy właściwym jej rozumieniu, wspartym dodatkowymi badaniami z zakresu psychologii rozwojowej, historii nauk i dziejów kultury, może się stać ważną dyrektywą dydaktyczną pomagającą ustalić podstawowe treści nauczania, ich kolejność i wzajemne powiązania oraz sposób przekazywania.

Zrazu zasada paralelizmu w dydaktyce była tylko wyrazem przekonania opartego wyłącznie na logicznej jej sugestywności oraz ogólnie znanych obserwacjach rozwoju fizycznego i umysłowego dziecka. Każdy z własnego doświadczenia wiedział, że dziecko uczy się w pewnej naturalnej kolejności umiejętności poruszania się i mówienia, prosty język dziecka powoli się wzbogaca w coraz nowe słowa i pojęcia, a logika od bardzo prymitywnej zwolna staje się coraz bardziej wyrafinowana. Operowanie pojęciami i odkrywanie związków między nimi zbiega się z początkiem nauki w szkole, ale i tam nauka zaczyna się od rzeczy najprostszych i dopiero z latami nabiera rozmachu.

Przekonaniu, iż zasada paralelizmu dydaktycznego powinna odgrywać znaczną rolę w doborze treści i metod nauczania w poszczególnych latach nauki dawali wyraz wybitni matematycy już wkrótce po ogłoszeniu prawa Haeckla.

Przytoczmy najpierw opinię Feliksa Kleina /1849-1925/, wybitnego matematyka niemieckiego, znanego też ze swoich zainteresowań dydaktycznych. W swojej "Matematyce elementarnej z wyższego punktu widzenia" pisze on tak /Klein, 1924, str. 289-290/: "Zamykając te rozważania nad teorią mnogości musimy znowu postawić pytanie, które towarzyszy wszystkim naszym odczytom: ile z tego nadaje się do spożytkowania w szkole ? Z punktu widzenia pedagogiki matematycznej musimy oczywiście zaprotestować przeciwko zbyt wczesnemu stawianiu przed dziećmi takich abstrakcyjnych i trudnych rzeczy. Dla precyzyjnego wyrażenia mego własnego poglądu w tej sprawie chciałbym przypomnieć podstawowe prawo biogenetyczne, zgodnie z którym osobnik w swoim rozwoju przechodzi, w skróconym sposób,

wszystkie okresy z rozwoju gatunku. Ten sposób myślenia stał się dziś nieodłączną częścią ogólnej kultury. I ja też sądzę, że nauczanie matematyki, jak zresztą i wszystkiego innego, powinno postępować zgodnie z tym prawem, co najmniej ogólnie: powinno ono, nawiązując do naturalnych predyspozycji młodego człowieka, prowadzić go wolno ku rzeczom wyższym, a w końcu także ku abstrakcyjnym sformułowaniom tą samą drogą, którą przeszła cała ludzkość od swego pierwotnego stanu do wyższego poznania /podkreślenia w oryginale - R.D./. Żądanie to trzeba koniecznie stale wysuwać, ponieważ zawsze jeszcze znajdują się ludzie, którzy wzorem średniowiecznych scholastyków zaczynają nauczanie od najogólniejszych idei i bronią tej metody jako »jedynie naukowej« . A przecież takie założenie nie jest prawdziwe: naukowym nauczaniem może się nazywać tylko to, co skłania człowieka, by naukowo myślał, w żadnym zaś razie stawianie przed nim od początku zimnej i naukowo lśniącej systematyki.

Istotną przeszkodę w rozwinięciu takiej naturalnej i prawdziwie naukowej metody nauczania - pisał dalej Klein - stanowi tak często dokuczliwy brak wiadomości historycznych. Dla przezwyciężenia go z wielką ochotą wplatałem do moich wykładów tutaj liczne momenty historyczne. Powinniście z nich zrozumieć, jak wolno pojawiają się idee matematyczne, jak wynurzają się niemal zawsze w proroczym przeczuciu i dopiero w trakcie rozwoju przyjmują sztywną i wykrystalizowaną postać. Oby ta świadomość /.../ wywarła trwały wpływ na sposób /.../ uczenia w szkole."

Podobnie, choć bardziej zwięźle, wypowiedział się także znakomity matematyk francuski Henri Poincaré /1854-1912/: "Zoologowie utrzymują, że w krótkim okresie rozwój zwierzęcego embriona rekapituluje historię przodków tego zwierzęcia we wszystkich epokach geologicznych. Wydaje się, że tak samo jest z rozwojem umysłu.

Zadaniem nauczyciela jest prowadzić umysł dziecka przez to, czego doświadczali jego ojcowie, przejść prędko przez pewne etapy, ale nie pomijać żadnego. W tym zakresie przewodnikiem powinna być historia nauki." /Poincaré, 1924/.

Zauważmy na marginesie, że zarówno w opinii Kleina jak i Poincarégo wielką rolę w kierowaniu nauczaniem powinna odgrywać historia nauki, która - zwłaszcza w matematyce - powinna stać się wybitnym czynnikiem kierującym procesami dydaktycznymi.

To, co kilkadziesiąt lat temu mogło jeszcze uchodzić za pogląd słabo umotywowany, znajduje dziś przekonywające potwierdzenie w wynikach badań nad psychologią rozwojową dziecka i odkryciach historii matematyki.

Wśród psychologów współczesnych czołowe miejsce zajmuje uczony szwajcarski Jean Piaget /1896-1980/, który badania nad procesami myślenia u dzieci rozpoczął jeszcze w latach dwudziestych i kontynuował je, w różnych kierunkach i we współpracy z różnymi osobami /m.in. z Polką Aliną Szemińską/ i różnymi instytucjami, aż do swego wycofania się z czynnej pracy w 1971 r. Jego dzieła zostały szeroko przyswojone polskiemu czytelnikowi /Piaget, 1929, 1966, 1977 a, 1977 b/, przypomnijmy więc tylko to, co najważniejsze dla omawianej tu sprawy, a mianowicie wykrycie zależności między rozwojem umysłowym a dojrzewaniem mechanizmów nerwowych: najpóźniej powstałe części mózgu ludzkiego są gotowe do funkcjonowania dopiero pod koniec dzieciństwa i dopiero pod koniec dzieciństwa dziecko staje się zdolne do rozumienia myślenia formalnego.

Piaget wydzielił w rozwoju dziecka wyraźnie zaznaczające się etapy /etap przedoperacyjny, etap operacji konkretnych, etap operacji formalnych/. Etapów tych nie będziemy tu opisywać, ograniczając się do uwagi, że zachodzą między nimi fundamentalne różnice w sposobie patrzenia przez dziecko na świat, sposobie wyjaśniania go i w charakterze rozumowania dziecka.

Z istnienia i charakteru tych etapów wynika oczywisty wniosek, że nauczanie musi być do nich dostosowane, a więc np. nie można zbyt wcześnie podawać wyjaśnień formalnych opartych na logice, ponieważ jest ona całkowicie obca umysłowi dziecięcemu /do pewnego wieku/, a jej implikacje są dla niego jałowe. Co więcej dane o ludziach pierwotnych, jakich nie szczędzi antropologia i etnolo-

gia, świadczą, że na ogół nie osiągnęły one w pełni poziomu operacji formalnych. Zdaje się to wyraźnie wskazywać, że rozwój umysłowy dziecka przechodzi przez te same etapy co rozwój umysłowy ludzkości.

Do podobnego wniosku prowadzą badania także wielu innych uczonych, m.in. znakomitego psychologa amerykańskiego J.S.Brunera. Analizując sposoby porozumiewania się dziecka /Bruner, 1964/, wyróżnił on trzy "języki", z których każdy kolejny stanowi wyższy stopień komunikacji: j ę z y k e n a k t y w n y /gest, mimika itp./, i k o n i c z n y /obrazy związane z przedstawianym przedmiotem/ i s y m b o l i c z n y /symbole oderwane od przedmiotu i wyrażane np. przez dźwięki mowy ludzkiej/. Językami enaktywnymi posługują się zwierzęta. Ludy pierwotne używają wszystkich trzech i dopiero nasza cywilizacja ogranicza się niemal wyłącznie do języka symbolicznego. I tu jest więc wyraźnie widoczny paralelizm między rozwojem jednostki a rozwojem ludzkości.

Paralelizm ten jest widoczny także na gruncie historii matematyki. Odnalezienie nowych źródeł do historii matematyki egipskiej i /zwłaszcza/ babilońskiej, a następnie odczytanie części nowo odkrytych glinianych tabliczek przyniosło bardzo ciekawe wyniki. Z jednej strony ujawniło wysoki poziom matematyki starych kultur Egiptu i Babilonu, ale z drugiej ukazało osobliwe cechy tej matematyki. Tak osobliwe, że niektórzy są nawet skłonni odmawiać jej miana matematyki.

Rzucającą się mianowicie w oczy jej cechą szczególną jest brak ogólnych rozumowań i ogólnych symboli. Wszystko odbywa się na konkretnych figurach i liczbach. Mimo to potrafiono rozwiązywać zadania tak subtelne, jak również drugiego i trzeciego stopnia, obliczanie objętości skomplikowanych brył, np. ostrosłupa ściętego, umiano otrzymać wszystkie układy trzech liczb naturalnych spełniających równanie Pitagorasa itd. Listę niezwykłych osiągnięć można by ciągnąć długo, ale nas interesuje przede wszystkim pytanie: jak to było możliwe ?

Okazuje się, że to jest możliwe na poziomie "operacji konkretnych", a jaki jest związek tego z dydaktyką, wyjaśnia Stefan Kulczycki /Kulczycki, 1973, str. 21-22/: "Doświadczenie pedagogiczne uczy, że do umysłów wielu ludzi, zwłaszcza młodzieży, łatwiej trafiają reguły wyłuszczone na konkretnych przykładach

wyraźnie wskazujące czynności, które należy wykonać i ich porządek. I co więcej: przysłuchując się, jak kilkunastoletni chłopiec przedstawia koledze pewną teorię przekonujemy się, że idzie w ślady swych starożytnych nauczycieli i komenderuje: dodaj, pomnóż itd. Opis czynności toruje sobie drogę do głów, a objaśnienia ujęte naukowym językiem odczuwane są jako zawada, a nie jako pomoc. Nie popełnimy chyba omyłki uznając ekspozycję matematyczną znajdującą się w papirusach egipskich czy tabliczkach babilońskich za pierwsze stadium rozwoju wykładu naukowego, stadium, w którym myśl logiczna znajduje swój wyraz w uporządkowaniu i doborze wyodrębnionych poszczególnych kolejnych czynności i nie odczuwa potrzeby jakichkolwiek dodatkowych uzupełnień podanych ustnie czy na piśmie. Jak wykazuje obserwacja młodzieży, tak ukształtowane nauczanie nie tylko wbija do głów v e r b a m a g i s t r i , ale staje się początkiem niejasnego procesu psychicznego, w wyniku którego studiujący uzyskuje orientację w przedmiocie i ogarnia go niejako wewnętrznie".

Świadomość istnienia równoległości między rozwojem umysłowym dziecka a rozwojem umysłowym człowieka jako gatunku jest obecna także w naszych czasach. W 1962 r. grupa 65 wybitnych amerykańskich matematyków ogłosiła "Memorandum o programie matematyki w szkole średniej" /On the mathematics curriculum, 1962/, w którym możemy przeczytać: "Najlepszym sposobem kierowania rozwojem umysłowym dziecka jest skierowanie go na drogę rozwoju umysłowego rasy, oczywiście na wielkie linie tego rozwoju, a nie na tysiące pojedynczych błędów. Ta genetyczna zasada może nas uchronić przed powszechnym dotąd przymusem. Mimo, że A jest w pewnym systemie logicznym wcześniejsze niż B, może być usprawiedliwione uczenie najpierw B, zwłaszcza gdy B poprzedza A historycznie. Mówiąc ogólnie, możemy oczekiwać większego sukcesu w oparciu o zasadę genetyczną niż o czyste formalne podejście do matematyki".

Rzecz ciekawa, że nawet u tych myślicieli, którzy nie powołują się na prawo biogenetyczne Haeckla, budzi się myśl o genetycznych ograniczeniach. Przykładem wielki matematyk francuski René Thom, który w pięknym i mądrym artykule "Czy istnieje matematyka nowoczesna" tak pisał /Thom, 1974, str. 131-133/:

"Zauważmy jednak, że pomimo ostatniego postępu naszej cywilizacji technicznej, etapy rozwoju /fizycznego czy umysłowego/ małego dziecka nie zmieniły się. Istnieje w dalszym ciągu pewna konieczna faza wprawiania się, pewne więzy genetyczne, które należy respektować, aby nauczyć się chodzić, mówić, czytać, pisać i nie wydaje się, aby postęp w psychologii mógł zmienić w czymkolwiek normalny kalendarz regulujący nabywanie tych umiejętności. I dlatego mamy prawo zapytać, czy podobne więzy nie wchodzą w grę przy opanowywaniu matematyki. /.../ Osobiście wierzę, że owe więzy genetyczne istnieją." I nieco dalej: "We współczesnym rozwoju małego dziecka wiedza sformułowana w sposób wyraźny i dedukcyjny nie odgrywa żadnej roli. W nauce chodzenia znajomość anatomii nogi byłaby bardziej szkodliwa niż użyteczna, a to, że poznało się anatomię układu trawiennego, nie pomoże w trawieniu zbyt ciężkiego posiłku. Z pewnością zarzuci mi się, że podaję tu przykłady bardzo prymitywne, nie mające nic wspólnego z tą tak wysoce racjonalną działalnością, jaką jest myśl matematyczna. Ale zarzut taki oznaczałby pomijanie faktu, że sam rozum ma u człowieka korzenie biologiczne".

Przytoczone argumenty na rzecz zasady paralelizmu wydają się ważkie, ale sceptyk może się jeszcze bronić argumentem: zasada ta jest tak ogólna, że nic z niej konkretnie nie wynika, a zatem nie ma żadnego znaczenia praktycznego. Pragnę na paru przykładach wykazać, że tak nie jest.

Przypomnijmy, że zasada paralelizmu w dydaktyce głosi, że uczenie się jednostki powinno stanowić skrócone powtórzenie uczenia się ludzkości. Podpowiada więc czego i w jakiej kolejności uczyć oraz jak uczyć, w jaki sposób.

Przypatrzmy się, z punktu widzenia tej zasady tendencji modernizacyjnej zmierzającej do zrównania matematyki szkolnej z matematyką "nowoczesną". Rezultatem tej tendencji jest m.in. skłonność do takiego uczenia matematyki, jak gdyby chodziło o prawdy wyrażalne jedynie językiem abstrakcyjnym i formalnym, a tymczasem matematyka przez parę tysiącleci znajdowała się przecież na etapie czynności konkretnych i wyraźnie z życiem związanych. Rozpoczynanie nauczania od języka, a nie od konkretnej, rzeczywistej działalności jest więc nie tylko

działaniem prowadzonym wbrew naturze, ale także źródłem wielu niepowodzeń w dziedzinie kształcenia formalnego. Dojście do abstrakcji jest konieczne, ale jeśli nie stanowi ono ukoronowania nieprzerwanego ciągu uprzednich czynności konkretnych - jest tylko oszustwem i dewiacją umysłu /Piaget, 1977 b, str. 87/.

Badania psychologiczne wskazują, że dziecko nie ma wrodzonej logiki, ale powstaje ona krok po kroku przechodząc różne fazy i koleje. W szczególności późno pojawia się rozumienie dedukcji i wnioskowania formalnego. Dziecko rozumie zdania matematyczne ontologicznie, a więc jako zdanie traktujące o pewnej rzeczywistości i będące przeto albo prawdziwe, albo fałszywe. Czasem wymagają one uzasadnienia /jak np. twierdzenie Pitagorasa/, ale zbyt wczesne wtłaczanie ich w ramy systemu dedukcyjnego jest dla niego czymś nienaturalnym i niezrozumiałym. Przypomnijmy, że program formalizacji matematyki pojawił się dopiero na przełomie XIX i XX wieku, nigdy nie był w pełni akceptowany i zawalił się w ciągu trzydziestu paru lat.

Wiąże się z tym dość powszechna skłonność /zwłaszcza u dydaktyków/ do traktowania matematyki jako nauki aksjomatyczno-dedukcyjnej, co jest historycznym i dydaktycznym absurdem. Koronny argument zwolenników takiego traktowania, że geometria euklidesowa ma taką budowę, jest nieprzekonywający, bo poza geometrią zawsze była spora część matematyki, która nigdy nie pozwoliła sobie w pełni narzucić aksjomatycznego gorsetu /wyjątki, jak teoria grup, nie stanowiły i nie stanowią reguły/ i z powodzeniem rozwijała się i rozwija poza wszelkimi aksjomatykami. Taka jest do dziś np. analiza - motor napędowy matematyki nowożytnej.

Niedawno S.S.Chern, jeden z wielkich matematyków współczesnych, wyraził przekonanie i nadzieję /Chern, 1979/, że teoria rozmaitości, gdzie w jeden wielki węzeł splata się współczesna geometria, analiza i topologia - nie zostanie nigdy zaksjomatyzowana. Takie stanowisko nie oznacza oczywiście całkowitego odrzucenia metody akjomatycznej. Domagając się rezygnacji z jej aspiracji do roli jedynej dopuszczalnej metody, zachowuje ją jako narzędzie porządkowania materiału i sprawdzania wartości rozumowań.

Sprawa ścisłości. Jej zwolennikom, którzy np. "nie rozumieją" pojęcia granicy bez ujęcia jej definicji w terminach języka epsilonowo-deltowego, wypada przypomnieć, że analiza doskonale się obywała bez tego języka przez trzy stulecia, a kiedy wreszcie ów język stworzono, to nie potraktowano go jak objawienie, lecz przeciwnie - zaatakowano jako niepotrzebną uciążliwość, a wśród atakujących byli i giganci jak Henri Poincaré. Czy więc wysiłki zmierzające do narzucenia szkole rygorystycznej ścisłości nie stoją w sprzeczności z naturalnym rozwojem rzeczy i stanem faktycznym ?

Albo sprawa teorii mnogości i topologii. Zwolennicy wczesnego wprowadzania pojęć i języka teorii mnogości i topologii powołują się na ich logiczną prostotę i na wyniki badań psychologów, którzy stwierdzają, że pojęcia tworzone w umyśle dziecka przechodzą najpierw przez fazę jakościową, a dopiero potem osiągają postać zdeterminowaną miarowo, np. pojęcie przestrzeni przechodzi najpierw przez fazę "topologiczną", a dopiero później nakładają się nań pojęcia metryczne jak odległość, proste, prostopadłość itp. Każda prawda ma jednak dwie strony i z tej drugiej strony zwykle wygląda inaczej. Owa "logiczna prostota" dość szybko ujawnia swoją jałowość /vide doświadczenia tych reform, które poszły tu bardzo daleko/, natomiast uważna lektura choćby "Elementów" Euklidesa wykazuje, że owe pojęcia topologiczne są w nich obecne, ale w formie nieujawnionej. Tak więc i ludzkość w procesie tworzenia pewnych pojęć przechodzi najpierw przez fazę jakościową, jednakże nie wydobywa jej do końca na światło dzienne. Czy więc owo wydobycie i skoncentrowanie na tym uwagi jest rzeczywiście wielkim osiągnięciem dydaktycznym ? Doświadczenia zdają się wskazywać, że nie jest. Co więcej, geometria euklidesowa, z której tak ochoczo w imię nowoczesności dziś się rezygnuje na rzecz teorii mnogości i topologii, okazuje się mieć - mimo formalnych niedostatków - takie walory kształcące, jakich tamte nie mają. W szlachetnym dążeniu do zbliżania swych programów do współczesnego poziomu nauki i kultury szkoła nie powinna więc tracić z oczu dotychczasowych doświadczeń, zarówno swoich własnych, wynikających z obserwacji i badań rozwoju intelektualnego uczniów, jak i z doświadczeń gatunku w procesie uzyskiwania wiedzy.

Ramy artykułu nie pozwalają na rozwinięcie wielu myśli, jakie nasuwa zasada paralelizmu w dydaktyce. Pragnąłem jedynie przypomnieć, że istnieje pewna ogólna zasada mogąca kierować nauczaniem oraz pokazać, że zasada ta jest potwierdzana przez współczesne badania w zakresie psychologii, historii i innych pokrewnych nauk, że jest przyjmowana przez wielkie autorytety w psychologii i matematyce i że może być bardzo wartościowym sojusznikiem w dziele kształtowania właściwego modelu nauczania matematyki w szkole.

LITERATURA CYTOWANA

BRUNER, J.S.: Proces kształcenia, Współczesna Biblioteka Naukowa OMEGA, PWN, Warszawa 1964.

CHERN, S.S.: From triangles to manifolds, The American Mathematical Monthly 86 /1979/, str. 334-349

HAECKEL, E.: Zasady morfologii ogólnej organizmów, PWN, Warszawa 1960.

KLEIN, F.: Elementarmathematik vom höheren Standpunkt aus, tom I, wyd. III, Berlin 1924.

KULCZYCKI, S.: Z dziejów matematyki greckiej, PWN, Warszawa, 1973,

On the mathematics curriculum of the high school, The American Monthly 69 /1962/, str. 189-192.

PIAGET, J.: Mowa i myślenie u dziecka, Lwów 1929.

- : Narodziny inteligencji dziecka, Warszawa 1966.

- : Psychologia i epistemologia, PWN, Warszawa 1977 a.

- : Dokąd zmierza edukacja, PWN, Warszawa 1977 b.

POINCARÉ, H.: Podstawy nauki, 1924,

THOM, R.: Czy istnieje matematyka nowoczesna ?, Wiadomości Matematyczne 18 /1974/, str. 130-142.

PRINCIPLE OF PARALLELISM IN DIDACTICS

Summary

The article recalls famous biogenetic law of Ernst Haeckel /1834–1919/ and propounds, in analogy to it, the following principle of parallelism in didactics: the individual learning process should follow genetic /historical/ order. The principle is illustrated by several quotations from F.Klein, H.Poincaré and R.Thom, psychological arguments of J.Piaget and J.S.Bruner, and a few examples.