

---

Arkadiusz PALCZAK

Zespół Szkół

Nowa Ruda

## ZDARZENIA KRYTYCZNE W KSZTAŁCENIU MATEMATYCZNYM

### WSTĘP

Można by zapytać jaki jest związek pomiędzy zdarzeniami krytycznymi w kształceniu matematycznym, tematyką rozwiązywanych zadań i metodą oceniania. Jeżeli zdamy sobie sprawę z tego, czym są zdarzenia krytyczne oraz na czym polega kształcenie matematyczne, to chociażby dla podniesienia jakości procesu nauczania i uczenia się tzw. przedmiotów ścisłych, będziemy musieli uwzględnić je w swojej pracy. Tutaj chciałbym poruszyć jedynie kilka problemów z tego wynikających.

### I. METODA ZDARZEŃ KRYTYCZNYCH

Opisując zdarzenia krytyczne w procesie kształcenia opieram się głównie na pracy Davida Trippa „Zdarzenia krytyczne w nauczaniu, kształtowanie profesjonalnego osądu” (WSiP, Warszawa 1996). W procesie nauczania i uczenia się można wyróżnić dwie role: nauczyciel i uczeń. W przypadku samodzielnego uczenia się uczący się przejmuje obie role. Nauczyciel jest tym, który ma zamiar spowodować by uczeń się „czegoś” nauczył. Aby ten zamiar zrealizować nauczyciel powinien posiadać odpowiedni zasób wiedzy przedmiotowej, dysponować repertuarem właściwego postępowania pedagogicznego, być nastawionym na rozwiązywanie problemów dydaktyczno-wychowawczych, a swój rozwój zawodowy traktować jako proces ciągły.

Bycie uczącym się wymaga podporządkowania się intencjom nauczyciela, zaufania mu z jednoczesną chęcią sprawdzania uzyskanych informacji oraz przyjęcia otwartej postawy warunkującej efektywność tego procesu. W trakcie lekcji i poza nimi pomiędzy nauczycielem i uczniem rozgrywają się różne przewidywalne i nieprzewidywalne zdarzenia. „Zdarzenia zachodzą, ale zdarzenia krytyczne są kreowane przez nasz sposób patrzenia na jakąś sytuację: zdarzenie krytyczne jest interpretacją doniosłości i znaczenia tego, co zaszło. Uznajemy coś za zdarzenia krytyczne w wyniku sądu wartościującego, dla którego podstawą jest ważność, jaką przypisujemy znaczeniu zdarzenia” [T. D, s. 29].

### I.1. KONSTRUKCJA I ANALIZA ZDARZEŃ KRYTYCZNYCH

Zdarzenia krytyczne w zasadzie spotyka się w praktyce szkolnej bardzo rzadko. Jednak wnikliwa obserwacja sytuacji „zwykłych” umożliwiła konstruowanie zdarzeń krytycznych. „Konstruowanie zdarzenia krytycznego składa się z dwóch faz. W pierwszej obserwuje się dane zjawisko i sporządza notatki; na tej podstawie powstaje opis tego co zaszło. Możemy tę fazę nazwać konstruowaniem zdarzenia, które potem ma być wyjaśnione (mamy więc zarówno „co”, jak i „dlaczego”). Konstruujemy zdarzenie krytyczne, patrząc na dane zdarzenie jako na przykład należący do pewnej kategorii w szerszym, zwykle społecznym kontekście. Na przykład spostrzeżenie możemy potraktować jako zdarzenie” [T. D., s. 45].

Aby dostrzegać zdarzenia, z których można wykreować zdarzenia krytyczne należy zwracać uwagę na:

1. Właściwości wydarzeń (interesujące, zabawne, gwałtowne, niefortunne, nudne, błahe);
2. Wydarzenia typowe i nietypowe;
3. Porównania i literatura naukowa (np. doświadczenia własne i cudze);
4. Refleksję nad zdarzeniem (od analizy i pytań do zdarzenia);
5. Ponowne czytanie opisów zdarzeń;
6. Kontrolę i weryfikację czynności rutynowych.

„Analizując jakiś przypadek w celu skonstruowania zdarzenia krytycznego, staramy się potwierdzić (zwersyfikować) coś, czego się domyślamy (hipotezę). Z analizy może jednak wyniknąć coś całkiem nowego. Bez względu na ukierunkowanie staranna, systematyczna, dokładna i jasna analiza leży u podstaw właściwie wykonywanych obowiązków zawodowych, jako że diagnoza i krytyka poddają w wątpliwość to, co już istnieje, i pozwalają zastanowić się, co być może” [T. D., s. 65].

Metody analizowania zdarzeń:

1. Strategie myślenia:
  - a) plusy, minusy, interesujące – ocena pozytywnych i negatywnych stron zdarzenia oraz naszego stosunku do niego;
  - b) alternatywy, możliwości i wybory – wytworzenie obrazu zdarzenia, które mogło zaistnieć, ale się nie wydarzyło;
  - c) inny punkt widzenia – świadome poszukiwanie różnych punktów widzenia danego zdarzenia oraz ich konfrontacja;
  - d) elementy i własności – obserwacja zdarzenia jako zestawu pewnych elemen

- tarych zdarzeń lub jako elementarnych własności;
- e) odwrotności – wytworzenie obrazu zdarzenia przeciwnego do danego;
  - f) luki – wyszukiwanie pominiętych elementów (aspektów) podczas analizy zdarzenia i określanie ich wpływu na przebieg zdarzenia.
2. Kolejne „dlaczego?” (no to co? co z tego?) – stawianie kolejnych pytań tak długo, aż ustalimy czy u podstaw naszego działania lub poglądów jest sąd normatywny czy pewna forma uprzedmiotowienia.
  3. Wzbudzanie wątpliwości.
  4. Rozpoznawanie dylematu – rozpoznawanie sytuacji, w których trzeba wybrać jedną z dwóch wykluczających się możliwości.
  5. Analiza teorii osobistej – odkrycie zbioru wartości (przekonań) stanowiących podstawę naszych decyzji i działań.

„Rzuca się w oczy, że analiza przebiega w pewnej kolejności: możemy sugerować, jaki jest sens danego zdarzenia, jeśli wiemy, jak ono wygląda (czyli jeśli opisaliśmy je). Podobnie tylko wtedy możemy doszukać się sensu ogólniejszego, kiedy dowiemy się, jakie było znaczenie zdarzenia w konkretnym kontekście” [T. D., s. 46].

Analizowanie zdarzeń wymaga skupienia uwagi na szczegółach, przejścia do ogólnych wniosków oraz uwzględnienia kontekstu sytuacji. „Skupianie uwagi kolejno na poszczególnych elementach sytuacji oraz oglądania sytuacji z bliższej perspektywy (w węższym lub szerszym kontekście), stosowane na przemian, pozwalały za każdym razem poprawić zapis. Jedną z różnic między tymi sposobami polega na tym, że skupianie się na poszczególnych elementach obrazu stosuje się prawie zawsze i niezależnie od tematu, w miarę jak nauczyciel nadaje większą jasność swoim spostrzeżeniom i przemyśleniom oraz sposobowi ich przedstawienia. Poszerzanie perspektywy zdarza się równie często, gdyż powinniśmy widzieć zdarzenia w szerszym (społecznym) kontekście. Zbliżenia natomiast stosuje się jedynie okazjonalnie, jako że powiększenie elementu sytuacji lub zdarzenia jest niezbędne tylko wtedy, gdy trzeba zweryfikować jakiś szczególnie potrzebny lub interesujący fakt” [T. D., s. 56].

Zasady konstruowania arkusza zdarzenia krytycznego:

1. Zasady (zadania) ogólne:
  - a) ustalenie kryteriów dotyczących formy i treści arkusza;
  - b) ustalenie odbiorcy arkusza, a przez to dobranie odpowiedniego sposobu pisania, czyli języka;
  - c) w zależności od celu wykorzystanie funkcji wypowiedzi:

- ekspresyjna – wyrażanie swojego stosunku do zdarzeń,
- perswazyjno-sugestyjna – wpłynięcie na podjęcie lub zaniechanie określonych działań przez odbiorcę;
- informacyjno-opisowa – stwierdzenie pewnego stanu rzeczy, czyli informacja o własnościach przedmiotów, związkach pomiędzy nimi, o zdarzeniach, o procesach.

## 2. Zasady (zadania) szczegółowe:

- a) należy zawrzeć w arkuszu opis zdarzenia (wskazane dane liczbowe), nasz stosunek do opisywanego zdarzenia, wnioski i przemyślenia;
- b) opis powinien zawierać wszystkie szczegóły, nawet te, które w momencie zapisu wydają się nieistotne;
- c) opis zdarzenia powinien być ujęty w określonym kontekście;
- d) uzasadnienie krytyczności zdarzenia, jako punktu zwrotnego oraz opis sytuacji po uznaniu danego zdarzenia za przełomowe.

### 1.2. Wpływ zdarzeń krytycznych na pracę nauczyciela

G. Polya w „Odkryciu Matematycznym” [P. G.] porównał pracę nauczyciela z pracą dyrygenta, który wiele razy przygotowuje ten sam utwór, dostrzegając za każdym razem nowe elementy, których przedtem nie odczuwał. Każda interpretacja jest inna, a jest to ciągle ten sam utwór. Aby każda kolejna interpretacja była lepsza lub co najmniej nie gorsza od poprzedniej potrzebna jest refleksja nad tym co robimy, umiejętność spojrzenia na swoją działalność z zewnątrz. „Namysł nad tym co robimy, jest podstawą kształtowania profesjonalnego osądu, ale póki nasz namysł nie kwestionuje w jakiś sposób naszej pracy i naszych przekonań, póki nie uwzględnia możliwości dokonania w nich zmian, póty będziemy po prostu skłonni utrzymywać nasze sposoby postępowania i skłonności” [T. D., str. 31]. Profesjonalny osąd to największa korzyść z analizy zdarzeń zachodzących podczas procesu nauczania i uczenia się. Na pełny profesjonalny osąd składają się następujące kategorie osądu:

1. praktyczny – doraźna reakcja na zaistniałą sytuację wynikającą z doświadczenia, intuicji, osobowości;
2. diagnostyczny – umiejętność wyjaśniania przyczyn osądu praktycznego, diagnoza sytuacji;
3. refleksyjny – osobista (subiektywna) ocena moralna, wartościująca przyczyny decyzji praktycznych;
4. krytyczny – umiejętność weryfikacji poprzednich kategorii metodą badań.

Zastosowanie krytycznej analizy zdarzeń prowadzi do rozwoju świadomości pedagogicznej nauczyciela, pozwala zmieniać, poprawiać sposób nauczania i wprowadzać diagnostyczny cykl nauczania umożliwiający:

1. poznanie przyczyn zdarzenia;
2. korygowanie albo wzmacnianie czynności;
3. rozpoznawanie symptomów sytuacji podobnych i przez to przeciwdziałanie ich ujemnym skutkom albo promowanie takiego typu zachowania.

Analiza krytyczna zdarzeń to droga do profesjonalizmu w zawodzie nauczycielskim od nowicjusza przez kompetentnego, biegłego wykonawcę do eksperta charakteryzującego się następującymi cechami:

1. niezależność – suwerenny organizator swojej pracy, podejmujący nowe i trudne zadania, sprawdzający się w warunkach rywalizacji i konkurencji, odpowiedzialny eksperymentator;
2. odpowiedzialność – silnie odczuwający własną kontrolę nad swoimi działaniami;
3. pragmatyzm – umiejący oddzielić sferę zawodową od życia prywatnego, oceniający innych na podstawie efektów pracy, a nie zamiarów, uzasadniający swoje decyzje na podstawie konkretnych przyczyn, a nie ogólnych wartości;
4. racjonalizm – kierujący się w działaniu wiedzą specjalistyczną, skoncentrowany na własnym obszarze działalności i szanujący kompetencje innych nie ingerując w ich dziedzinę;
5. identyfikacja z zawodem – lojalny wobec norm swojego zawodu, odrzucający zasadę ekonomiczności, która reguluje zaangażowanie w pracę wysokością płacy, ale wykonujący każdą podjętą pracę z maksymalną rzetelnością;
6. potrzeba osiągnięć – nastawiony na osiągnięcia zawodowe, samorealizujący się w wykonywaniu zadań trudnych, szukający możliwości osobistego rozwoju [S. C., s. 58–67].

W takim systemie pracy rola nauczyciela jest całkiem inna niż w nauczaniu tradycyjnym. Tutaj nauczyciel jest koordynatorem i współorganizatorem pracy uczniów, jest ich przewodnikiem, doradcą i pomocnikiem. Geoff Cumming [C. G, s. 21–35] nazywa ten model kształcenia uczeniem się przez praktykowanie, a Seymour Papert [P. S., s. 196] porównuje takie działania do brazylijskiej szkoły samby. Każdy z nich podkreśla wyjątkowe znaczenie kontaktu ucznia z mistrzem, którym może być nauczyciel. Celem nauczyciela sformułowanym wobec siebie samego powinien być profesjonalizm zawodowy, który można czasami porównywać z dążeniem do mistrzostwa,

a wobec swoich uczniów – „przeskoczenie” mistrza, czyli osiągnięcie większych, bardziej wartościowych sukcesów niż ich nauczyciel. „Stroma jest droga wiodąca do mistrzostwa. Często zdarza się, że uczeń tylko dlatego nie ustaje w marszu, iż podtrzymuje go wiara w nauczyciela, którego mistrzostwo dopiero teraz zaczyna sobie uzmysławiać. (...) napomina, aby uczeń zaszedł dalej, niż on sam – aby „stanął na ramionach nauczyciela” [He. E., s. 59].

## II. ZDARZENIA KRYTYCZNE W KSZTAŁCENIU MATEMATYCZNYM

### II.1. KSZTAŁCENIE MATEMATYCZNE

Jeżeli przyjąć, że pierwszoplanowym celem nauczania jest uczyć myśleć, to bardzo dobrym materiałem do tego jest matematyka. Jednak wymaga to zmiany postrzegania matematyki przez uczących się z jednej strony i zmiany celów nauczania z drugiej strony. Zbyt często matematyka jest kojarzona głównie ze sprawnością wykonywania obliczeń, stosowania algorytmów i znajomością wzorów. To ważne elementy kształcenia matematycznego, ale są one jednym z jego efektów, a nie celem. Do tych wszystkich działań można wykorzystywać powszechnie dostępne komputery z odpowiednim oprogramowaniem.

„Matematyka rozwija się coraz bardziej w kierunku nauki ogólnej o strukturach. Im zawdzięcza ogromne możliwości zastosowań, informacji i unifikacji. Znajomość i opanowanie tych struktur, posługiwanie się nimi w ujmowaniu rzeczywistości, to prawdziwe cele nauczania matematyki” [K. Z., cz. I, s. 15]. Jest to ważne nie tylko na poziomie studiów wyższych, ale przede wszystkim już w szkole podstawowej i średniej, gdyż tam kształtuje się obraz matematyki, często na całe życie. Dlatego wskazane jest przyjąć trzy bardzo ogólne cele nauczania i uczenia się matematyki:

1. rozwój umiejętności rozwiązywania problemów;
2. kształcenie podejścia badawczego;
3. właściwe postrzeganie matematyki.

Proces nauczania i uczenia się matematyki można traktować jako budowanie, rozwijanie i odkrywanie własnych kompetencji, do których zalicza się:

- a) Zasoby: fakty, sprawności, procedury, zapamiętane rozwiązania wybranych problemów;
- b) Heurystyka: nie tylko zbiór dobrze znanych zasad heurystycznych Polya’i [P. G.], ale także ich konkretyzacji, np. zasada „zbadaj szczegółowy przypadek”, może mieć swoje specyficzne wersje w dziedzinie geometrii i różnych obszarów algebry;

c) Sterowanie: zdolność zarządzania zasobami, panowania nad postępem prac, podejmowania decyzji o zmianie strategii, oceniania, czy dane podejście ma szansę powodzenia;

d) Przekonania: „światopogląd matematyczny”, oczekiwania dotyczące wymagań i poprawności, stosunek do rozmaitych ogólnych zagadnień jak np. konstruowanie formalnych dowodów, świadomość własnych możliwości” [C. G., str. 22–23].

J. Brunner pisze, że „(...) uczenie się matematyki można uważać za mikrokosmos rozwoju intelektualnego. Zaczyna się ono od działania instrumentalnego, od pewnego rodzaju definiowania rzeczy poprzez robienie ich. Operacje takie reprezentowane są i podsumowywane w postaci określonych obrazów. Wreszcie za pomocą zapisu symbolicznego, który pozostaje niezmienny mimo transformacji wyobrażeń poglądowych, osoba ucząca się dochodzi do uchwycenia formalnych czy abstrakcyjnych cech rzeczy, z którymi ma do czynienia” [B. J., s. 716]. Matematyka, już na poziomie szkoły podstawowej i średniej jest praktycznie jedynym przedmiotem nauczania, który wymaga myślenia na poziomie operacji formalnych, a to znaczy, że prawdziwe sukcesy w matematyce mogą odnosić tylko ludzie o ponadprzeciętnych zdolnościach. Jest to dziedzina nauki, która od ucznia poczynając, a na profesorze kończąc wymaga ciągłego „wychodzenia poza dostarczone informacje”.

Proces doboru treści i metod nauczania i uczenia się jest szczególnie ważny dla kształcenia matematycznego, ponieważ „(...) od pierwszych lat pobytu w szkole, wymaga od dziecka pokonania dwóch nakładających się obszarów trudności:

- opanowanie technik kodowania i dekodowania w ściśle określonym systemie znaków: cyfry, znaki działań, schematy graficzne,
- przyswojenie abstrakcyjnych pojęć, zapisywania ich i posługiwania się nimi w różnych sytuacjach.

Aby temu sprostać, dziecko musi być zdolne nie tylko funkcjonować na poziomie reprezentacji symbolicznych, ikonicznych i enaktywnych, lecz musi z łatwością przechodzić z jednego poziomu na drugi” [G-K. E., s. 86]. Z tego wynika, że matematyka i przedmioty oparte na matematyce będą sprawiały sporej grupie uczniów wyjątkowo duże trudności. Jednym z najważniejszych celów edukacji jest wykrycie, a następnie wspomaganie rozwoju zdolności uczących. Mając na uwadze efektywność procesu nauczania i uczenia się matematyki musimy uwzględnić cechy nowoczesnej matematyki, a mianowicie:

„1. całościowy charakter rozpatrywanych w niej konkretnych struktur matema-

tycznych,

2. dedukcyjny charakter teorii każdej konkretnej struktury matematycznej,
3. formalny charakter dedukcyjnej teorii konkretnej struktury matematycznej" [C. A., s. 312].

Z teorii Piageta rozwoju intelektualnego wynika nie tylko, jak należy organizować proces nauczania i uczenia się matematyki, ale również kiedy ten proces ma szansę powodzenia. Otóż warunkiem koniecznym sukcesu w kształceniu matematycznym jest funkcjonowanie na poziomie operacji formalnych. W sytuacji, gdy uczący się nie osiągnął tego poziomu jedynym, efektem nauczania i uczenia się może być (ale nie musi) opanowanie algorytmów działania, a rozwiązywanie zadań sprowadza się do rozpoznawania i odszukania podobnego rozwiązane już zadania. Operacje symboliczne, definicje, twierdzenia, wyciąganie z nich wniosków, tzw. widzenie (czucie) matematyczne są poza zasięgiem tych uczniów.

Można te wnioski przedstawić w tabeli:

Operacje formalne	Działanie - uczenie się	Ocena
Niedostępne	odszukiwanie, rozpoznawanie, powtarzanie, reprodukcja	wierność
Dostępne	generowanie rozwiązań, modyfikacja, odkrywanie, budowanie i łamanie schematów	oryginalność

Dziedziny kształcenia oparte na strukturach symbolicznych, jak matematyka oraz dziedziny na niej oparte, jak np. fizyka, poza sferą jakościową, stają się dla tych ludzi niedostępne.

## II.2. ZDARZENIA KRYTYCZNE I MATEMATYKA

Mówiąc żartobliwie (a może nie) cały proces nauczania i uczenia się matematyki to sytuacje krytyczne. Zdarzenie dobrze zapamiętane z okresu mojej nauki szkolnej, a którego przyczyn wtedy nie rozumiałem, dotyczyło dużych trudności wielu uczniów z przekształcaniami wzorów. Rozwiązywanie zadań matematycznych i fizycznych w pewnej fazie wymaga wykonywania przekształceń mniej lub bardziej skomplikowanych wzorów, a następnie podstawienia danych liczbowych i wykonania wskazanych działań w celu otrzymania żadanego wyniku. Spora grupa uczniów wołała najpierw podstawić dane liczbowe i dopiero wtedy otrzymane zależności przekształcać. W okresie studiów uniwersyteckich, po zapoznaniu się z teorią Piageta,



przyczyny tego zjawiska stały się bardziej zrozumiałe. Znaczyło to, że liczba dla nich jest obiektem konkretnym, a symbol abstrakcyjnym. Kiedy po wielu latach zacząłem uczyć matematyki w szkole średniej i wyższej i natknąłem się na tego typu problemy, postanowiłem przyjrzeć się im dokładnie. Szczególnie, że w szkole średniej uczniowie powinni w trakcie rozwoju intelektualnego już przejść do fazy operacji formalnych, bądź pozostać na etapie operacji konkretnych.

Przedmiotem badań był (i jest) proces kształcenia matematycznego w szkole średniej. Analiza obejmuje okres czterech lat (rok szkolny 1995/96 – 1998/99) nauki od klasy pierwszej do czwartej w liceum ogólnokształcącym (LO) i zawodowym (LZ) dwóch grup–klas po około 30 osób z każdego typu szkoły. Użyłem zwrotu „około”, gdyż w klasie I-iej LO (1995/96) było 34 uczniów, a w klasie I-iej LZ (1995/96) 33 uczniów, natomiast w klasie IV-iej (1998/99) odpowiednio 30 i 28 uczniów. Badania swoje rozpocząłem od zebrania wyników egzaminu wstępnego z matematyki do szkoły średniej oraz ocen końcowych z matematyki w klasie VII-iej i VIII-iej szkoły podstawowej tych uczniów, którzy zostali przyjęci do klas pierwszych LO i LZ. W celu potwierdzenia lub zanegowania wniosków wynikających z systematycznych badań nad w/w grupami prowadziłem obserwacje innych grup uczniowskich, z którymi miałem kontakt w formie lekcji matematyki lub informatyki oraz konfrontowałem je z nauczycielami pracującymi w innych szkołach średnich. Wnioski z lat 1995–99 weryfikowane były przez następne dwa lata i są w dalszym ciągu weryfikowane na bieżąco.

Rozpoczęcie systematycznych badań procesu kształcenia matematycznego w szkole średniej wymagało opracowania zasad badań, przejścia od celów ogólnych do bardziej szczegółowych celów nauczania matematyki w szkole średniej, ich operacjonalizacji, opracowanie metod kontroli i oceniania.

Badania moje opierają się na następujących zasadach:

1. prowadzone są w rzeczywistych warunkach szkolnych;
2. minimalna interwencja badacza w proces;
3. uczniowie będący obiektem badań nie są ich świadomi;
4. różne metody zbierania danych: indywidualne (jeden uczeń), grupowe (np. cała klasa);
5. badanie procesu nauczania i uczenia się matematyki głównie na podstawie jego przebiegu;
6. elastyczna konstrukcja i rekonstrukcja modelu procesu nauczania i uczenia się matematyki.

W tym celu opracowałem zestaw sprawdzianów, testów do każdego działu matematyki w szkole średniej, serię testów badających poziom gotowości do uczenia się matematyki oraz testy badające operacje formalne i konkretne. Dużą rolę w badaniach odegrały lekcje matematyki i informatyki, a także metoda oceniania pozwalająca uczniom poprawiać poza lekcjami każdą uzyskaną ocenę na wyższą bez względu na ilość prób. Co, jak sądzę, przyczyniło się do lepszego poznania uczniów oraz indywidualizację podejścia do każdego ucznia, gdyż wszyscy korzystali z możliwości poprawiania ocen.

Kiedy w klasie III-ej przeprowadziłem testy badające fazy rozwojowe wg Piageta, to okazało się, że zdecydowana większość uczniów (80%) w wieku 17–18 lat pozostała na poziomie operacji konkretnych. Mimo że te wyniki potwierdziły moje obserwacje z dwóch lat poprzednich, to były one bardzo poważnym wstrząsem, gdyż czym innym są podejrzenia, a czym innym fakty. Obrazowo można stwierdzić, że przypominało to sytuację uczniów pozbawionych słuchu muzycznego na lekcji muzyki, którym trzeba pokazywać piękno muzyki i oceniać ich także.

#### Literatura

1. [B. J.<sub>1</sub>] Bruner J., 1978, *Poza dostarczone informacje*, PWN, Warszawa.
2. [B. J.<sub>2</sub>] Bruner J., 1974, *W poszukiwaniu teorii nauczania*, PIW, Warszawa.
3. [C. A.] Cylikowska A., Miklos S., 1994, *Kształtowanie się pojęć i struktur matematycznych*, [w:] B. Rabijewska (red.), *Wprowadzenie do wybranych zagadnień dydaktyki matematyki*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
4. [C. G.] Cumming G., *Gdzie ta elita*, [w:] *Komputer w Szkole* nr 2/96.
5. [G-K. E.] Gruszczyk-Kolczyńska E., 1994, *Dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się matematyki*, WSiP, Warszawa.
6. [He. E.] Herrigel E., 1987, *Zen w sztuce łucznictwa*, Pusty Obłok, Warszawa.
7. [K. Z.] Krygowska Z., 1977, *Zarys dydaktyki matematyki, cz. I-III*, WSiP, Warszawa.
8. [P. S.] Papert S., 1996, *Burze mózgów. Dzieci i komputery*, PWN, Warszawa.
9. [P. G.] Polya G., 1993, *Jak to rozwiązać*, PWN, Warszawa.
10. [S. C.] Sikorski Cz., 1995, *Profesjonalizm*, PWN, Warszawa.
11. [T. D.] Tripp D., 1996, *Zdarzenia krytyczne w nauczaniu*, WSiP, Warszawa.