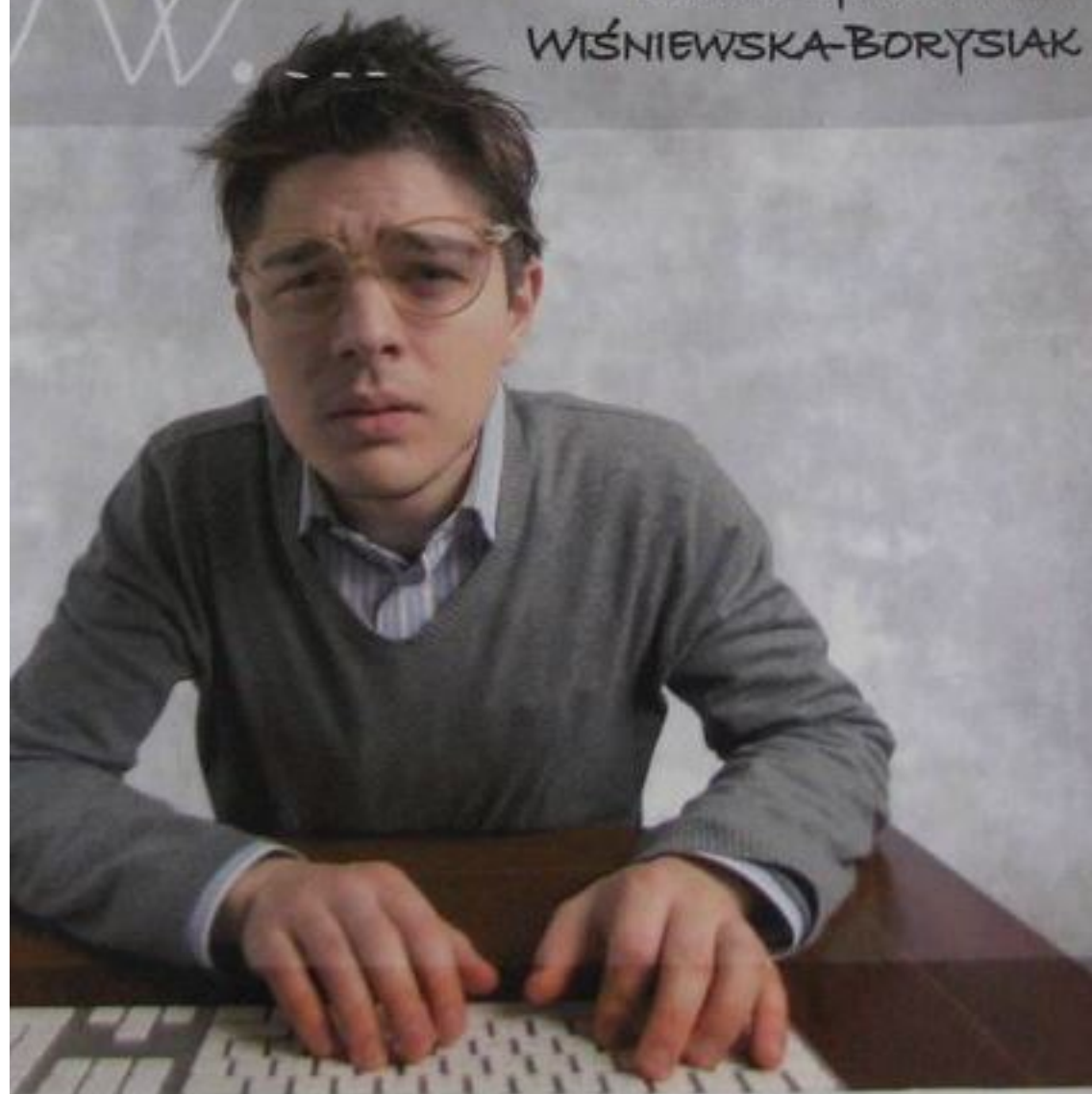


KOMPUTER WE WSPOMAGANIU LOGICZNEGO MYŚLENIA

KATARZYNA ANNA
WIŚNIEWSKA-BORYSIAK



Katarzyna Anna
Wiśniewska-Borysiak

*Rola komputera we wspomaganii
logicznego myślenia*

Toruń 2015

*Gdybym miał problem, od którego zależałoby moje życie i tylko jedną godzinę na jego rozwiązanie, spędziłbym 40 minut na jego analizie, 15 minut na ponownym badaniu i 5 minut na rozwiązaniu go;
Albert Einstein*

*Niniejszą książkę dedykuję wszystkim osobom, które wspierały mnie w życiu –
a zwłaszcza w jego trudnych momentach...*

Spis treści

| | |
|--------------------|---|
| Wstęp | 6 |
|--------------------|---|

ROZDZIAŁ I

| | |
|--|----|
| Wybrane podejścia do myślenia logicznego w literaturze przedmiotu | 10 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| I 1. Rozumowanie jako forma logicznego myślenia..... | 14 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| I 1.1. Teorie rozumowania dedukcyjnego | 15 |
|--|----|

| | |
|--|----|
| I 1.1.1. Teoria abstrakcyjnych reguł | 16 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| I 1.1.2. Teoria modeli mentalnych | 18 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| I 1.1.3. Porównanie teorii abstrakcyjnych reguł z teorią modeli mentalnych | 20 |
|--|----|

| | |
|------------------------------------|----|
| I 1.2. Rozumowania dedukcyjne..... | 24 |
|------------------------------------|----|

| | |
|--|----|
| I 1.2.1. Rozumowanie sylogistyczne | 28 |
|--|----|

| | |
|--------------------------------------|----|
| I 1.2.2. Rozumowanie warunkowe | 35 |
|--------------------------------------|----|

| | |
|-------------------------------------|----|
| I 1.3. Rozumowania indukcyjne | 37 |
|-------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| I 1.3.1. Kanony indukcji eliminacyjnej..... | 39 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| I 1.4. Rozumowanie przez analogię..... | 40 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| I 1.5. Rozumowania probabilistyczne i nieformalne | 42 |
|---|----|

| | |
|---|----|
| I 2. Podejście Jeana Piageta do logicznego myślenia | 45 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| I 3. Inteligencja a zdolność logicznego myślenia | 56 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| I 4. Logiczne myślenie jako rozwiązywanie problemów | 62 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| I 4.1. Logiczne myślenie jako zdolność wykonywania różnych operacji umysłowych – aspekt psychologiczny..... | 67 |
|--|----|

| | |
|---|----|
| I 4.2. Kształtowanie czynności logicznego myślenia – aspekt pedagogiczny..... | 77 |
|---|----|

| | |
|--|----|
| I 6. Przegląd badań nt. logicznego myślenia i jego komputerowego wspomagania | 90 |
|--|----|

ROZDZIAŁ II

| | |
|--|-----|
| Komputerowe wspomaganie logicznego myślenia | 109 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| III 1. Komputer jako narzędzie kształtujące procesy poznawcze | 109 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| III 2. Hipertekst i hipermedia jako narzędzia rozwijające logiczne myślenie | 118 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| III 3. Efekty i ograniczenia w rozwijaniu logicznego myślenia za sprawą nauki programowania. Strategie algorytmiczne i heurystyczne..... | 128 |
|---|-----|

| | |
|--|-----|
| III 4. Pragmatyka tworzenia interakcyjnego oprogramowania edukacyjnego wspomagającego logiczne myślenie uczniów | 141 |
|--|-----|

ROZDZIAŁ III

Logomocja-Imagine jako narzędzie dydaktyczne wspomagające logiczne

| | |
|---|------------|
| myślenie | 147 |
| III 1. Opis działania i możliwości programu Logomocja-Imagine..... | 147 |
| III 2. Metody tworzenia projektów w systemie Logomocja-Imagine i ich przydatność dla rozwoju logicznego myślenia | 151 |
| III 2.1. Metoda rebusu..... | 152 |
| III 2.2. Metoda sortowania (porządkowania) lub przenoszenia obiektów..... | 153 |
| III 2.3. Metoda porównywania | 154 |
| III 2.4. Metoda krzyżówko-zagadki..... | 155 |
| III 2.5. Metoda labiryntu..... | 156 |
| III 2.6. Metoda puzzli | 158 |
| III 2.7. Metoda logicznej układanki..... | 159 |
| III 2.8. Metoda warunkowego zamalowywania obszarów | 160 |
| III 2.9. Metoda quizu | 161 |
| III 2.10. Metody oparte na losowości | 162 |
| III 2.11. Metoda programowania sieciowego | 165 |

ROZDZIAŁ IV

Założenia metodologiczne badań własnych

| | |
|---|------------|
| IV 1. Przedmiot, cele, problematyka badań i hipotezy badawcze | 168 |
| IV 2. Model badawczy, zmienne i wskaźniki | 172 |
| Źródło: opracowanie własne | 174 |
| IV 3. Metody, techniki i narzędzia badawcze..... | 175 |
| IV 4. Opis badanych osób, terenu i organizacji badań | 178 |
| IV 5. Metody analizy statystycznej..... | 179 |

ROZDZIAŁ V

Wyniki badań własnych.....

| | |
|--|-----|
| V 1. Komputerowe programowanie edukacyjne a logiczne myślenie uczniów | 182 |
| V 1.1. Płeć a poziom logicznego myślenia | 190 |
| V 2. Rozwijanie logicznego myślenia przez uczniów VI klasy szkoły podstawowej..... | 199 |
| V 2.1. Trudności w nauce matematyki a logiczne myślenie | 199 |
| V 2.2. Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie | 208 |

| | |
|---|-----|
| V 2.3. Znaczenie zainteresowań ucznia dla jego logiczności myślenia | 218 |
| V 3. Związek pomiędzy czynnikami środowiskowo-społecznymi a poziomem logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej | 220 |
| V 3.1. Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci | 221 |
| V 3.2. Wspólne odrabianie lekcji dziecka z rodzicami a jego poziom logicznego myślenia..... | 229 |
| V 3.3. Warunki ekonomiczne rodziny a logiczne myślenie dzieci..... | 233 |
| V 4. Wspomaganie logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej przez nauczyciela | 234 |
| V 4.1. Charakterystyka badanych nauczycieli | 235 |
| V 4.2. Styl pracy nauczyciela a poziom logicznego myślenia uczniów | 237 |
| Zakończenie | 244 |
| Bibliografia | 250 |
| Streszczenie / Summary | 261 |
| Aneksy | 263 |

Wstęp

Istotną cechą osobowości współczesnego człowieka jest logiczne myślenie, dzięki któremu przeprowadza on różnego rodzaju rozumowania i wyciąga z nich poprawne wnioski, a także rozwiązuje problemy i dostrzega związki przyczynowo-skutkowe. Precyzyjnie wykonuje polecenia, szacuje i liczy w pamięci oraz poprawnie formułuje swoje wypowiedzi. Z łatwością tworzy sekwencje słowne, ruchowe i myślowe oraz klasyfikuje i porządkuje obiekty ze względu na określone kryteria. Bez większych trudności dostrzega relacje zachodzące między różnymi zjawiskami, osobami czy przedmiotami. Świetnie też posługuje się różnymi operacjami umysłowymi, na które składają się przede wszystkim analiza i synteza¹.

Kształtowanie umiejętności logicznych wymaga doskonałej percepcji, gdyż o poprawnym rozwiązywaniu problemów nierzadko decydują informacje wejściowe. Tak więc wnikliwe spostrzeganie jest niezwykle istotne w poznawaniu rzeczywistości, w której ludzie cały czas mają styczność z różnymi problemami i zagadkami logicznymi².

W rozwijaniu zarówno percepcji, jak i logicznego myślenia znaczącą rolę może odegrać komputer. Dostrzeżenie w nim cech narzędzia poznawczego spowodowało, że znalazł on powszechne zastosowanie we wspomaganiu działań intelektualnych ludzi. Czym jednak jest komputer bez odpowiedniego oprogramowania. Jeżeli zostało ono „zaadoptowane lub wynalezione z myślą o uczeniu się z uwzględnieniem zasad dydaktycznych”³, to służy rozwojowi procesów poznawczych, gdyż myślenie wyzwalane jest przez czynność uczenia się. Zwrócił na to uwagę m.in. Seymour Papert, który wyszedł z założenia, że praca we właściwym oprogramowaniu bądź w systemie programowania wzmacnia procesy myślenia twórczego i logicznego przejawiającego się zwłaszcza w rozwiązywaniu zadań matematycznych i językowych. W związku z tym moim celem teoretyczno-poznawczym stało się sformułowanie koncepcji

¹ Por. M. Taraszkiewicz, C. Rose, Atlas efektywnego uczenia się, Cz. 7 Inteligencje wielorakie w klasie, Warszawa 2006, http://archiwum.trendy.codn.edu.pl/struktura/konferencja/doc/inteligencje_wielorakie_w_klasie.pdf (20.01.2010)

² Por. B. Siemieniecki, Rozwijanie myślenia w szkole podstawowej w klasach IV-VI na drodze do społeczeństwa informacyjnego, [w:] K. Wenta, E. Perzycka (red.), Edukacja informacyjna. Neomedia w dydaktyce i działaniach wychowawczo-opiekuńczych, Szczecin 2007, s. 21

³ B. Siemieniecki, Komputer w edukacji. Podstawowe problemy technologii informacyjnej, Toruń 1998, s. 86.

metodycznej kształtowania logicznego myślenia uczniów uczęszczających do klasy VI szkoły podstawowej (z udziałem systemu Logomocja-Imagine), natomiast celem praktycznym - ustalenie dyrektyw pedagogicznych kierowanych pod adresem nauczycieli pragnących stymulować logiczne myślenie swoich uczniów.

Do wyznaczenia wspomnianych celów skłonił mnie do tego dodatkowo fakt, że na świecie wprawdzie prowadzono podobne badania, niemniej jednak żadne z nich nie uwzględniały jednocześnie zmiennych odnoszących się do pracy w systemie programowania, ucznia, nauczyciela oraz czynników środowiskowo-społecznych mogących mieć wpływ na logiczne myślenie. Co więcej ani jedno tego typu badania nie zostały dotąd przeprowadzone w Polsce.

Niniejsza praca składa się z pięciu rozdziałów. W pierwszym omawiam różne podejścia do zagadnienia logicznego myślenia. W związku z tym przedstawiam ten rodzaj myślenia jako rozumowanie, czyli proces myślowy, w którym ze zbioru faktów wyciąga się wnioski. Tego rodzaju rozumowanie w literaturze przedmiotu jest określane mianem wnioskowania. Następnie dokonuję próby całościowego ujęcia istoty logicznego myślenia w kontekście stadiów rozwojowych Jeana Piageta. Ponadto przedstawiam ten typ myślenia jako rodzaj inteligencji matematyczno-logicznej powiązanej z inteligencją językową, a także jako zdolność rozwiązywania problemów w kontekście psychologicznym analizującym przede wszystkim strukturę i proces myślenia oraz w kontekście pedagogicznym ujmującym logiczne myślenie w praktycznym i życiowym sensie jako kształtowanie nawyków ostrożnego, wnikliwego i rozumnego myślenia za pomocą określonych metod problemowych oraz środków dydaktycznych. Na sam koniec niniejszego rozdziału przytaczam wyniki badań prowadzonych na świecie na temat logicznego myślenia i jego komputerowego wspomaganie w obszarze: słowno-językowym i matematyczno-informatycznym.

Rozdział drugi poświęcam zagadnieniu komputerowego wspomaganie logicznego myślenia uczniów. Przedstawiam w nim komputer, hipertekst i hipermedia jako narzędzia poznawcze wspierające procesy umysłowe. Dokonuję m.in. próby klasyfikacji hipermediów wspomagających logiczne myślenie. Omawiam zmiany w zakresie myślenia na skutek nauki programowania, a także różne zdolności poznawcze, jakie są prawdopodobnie konieczne do jej opanowania. Na koniec prezentuję zasady tworzenia interakcyjnego oprogramowania edukacyjnego wspierającego logiczne myślenie.

W rozdziale trzecim prezentuję środowisko Logomocja-Imagine jako język wspomagający logiczne myślenie. Łączy on w sobie programowanie zorientowane obiektowo z tradycyjnym Logo.

W kolejnym – czwartym rozdziale – omawiam metodologiczne podstawy niniejszej pracy. Opisuję przedmiot i cele badań, a także przedstawiam problemy badawcze i hipotezy. Prezentuję też model badawczy, który prowadzi do wyznaczenia zmiennych i ich wskaźników, a także ukazuje związek zmiennych zależnej, pośredniczącej i niezależnych. Ponadto opisuję zastosowane w badaniu metody, techniki i narzędzia badawcze, jak również wyznaczony teren badań, próbę badawczą i organizację badań.

W rozdziale piątym przedstawiam analizę wyników badań ukazujących stymulowanie logicznego myślenia za pomocą systemu programowania edukacyjnego z uwzględnieniem kategorii płęć. Poza tym ukazuję związek logicznego myślenia badanych uczniów z rodzajem zainteresowań, poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych oraz czynnikami środowiskowo-społecznymi takimi, jak: wykształcenie rodziców, odrabianie lekcji dziecka z pomocą i bez pomocy rodziców czy warunki ekonomiczne rodziny.

Ze względu na fabułę książka może być przydatna zarówno nauczycielom zajmującym się szeroko rozumianym kształceniem, jak i studentom kierunków pedagogicznych. Poza tym warto polecić tę publikację decydom odpowiadającym za politykę edukacyjną państwa, a także pracownikom zajmującym się szkoleniami i kursami z zakresu rozwijania logicznego i kreatywnego myślenia.

Autorka składa wyrazy wdzięczności w stronę Prof. dr hab. Marii Kozielskiej za sporządzenie recenzji wydawniczej, słowa inspiracji, przychylne i konstruktywne uwagi, które przyczyniły się do udoskonalenia niniejszej monografii. W tym miejscu pragnie również wyrazić serdeczne podziękowanie Pani dr Aleksandrze Skarbińskiej za wspólne rozmowy oraz wsparcie w toku pisania i przygotowywania do publikacji niniejszej książki.

ROZDZIAŁ I

Wybrane podejścia do myślenia logicznego w literaturze przedmiotu

W literaturze naukowej definicje rozumowania i logicznego myślenia nie są jednoznacznie ustalone. Logicy najczęściej definiują logiczne myślenie odwołując się do kategorii poprawności logicznej (lub jej braku) w procesie myślenia (Irving M. Copi, 1961⁴) albo wyciągania wniosków z przesłanek (Richard B. Angell, 1964⁵). Tego typu definicje odnoszą się do kategorii prawdy w rozumieniu potocznym lub prawdy logicznej. Tymczasem psychologowie większą uwagę skupiają na procesach myślenia. Na przykład P.A. Nolen (1976)⁶, przy definiowaniu logiki, odwołał się do sformalizowanych reguł, na bazie których przebiega proces myślenia, a nie kategorii prawdy w potocznym jej rozumieniu czy prawdy logicznej⁷.

Oprócz tego, psychologowie oraz filozofowie niejednokrotnie udowodniali, że logiczne myślenie może być zawodne, a to co ich w szczególności interesuje w prowadzonych badaniach, to natura udzielanych odpowiedzi (Jonathan St. Evans, 1972⁸; Rachel J. Falmagne 1975⁹; P.A. Nolen 1976¹⁰; Jean Piaget, 1953¹¹, 1963¹²) w przeciwieństwie do logików, dla których najistotniejszym celem jest ustalenie, a następnie wyeliminowanie błędnego rozumowania (Robert H. Ennis, 1975¹³)¹⁴.

Większość psychologicznych definicji rozumowania i logicznego myślenia opiera się na tradycyjnej logice Arystotelesa, stanowiącej modelowy lub też skrócony

⁴ I.M. Copi, *Introduction to logic*, New York, 1961.

⁵ R.B. Angell, *Reasoning and logic*, New York 1964.

⁶ P.A. Nolen, *Implications of formal operational thinking at the college level*, *Contemporary Educational Psychology*, 1, 1976, s. 269-273.

⁷ E.J. Mason, *The development of logical thinking in children*, Report to the Netherlands Ministry for Pure Science Research, Feb. 1980. (tłum.)

⁸ J. St. Evans, *On the problems of interpreting reasoning data: Logical and psychological approaches*, 1, 1972, s. 373-384.

⁹ R.J. Falmagne (red.), *Reasoning: Representation and process in children and adults*, Hillsdale 1975.

¹⁰ P.A. Nolen, *op. cit.*, s. 269-273.

¹¹ J. Piaget, *Logic and psychology*, Manchester, England, 1953.

¹² J. Piaget, *Psychology of intelligence*, Paterson, N.J.: Littlefield, Adams, 1963.

¹³ R.H. Ennis, *Children's ability to handle Piaget's propositional logic: A conceptual critique*, *Review of Educational Research*, 45, 1975, s. 1-41.

¹⁴ E.J. Mason, *op. cit.*

opis procesów myślowych. (Philip N. Johnson-Laird, 1975¹⁵). Tylko znikome badania wykorzystują dysjunkcję (James J. Roberge, Barbara K. Flexer, 1979¹⁶) czy implikację (Nitsa B. Hadar, 1975¹⁷). Ta ostatnia jest związkiem logicznym, w którym zdanie następujące po „jeżeli” nazywa się poprzednikiem, natomiast zdanie następujące po „to” nazywa się następnikiem. Rozumowanie oparte na schemacie implikacji omawiano przede wszystkim w stosunku do radzenia sobie z różnymi zadaniami matematycznymi oraz w odniesieniu do szukania rozwiązań konkretnych problemów (np. Charles J. Brainerd, 1979¹⁸, Nitsa B. Hadar, 1975¹⁹; James J. Roberge, Barbara K. Flexer, 1979²⁰) oraz zagadnień naukowych (Robert H. Ennis, 1975²¹, Robert H. Ennis, Dieter H. Paulus, 1965²²)²³.

Na skutek różnic pomiędzy badaniem logiki formalnej i logicznego myślenia, niektórzy badacze zaczęli nadmiernie skupiać się na logicznych modelach reprezentujących procesy myślowe. Na przykład Jonathan St. Evans (1972)²⁴ poddał w wątpliwość użyteczność kategorii prawdy logicznej dla psychologicznego opisu osoby dokonującej rozumowania logicznego. Z kolei Mary Henle (1962)²⁵ zwróciła uwagę na błędy dedukcyjne wynikające z pominięcia bądź błędnego zinterpretowania przesłanek, a także z świadomej niechęci do ścisłości rozumowania oraz z włączania weń wiedzy niewynikającej bezpośrednio z przyjętych przesłanek. Do tego Martin D. Braine (1978)²⁶ odróżnił logikę potoczną, którą na co dzień posługują się zwykli ludzie od logiki formalnej, którą zajmują się logicy. Według niego należy też skupić się na regułach wnioskowania, na których opierają się rzeczywiste procesy myślenia, a nie aksjomaty logiki formalnej czy matryce logiczne wykorzystywane przez logików.

¹⁵ P.N. Johnson-Laird, Models of deduction [w:] R.J. Falmagne (red.) Reasoning: Representation and process in children and adults, Erlbaum, 1975.

¹⁶ J.J. Roberge, B.K. Flexer, Further examination of formal operations reasoning abilities, Child development, 50, 1979, s. 478-484.

¹⁷ E.J. Mason za: N.B. Hadar, Children's conditional reasoning: An investigation of fifth graders ability to learn to distinguish between valid and fallacious inferences. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Berkley, 1975

¹⁸ C.J. Brainerd, The origins of the number concept, New York, 1979.

¹⁹ N.B. Hadar, op. cit.

²⁰ J.J. Roberge, B.K. Flexer, Propositional reasoning in adolescence, Journal of General Psychology, 100, 1979, s. 85-91.

²¹ R.H. Ennis, op. cit., 1975, s. 1-41

²² R.H. Ennis, D. Paulus, Critical thinking in grades 1-12, Phase 1: Deductive reasoning in adolescence, Ithaca, N.Y.: Cornell University 1965.

²³ E.J. Mason, op. cit.

²⁴ J. St. Evans, op. cit., 1, 1972, s. 373-384.

²⁵ M. Henle, On the relation between logic and thinking, Psychological Review, 69, 1962, s. 366-378.

²⁶ M.D. Braine, On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic, Psychological Review, 85, 1978, s. 1-21.

Dlatego też w prowadzonych przez siebie badaniach przyjął potoczne rozumienie spójników logicznych „i”, „lub”, „jeżeli..., to”, „wtedy i tylko wtedy”, „nieprawda, że...” a nie takie, jakie przypisano im w logice klasycznej. Z drugiej strony, choć według określonych standardów logicznych ludzie rozumują w sposób „nielogiczny”, ich rozumowanie spełnia wymogi systematyczności – co spostrzegli Loren J. Chapman, Jean P. Chapman, 1959²⁷. Inni z kolei badacze (Robert S. Woodworth, Saul B. Sells, 1935²⁸) zwrócili uwagę na to, iż na rozpoznawanie poprawności wnioskowań wpływa „atmosfera przesłanek”, czyli tzw. „efekt atmosfery”. Na przykład, gdy w przesłance większej występuje kwantyfikator ogólny „dla każdego” i gdy znajduje się on również we wniosku, to zwykle całe rozumowanie uznawane jest za poprawne niezależnie od tego, jakim mechanizmem generowania wniosków należało się posłużyć²⁹.

Mając na względzie zastrzeżenia dotyczące użyteczności zastosowania struktur logicznych do opisu procesów myślenia, warto przedstawić, co na temat logicznego myślenia sądzi Jean Piaget. (Barbel Inhelder, Jean Piaget 1958³⁰). Otóż wprowadza on rozróżnienie między logiką a psychologią oraz utrzymuje, że relacja pomiędzy nimi pod wieloma względami przypomina związki czysto logicznych notacji jako symbolicznego odzwierciedlenia struktur myślenia. Herman Staudenmayer (1975)³¹ zauważa, iż wynika z tego nieścisłość w interpretacji operatorów symbolicznych oraz założenie o dokonywaniu przez jednostki systematycznego rozpoznawania zarówno poprawności wnioskowania, jak i poprawności logicznej poszczególnych przesłanek, z których wyprowadzany jest wniosek – w taki sposób ujmują to logicy. Chociaż wielu badaczy ma problem z właściwą interpretacją poglądów Jeana Piageta (Charles J. Brainerd 1978³²; John H. Flavell, 1977³³), to jednak udokumentowano w literaturze przedmiotu wspomnianą słabość zaproponowanego przez niego modelu (Robert H. Ennis, 1975³⁴; Charles Parsons, 1960³⁵)³⁶.

²⁷ L.J. Chapman, J.P. Chapman, Atmosphere effect re-examined. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 1959, s. 220-226.

²⁸ R.S. Woodworth, S.B. Sells, An atmosphere effect in formal syllogistic reasoning, *Journal of Experimental Psychology*, 18, 1935, s. 451-460.

²⁹ E.J. Mason, op. cit.

³⁰ B. Inhelder, J. Piaget, *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*, New York 1958.

³¹ H. Staudenmayer, Understanding conditional reasoning with meaningful propositions [w:] R.J. Falmagne (red.), *Reasoning: Representation and process in children and adults*, Hillsdale 1975.

³² C.J. Brainerd, *Piaget's theory of intelligence*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978.

³³ J.H. Flavell, *Cognitive development*, Englewood Cliffs, 1977.

³⁴ R.H. Ennis, op. cit., 1975, s. 1-41

³⁵ C. Parsons, Inhelder and Piaget's *The growth of logical thinking, II.: A logician's viewpoint*, *British Journal of Psychology*, 5, 1960, s. 75-84.

Zdaniem Hermana Staudenmayer'a (1975)³⁷ właściwy model opisujący proces myślenia powinien uwzględniać różnorodność czynników środowiskowych oddziałujących na jednostkę oraz różnorodność interpretacji wynikających z jej osobistego doświadczenia. Z kolei Philip N. Johnson-Laird (1975)³⁸ i Jonathan St. Evans (1972³⁹) stwierdzili, iż ludzkiego myślenia nie sposób opisać na bazie zbioru twierdzeń logicznych. Pomimo krytyki, na jaką wystawiona jest logika klasyczna, wielu psychologów procesy myślenia opisuje w postaci abstrakcyjnych reguł umysłowych⁴⁰.

Zagadnienie logicznego myślenia rozpatrywane jest nie tylko na płaszczyźnie psychologii i logiki, ale też na płaszczyźnie pedagogiki i dydaktyki. Jak słusznie zauważa Kazimierz Ajdukiewicz, nadrzędnym zadaniem szkoły jest nie tylko przekazywanie uczniom wiadomości z różnych dziedzin wiedzy, ale przede wszystkim wyrabianie w nich zdolności do podejmowania czynności myślenia. Niemala w tym jest rola nauczyciela, który sam powinien prezentować logiczny sposób myślenia. W związku z tym powinien posiadać wiedzę z zakresu logicznych podstaw nauczania, na którą składają się m.in. wiadomości z metodologii i semiotyki logicznej, a także z logiki. Za sprawą metodologii logicznej, nauczyciel zdobędzie zasób niezbędnych pojęć, terminów i twierdzeń potrzebnych do analizowania i omawiania pracy myślowej ucznia. Dzięki semiotyce logicznej nabędzie umiejętności jasnego oraz ścisłego wypowiedziania się, a także stanie się bardziej wyczulony na popełniane przez uczniów uchybienia językowe. Natomiast za sprawą logiki, skupiającej m.in. schematy wnioskowania dedukcyjnego, nauczyciel zwróci szczególną uwagę na błędy popełniane przy dedukowaniu, a także na wielość znaczeń, jakie w potocznym rozumieniu posiadają stałe logiczne, czyli słowa „każdy”, „żaden”, „niektóry”, „albo” itp.⁴¹

Tak więc dzięki posiadanej wiedzy z zakresu logicznych podstaw nauczania, nauczyciel zadba o wypowiedzi uczniów, by były jednoznaczne i ścisłe. Z kolei podczas podejmowania przez uczniów działań mających na celu dowodzenie twierdzeń, wyjaśnianie zjawisk lub definiowanie pojęć, nauczyciel zwróci uwagę na błędy i wskaże ich źródło oraz przyczyny⁴².

³⁶ E.J. Mason, op. cit.

³⁷ H. Staudenmayer, op.cit.

³⁸ P.N. Johnson-Laird, op. cit.

³⁹ J. St. Evans, op. cit., 1, 1972, s. 373-384.

⁴⁰ E.J. Mason, op. cit.

⁴¹ Por. K. Ajdukiewicz, Logika pragmatyczna, Warszawa 1965, s. 13-16.

⁴² Por. ibidem, s. 13-16.

Oprócz tego Kazimierz Sośnicki zwraca uwagę na konieczność ćwiczenia u uczniów podczas zajęć lekcyjnych myślenia kombinacyjnego polegającego na tworzeniu połączeń i kombinacji nowych wiadomości z już posiadanymi⁴³. Zaleca również ćwiczenie myślenia logicznego poprzez wiązanie wiadomości stosunkiem wynikania, przyczynowości, sprzeczności, podrzędności i nadrzędności, a także zachęca do realizowania zajęć lekcyjnych w toku analitycznym, syntetycznym, indukcyjnym i dedukcyjnym⁴⁴.

I 1. Rozumowanie jako forma logicznego myślenia

Struktura myślenia posiada generalnie trzy właściwości: materiał, operacje oraz reguły myślenia⁴⁵. Materiał to informacje przetwarzane w procesie myślenia o określonej formie i treści. Mogą to być różne rodzaje reprezentacji umysłowych (obrazy, pojęcia czy sądy). W zależności od tego, która z nich dominuje, określa proces myślenia, mogący mieć charakter myślenia wyobrazeniowego lub pojęciowego. Treść materiału, na którym dokonywane jest myślenie odnosi się do rzeczywistego znaczenia tych reprezentacji⁴⁶. Z kolei operacje umysłowe to transformacje dokonywane na reprezentacjach umysłowych, zaś reguły to „sposoby porządkowania łańcucha operacji umysłowych, składających się na proces myślenia”⁴⁷.

Celem myślenia jest rozwiązywanie różnorodnych problemów, a także podejmowanie decyzji. Mogą one przebiegać na drodze rozumowania prowadzącego do formułowania wniosków. Najczęściej jednak tak się nie dzieje, gdyż zarówno podczas rozwiązywania problemów, jak i podejmowania decyzji odwołujemy się do uproszczonych heurystyk⁴⁸.

⁴³ Por. K. Sośnicki, *Zarys dydaktyki. Podręcznik dla użytku seminariów nauczycielskich i nauczycieli*, Lwów 1925, s. 40.

⁴⁴ Por. *ibidem*, s. 47-53.

⁴⁵ Por. J. Koziński, *Myślenie i rozwiązywanie problemów* [w:] T. Tomaszewski (red.), *Psychologia ogólna. Percepcja. Myślenie. Decyzje*, Warszawa 1992, s. 691-723.

⁴⁶ Por. E. Nęcka, J. Orzechowski, B. Szymura, *Psychologia poznawcza*, Warszawa 2006, s. 436.

⁴⁷ E. Nęcka, J., *ibidem*, s. 436.

⁴⁸ Na temat strategii heurystycznych napisałam w rozdziale II niniejszej pracy.

Zarówno rozwiązywanie problemów, jak i podejmowanie decyzji zwykle wymaga myślenia i niekiedy rozumowania. Niemniej jednak myślenie nie zawsze ukierunkowane jest na te dwa procesy poznawcze zwłaszcza wtedy, gdy ma charakter myślenia reproduktywnego polegającego na odtwarzaniu posiadanej wiedzy i niemającego praktycznie związku z problemem czy decyzją. Poza tym rozwiązywanie problemów, podobnie jak podejmowanie decyzji, może się odbywać bez udziału procesów myślenia wtedy, gdy znalezienie rozwiązania czy podjęcie decyzji jest przypadkowe. Może być i tak, że podejmowanie decyzji angażuje myślenie, które przez to, że nie jest ukierunkowane, to nie polega na rozwiązywaniu problemu. Taka sytuacja ma miejsce przy tzw. „gdybaniu – co by było, gdyby...”⁴⁹

Rozumowanie zawiera się w części wspólnej, między myśleniem, rozwiązywaniem problemów i podejmowaniem decyzji. Stanowi jak gdyby formę myślenia logicznego polegającego nie tylko na wyprowadzaniu wniosków na podstawie danych czy na rozwiązywaniu problemów, ale też m.in. na posługiwaniu się różnymi operacjami umysłowymi, o czym napiszę w dalszej części pracy.

I 1.1. Teorie rozumowania dedukcyjnego

Niezależnie od rodzaju rozumowania, które na ogół dzieli się na dedukcyjne i indukcyjne⁵⁰, ludzki umysł posiada zdolność do implementowania reguł logicznych w sytuacjach wymagających określonego sposobu myślenia. Czyni to jednak ze zmiennym powodzeniem. Zasadnicze pytania dotyczą kwestii, jakie reguły są obecne w ludzkim umyśle i jaką przyjmują formę, a także dlaczego te same reguły raz są stosowane poprawnie, a innym razem – błędnie. Znalezienie odpowiedzi na te pytania leży w domenie teorii rozumowania dedukcyjnego. Najważniejsze z nich to: teoria abstrakcyjnych reguł oraz teoria modeli umysłowych⁵¹.

⁴⁹ Por. *ibidem.*, s. 442.

⁵⁰ Por. R.J. Sternberg, *Psychologia poznawcza*, Warszawa 2001, s. 317.

⁵¹ E. Nęcka, *op. cit.*, s. 462.

I 1.1.1. Teoria abstrakcyjnych reguł

Teoria abstrakcyjnych reguł oparta jest na założeniu, że człowiek z natury jest racjonalny i posiada zdolność do korzystania z zestawu abstrakcyjnych reguł logiki umysłowej. Cechuje je to, że są niezależne od dziedziny i mogą być praktycznie stosowane wtedy, gdy są dopasowane do sytuacji lub jakiegoś zadania intelektualnego. W związku z tym przyjmuje się, że rozumowanie ma charakter syntaktyczny. Poza tym autonomiczność tych reguł wskazuje na to, że są one pozbawione treści, przez co mają postać zbliżoną do formuł logicznych⁵². Lance J. Rips, 1983⁵³ dostrzega nawet analogię między tymi naturalnymi regułami umysłowymi a klasyczną logiką⁵⁴.

Zwolennicy tego podejścia wychodzą z założenia, że jeśli zadanie wymaga zastosowania reguł logicznych, to uruchamia się program rozumowania przebiegający w trzech etapach. W pierwszym etapie następuje identyfikacja logiczna struktury przesłanek, których treść przekładana jest na formę abstrakcyjnych sądów w postaci symboli. Te ostatnie łączone są w zdania przedstawiające informacje zawarte w przesłankach. W drugim etapie struktura zadania dopasowywana zostaje do jakiejś reguły umysłowej, w efekcie czego uruchamiany jest odpowiedni program rozumowania. Złożoność tego programu uwarunkowana jest dwoma czynnikami. Pierwszy dotyczy trudności samego zadania, tj. liczby przesłanek, co wiąże się z koniecznością przeprowadzenia relatywnie dłuższego dowodu umysłowego. Z kolei drugi czynnik dotyczy liczby i złożoności reguł, które posiada człowiek. Tworzenie i wykonanie programu zachodzi w pamięci roboczej i obciąża ją odpowiednio do jego trudności. W efekcie następuje wygenerowanie konkluzji w postaci abstrakcyjnych symboli, które w trzecim etapie zostają przełożone na język przesłanek⁵⁵.

W analizowanej teorii Martin D.S. Braine wskazuje na obecność - rozumowania bezpośredniego i pośredniego. Te pierwsze polega na stosowaniu w określonej sytuacji ogólnych schematów bazujących na abstrakcyjnych regułach. Jeżeli rozumowanie ma charakter bezpośredni, to wnioskowanie jest z reguły poprawne, chyba że przesłanki nie zostały prawidłowo zinterpretowane lub złożoność zadania przekroczyła pojemność pamięci roboczej. Schematy z rozumowania bezpośredniego dzielą się na rdzenne

⁵² Por. ibidem, s. 462.

⁵³ L.J. Rips, Cognitive process in propositional reasoning, Psychological Review, 90, 1983, s. 38-71.

⁵⁴ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 462-463.

⁵⁵ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 463.

i posiłkowe. Schematy rdzenne korzystają z podstawowych reguł logicznych, a schematy posiłkowe pełnią funkcje pomocnicze i służą do generowania wniosków wspierających działanie schematów podstawowych. Ponadto Martin D.S. Braine przewiduje istnienie jeszcze trzeciej kategorii schematów mających charakter reguł niezgodności. Stosuje się je do wykrywania w pamięci roboczej wniosków wewnętrznie sprzecznych (q i nie q). Używanie schematów odbywa się pod nadzorem specjalnego programu rozumowania, opartego na zasadach andersenowskiego⁵⁶ systemu „produkcji”⁵⁷

W odniesieniu do rozumowania pośredniego, schematy wnioskowania właściwe strukturze zadania wykraczają poza reguły logiki umysłowej. Są to po prostu schematy nabywane najczęściej w procesie rozwiązywania problemów z różnych dziedzin życia. Człowiek korzysta z nich wtedy, gdy są dobrze dopasowane do określonego zadania⁵⁸.

Generalnie istnieją trzy rodzaje i źródła powstawania błędów w rozumowaniu. Pierwszy z nich to błąd rozumienia wynikający z niewłaściwej interpretacji związków zachodzących między informacjami w przesłankach lub we wniosku. Drugi – to błąd przetwarzania powstający na skutek dekoncentracji uwagi lub słabej wydolności pamięci roboczej. Występuje zazwyczaj wówczas, gdy zadanie wymaga zbyt złożonego programu rozumowania. Ostatni, trzeci rodzaj błędów, to błąd nieadekwatności heurystyki. Jest konsekwencją niewłaściwego doboru schematów rozumowania do wymagań zadania⁵⁹.

Podsumowując należy stwierdzić, że teoria abstrakcyjnych reguł wydaje się trafna z tego względu, że każdy człowiek ma mniejsze bądź większe przeświadczenie o istnieniu reguł logicznych. Poza tym przyjęty w psychologii poznawczej funkcjonalizm zakłada, że umysł stanowi jak gdyby urządzenie zdolne do przeprowadzania operacji na strukturach symbolicznych. Teoria reguł przez to, że ma formalny charakter, wskazuje na istnienie takich symboli i stanowi idealne narzędzie dla stworzenia bardziej ogólnej teorii umysłu. Co więcej założenia tej teorii są ogólne i w związku z tym niezwykle trudne do obalenia. Zgodnie z nimi, człowiek rozumuje

⁵⁶ Na temat teorii J.R. Andersona – napisałam w rozdziale II niniejszej pracy.

⁵⁷ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 463, za: M.D.S. Braine, D.P. O'Brien, A theory of if: A lexical entry, reasoning program and pragmatic principles, *Psychological Review*, 98, 1991, s. 182-203.

⁵⁸ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 463-464.

⁵⁹ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 464.

poprawnie, gdy używa właściwych reguł zawartych w umyśle. Popołnia natomiast bład, gdy jego mechanizm stosowania rozmaitych reguł nie jest doskonały⁶⁰.

I 1.1.2. Teoria modeli mentalnych

Alternatywną koncepcją do teorii abstrakcyjnych reguł jest opracowana przez Philipa Johnson-Laird'a i jego zespół **teoria modeli mentalnych**. Rozumowanie polega tu na tworzeniu i manipulowaniu modelami mentalnymi (umysłowymi)⁶¹.

Model umysłowy stanowi „quasi-analogową” reprezentację sytuacji problemowej, która zawiera znikomą ilość informacji niezbędnej do zrozumienia tej sytuacji. Model ten cechują cztery właściwości. Po pierwsze, spostrzeżone elementy sytuacji problemowej są odzwierciedlone w modelu umysłowym w formie symbolów. Na przykład symbolami w poniższym sylogizmie są poszczególne osoby:

Kasia jest wyższa od Ani

Ania jest niższa od Basi,

*Która z dziewcząt jest najwyższa?*⁶²

Po drugie, model umysłowy posiada taką samą strukturę jak sytuacja problemowa i ukazuje związki (relacje) zachodzące pomiędzy poszczególnymi symbolami. W przytoczonym powyżej przykładzie, relacją reprezentowaną w umyśle jest „wyższa/ niższa”. Po trzecie, czasami istnieje możliwość utworzenia większej liczby modeli umysłowych. W odniesieniu do powyższego sylogizmu, można wygenerować trzy modele mentalne słusznie odpowiadające przesłankom. Niemniej jednak wystarczy użyć dwóch z nich, aby dojść do wniosku, że analizowany sylogizm jest błędny, tj. niekonkluzywny. Z reguły jest tak, że człowiek nie buduje wszystkich możliwych modeli w danej sytuacji. Najczęściej poprzestaje na jednym modelu zwanym początkowym. Konstruowanie innych modeli ma miejsce dopiero wówczas, gdy model początkowy nie pozwala wyciągnąć żadnego wniosku. Po czwarte, istnieje możliwość włączenia do modeli niektórych elementów reprezentacji obiektów, zawartych w przesłankach⁶³. Philip Johnson-Laird zwraca uwagę na znak negacji, która

⁶⁰ Por. R. Mackiewicz, s. 39-40.

⁶¹ E. Nęcka, op. cit., s. 465.

⁶² Ibidem., s. 465-466.

⁶³ E. Nęcka, op. cit., s. 469.

wchodzi w skład modelu umysłowego, przyczyniając się do zwiększenia liczby konstruujących go elementów⁶⁴.

Proces rozumowania w teorii modeli mentalnych przebiega trójetapowo. W pierwszym etapie człowiek tworzy wstępny model na podstawie przesłanek, w drugim – wyprowadza z niego wniosek, a w trzecim – podejmuje próbę falsyfikacji wniosku i poszukuje dla niego kontrprzykładów. Im bardziej złożony problem, tym więcej modeli mentalnych trzeba zestawić w pamięci roboczej. Większa ich ilość może spowodować przeciążenie pamięci i przyczynić się do popełnienia błędu⁶⁵.

Podsumowując teorię modeli mentalnych należy stwierdzić, że wskazuje ona na posiadanie przez człowieka tendencji do wyprowadzania wniosków na podstawie często jedyne go modelu początkowego. Poza tym teoria ta doskonale wyjaśnia wpływ treści oraz kontekstu na wynik rozumowania. Jeżeli treść zadania jest konkretna, to można korzystać z reprezentacji obrazowych oraz werbalnych, a także używać wzrokowo-przestrzennej i werbalnej pamięci roboczej. Jeżeli natomiast treść zadania jest abstrakcyjna, to wówczas można korzystać tylko i wyłącznie z kodów werbalnych reprezentujących zarówno pojęcia, jak i relacje między nimi. Z kolei w przypadku, gdy treść zadania odpowiada doświadczeniu człowieka i osadzona jest w znanym dla niego kontekście, to łatwiejsze jest tworzenie większej liczby modeli umysłowych i operowanie nimi. Rozumowanie w analizowanej teorii ma więc charakter semantyczny, w związku z tym w pierwszej kolejności tworzone są modele najbardziej zgodne z sytuacją, a w następnej – nielogiczne (absurdalne). Znajomość sytuacji w znacznej mierze ułatwia odnajdywanie kontrprzykładów zwłaszcza wtedy, gdy człowiek wie, gdzie ich szukać. Tak więc wpływ treści zadań oraz kontekstu na skuteczność rozumowania wynika z istoty modelu umysłowego. Nie może dziwić zatem fakt, że w zadaniach o treściach abstrakcyjnych i oderwanych od kontekstu człowiek popełnia najwięcej błędów⁶⁶.

Teoria modeli mentalnych spotyka się z wieloma zarzutami. Jeden z najpoważniejszych dotyczy braku opisu mechanizmu prawidłowego rozumowania i koncentracji na wyjaśnianiu błędów. Poza tym teoria ta nie tłumaczy zależności modeli mentalnych od posiadanej wiedzy, która bez wątplenia może wspierać

⁶⁴ Por. *ibidem.*, s. 467-469.

⁶⁵ *Ibidem*, s. 469.

⁶⁶ Por. E. Nęcka, *op. cit.*, s. 471.

poprawność rozumowania⁶⁷. Nieokreślony jest również mechanizm poszukiwania kontrprzykładów oraz niejasna jest natura modeli umysłowych⁶⁸. Co więcej Luca Bonatti zwraca uwagę na fakt, że liczba modeli mentalnych, które mogą lub też powinny być utworzone dla określonej sytuacji, jest trudna do precyzyjnego wyliczenia. Problem wydaje się tym większy, że wiele predykcji określonych na bazie tej teorii opiera się na takich wyliczeniach⁶⁹.

Przeciwko teorii modeli wysuwany jest jeszcze co najmniej jeden zarzut, że nie jest ona potrzebna w psychologii rozumowania, gdyż każdy schemat wnioskowania można zapisać za pomocą reguł. Teoria modeli nie wyklucza takiej możliwości zapisu wnioskowania, niemniej jednak podkreśla, że w umyśle nie ma zapisanych mechanicznych procedur czy reguł stosowanych w momencie rozpoznania logicznej formy zadania⁷⁰.

I 1.1.3. Porównanie teorii abstrakcyjnych reguł z teorią modeli mentalnych

W odpowiedzi na kluczowe pytanie, skąd bierze się zdolność do przeprowadzania rozumowań, Jerry Fodor i Lance J. Rips wychodzą z założenia, że zdolność logicznego myślenia jest wrodzona i ujawnia się wraz z rozwojem człowieka. Do wyjaśnienia pozostaje tylko kwestia, co jest tak naprawdę wrodzone?⁷¹ Zwolennicy teorii abstrakcyjnych reguł uważają, że jest to umiejętność rozpoznawania i ujmowania relacji logicznych⁷². Mogłyby w to wchodzić pierwsze zasady logiczne stanowiące fundamentalne prawdy - same w sobie oczywiste takie, jak:

1. **Zasada tożsamości**, która mówi, że „byt jest bytem; co jest, jest; a rzecz jest tym, czym jest”. Zatem wszystko, co istnieje ma swoją określoną tożsamość.

Nie ma zatem takiej możliwości, by dana rzecz była czymś innym niż

⁶⁷ Ibidem, s. 472.

⁶⁸ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 472, za: M. Ford, Review of mental models, *Language*, 61, 1985, s. 897-903.

⁶⁹ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 472, za: L. Bonatti, Propositional Reasoning by Model?, *Psychological Review*, 101, 1994, s. 725-733.

⁷⁰ Por. R. Mackiewicz, s. 85.

⁷¹ Por. R. Mackiewicz, s. 83, za: J. Fodor, Utrwalanie przekonań i nabywanie pojęć [w:] H. Gardner (red.) *Noama Chomsky'ego próba rewolucji naukowej*, t. I, Warszawa 1995, s. 150-155.

Por. R. Mackiewicz, s. 83, za L.J. Rips, *The psychology of proof: Deductive reasoning In human thinking*, Cambridge, 1994.

⁷² Por. R. Mackiewicz za: M.D. Braine, B. Romaine, *Logical reasoning* [w:] J.H. Flavell, E.M. Markman (red.), *Handbook of child psychology: Cognitive development*, t. 3, New York 1983, s. 263-340.

w rzeczywistości jest. „Krzeseł” jest krzesłem, a nie na przykład taboret, fotelem czy sofą⁷³.

2. **Zasada sprzeczności**, która twierdzi, że „niemożliwe jest, by coś w tym samym czasie było i nie było pod tym samym względem”. Jeśli „krzesło” jest rzeczywiście krzesłem (zasada tożsamości), to nie może w tym samym czasie nie być krzesłem (zasada sprzeczności). Istotne w tej zasadzie jest wyrażenie „pod tym samym względem”, które wskazuje na dany tryb istnienia. W związku z tym sprzeczność ma miejsce wówczas, gdy coś lub ktoś w tym samym czasie jest i nie jest pod tym samym względem. Odnosząc to stwierdzenie do siebie, nie mogę być fizycznie w jednakowym czasie w dwóch różnych miejscach naraz. Niemniej jednak pod różnymi względami mogę w tym samym czasie fizycznie przebywać w Toruniu, ale myślami być nad morzem⁷⁴.
3. **Zasada wyłączonego środka**, oznajmia, że między „bytem (istnieniem) a niebytem (nieistnieniem) nie ma czegoś pośredniego.” Wynika z tego, że między stanem istnienia i nieistnienia czego- i kogokolwiek nie ma nic wypośrodkowanego. Wątpliwości może tu jednak budzić kwestia „stawania się”, czy nie jest ono czymś pomiędzy istnieniem a nieistnieniem. Otóż stan „stawania się” wchodzi w zakres istnienia, np.: „krzesło” w procesie powstawania nie jest krzesłem, niemniej jednak części, z których będzie się składać faktycznie istnieją. Zasadnicza myśl płynąca więc z tej zasady mówi, że to, co „nazywamy stawaniem się, nie jest przejściem od nieistnienia do istnienia, lecz zmianą w jakiejś rzeczy lub rzeczach już istniejących”⁷⁵.
4. **Zasada racji dostatecznej** oznajmia, że „dla wszystkiego istnieje dostateczna racja”. Wszystko, co istnieje, znajduje wyjaśnienie swojej egzystencji. Innymi słowy nic w fizycznym wszechświecie samo się nie wyjaśnia ani też nie stanowi przyczyny samego siebie. By jakakolwiek rzecz była przyczyną samej siebie, musiałaby w jakiś irracjonalny sposób poprzedzać samą siebie, co nie jest możliwe. „Krzeseł” jako rzecz sama z siebie nie powstanie bez części składowych i udziału człowieka⁷⁶.

⁷³ Por. D.Q. McInerny, *Nauka logicznego myślenia*, Warszawa 2005, s. 36.

⁷⁴ Ibidem, s. 38.

⁷⁵ D.Q. McInerny, op. cit, s. 37.

⁷⁶ Por. ibidem., s. 37.

Tymczasem według zwolenników teorii modeli mentalnych nabywanie kompetencji logicznej jest efektem tworzenia modeli świata, które oparte są „bezpośrednio na percepcji albo powstają pośrednio w wyniku rozumienia języka oraz zdolności poszukiwania sytuacji alternatywnych”⁷⁷. Tak więc przytoczona zasada sprzeczności, w teorii reguł miałaby postać: „Nieprawda, że p i nie p”, zaś w teorii modeli byłaby wyrażona w tezie, że w jednym modelu nie może jednocześnie mieścić się jeden symbol i jego zaprzeczenie.

Dokonując dalszego porównania analizowanych teorii, należy stwierdzić:

Po pierwsze, zasadnicza różnica między teorią abstrakcyjnych reguł a teorią modeli mentalnych polega na odmiennej formie reprezentacji i innym rodzaju operacji dokonywanych na tych reprezentacjach⁷⁸.

Po drugie, zwolennicy obu omawianych teorii twierdzą, że umysł jest fizycznym systemem symboli, które w teorii reguł są puste znaczeniowo, gdyż te same abstrakcyjne reprezentacje o postaci sądów są tłumaczone na rozmaite zdania z języka naturalnego. Natomiast w teorii modeli, symbole umysłowe nie są puste tylko odpowiadają znaczeniowo obiektom świata zewnętrznego. Innymi słowy w symbolach zapisana jest treść przesłanek, a relacje zachodzące między symbolami są adekwatne do relacji między przesłankami. Np. dwa zdania o następującej treści: „*jeżeli pada deszcz, to rozkładam parasol*” oraz „*jeżeli jestem latem nad morzem, to zbieram muszki*” mają postać implikacji. W teorii reguł obie te implikacje zapisane byłyby w postaci jednego sądu, w którym poprzednik i następnik łączy spójnik: „jeżeli..., to”. Natomiast w teorii modeli obie implikacje byłyby reprezentowane przez różne modele. Model pierwszej zawierałby odpowiednio symbol deszczu i symbol parasola, zaś model drugiej implikacji posiadałby w umyśle symbol morza i symbol muszelek. Tak więc w teorii modeli mentalnych, obie implikacje potraktowane zostałyby odmiennie⁷⁹.

Po trzecie, obie teorie odwołują się do ograniczonej pojemności pamięci roboczej, która nie radzi sobie, w zależności od podejścia, ze zbyt dużą liczbą reguł lub modeli⁸⁰.

Po czwarte, teoria modeli mentalnych znajduje szersze zastosowanie aniżeli teoria reguł abstrakcyjnych. Ta ostatnia ogranicza się do rozumowań w zakresie

⁷⁷ R. Mackiewicz, s. 83.

⁷⁸ Por. Ibidem., s. 41.

⁷⁹ Por. R. Mackiewicz, s. 86.

⁸⁰ Por. Ibidem., s. 80-81.

rachunku zdań, a także do „rozumowania na temat innych rozumowań”.⁸¹ Z kolei teoria modeli jest stosowana niemal we wszystkich dziedzinach badań nad rozumowaniem opartym na: sylogizmach kategoryalnych⁸², relacjach przestrzennych⁸³, a także czasowym następstwie zdarzeń⁸⁴. Co więcej jest ona również wykorzystywana w badaniach nad myśleniem probabilistycznym⁸⁵ oraz indukcyjnym⁸⁶. W związku z powyższym zdaje się być bardziej uniwersalną teorią rozumowania⁸⁷.

Po piąte, kolejna różnica między teorią abstrakcyjnych reguł a teorią modeli mentalnych odnosi się do dwóch odmiennych definicji wynikania w logice. Generalnie wyróżnia się wynikanie typu inferencyjnego i semantycznego⁸⁸. „Pomiędzy pewnym zbiorem zdań **A** oraz zdaniem **z** zachodzi relacja wynikania inferencyjnego wtedy, gdy zdanie **z** można uzyskać przez jedno lub wielokrotne zastosowanie reguł obowiązujących w systemie do zbioru zdań **A**. Z kolei zdanie **z** wynika semantycznie ze zbioru zdań **A** wtedy i tylko wtedy, gdy nie istnieje żadna taka sytuacja, w której zdania w zbiorze **A** są prawdziwe, a zdanie **z** jest fałszywe”⁸⁹. Wynikanie inferencyjne jest syntaktyczne, gdyż opiera się na istnieniu reguł umożliwiających przejście od przesłanek do wniosku. Teoria reguł bazuje właśnie na takim syntaktycznym wynikaniu, które nie analizuje sytuacji pod kątem prawdziwości bądź fałszu. Z kolei teoria modeli opiera się na wynikaniu semantycznym, w którym poprawne wnioskowania zapewniają dojście do prawdziwego wniosku wtedy, gdy przesłanki są również prawdziwe. Nie jest możliwe dokonanie oceny prawdziwości przesłanek bez odniesienia się do pojęcia modelu. Modelem dla zdania złożonego jest przypisanie prawdy lub fałszu poszczególnym jego zdaniom składowym⁹⁰.

⁸¹ L.J. Rips, The psychology of knights and knaves, *Cognition*, 31, 1989, s. 85-116.

⁸² P.N. Johnson-Laird, B. Bara, Syllogistic inference, *Cognition*, 16, 1984, s. 1-62.

⁸³ R.M. Byrne, P.N. Johnson-Laird, Spatial reasoning, *Journal of Memory and Language*, 28, 1989, s. 564-575.

⁸⁴ W. Schaeken, P.N. Johnson-Laird, G. d'Ydewalle, Mental models and temporal reasoning, *Cognition*, 60, 1996, s. 205-234.

⁸⁵ P.N. Johnson-Laird, Mental models and probabilistic thinking, *Cognition*, 50, 1994, s. 189-209

⁸⁶ V. Girotto, Is the model theory of induction also a theory of inductive reasoning?, *International Studies in Philosophy of Science*, 8, 1994, s. 41-43.

⁸⁷ R. Mackiewicz, op. cit., s. 81 za: J.St. Evans, The cognitive psychology of reasoning: an introduction. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 1993, s. 561-567 oraz J.St. Evans, The mental model theory of conditional reasoning: critical appraisal and revision, *Cognition*, 48, 1993, s. 1-20.

⁸⁸ R. Mackiewicz, s. 84, za: K.I. Manktelow, D.E. Over, *Inference and understanding*, London 1990 oraz L.J. Rips, *Deduction and cognition* [w:] E.E. Smith, D.N. Osherson (red.) *Thinking: An invitation to cognitive science*, Cambridge 1995, s. 397-443.

⁸⁹ R. Mackiewicz, op. cit., s. 84 za: W. Marciszewski (red.), *Mała encyklopedia logiki*, Warszawa 1988.

⁹⁰ Por. R. Mackiewicz, s. 84.

Na podstawie powyższych rozważań można stwierdzić, że teoria modeli mentalnych pod wieloma względami dominuje nad teorią abstrakcyjnych reguł, gdyż wyjaśnia wiele rodzajów rozumowań na bazie mechanizmu tworzenia modeli i poszukiwania kontrprzykładów. Poza tym posiada atrakcyjny semantyczny charakter, a także przywiązuje wagę do kompetencji i źródła błędów w rozumowaniu⁹¹. Niezależnie od tego, obie teorie są przydatne dla pedagogów oraz dydaktyków i są stosowane w procesie kształcenia z tym samym skutkiem. Widać to choćby na przykładzie definiowania i rozumienia znaczenia pojęć matematycznych. W tej kwestii ważna jest zarówno semantyka, jak i syntaktyka.

I 1.2. Rozumowania dedukcyjne

Przejawem logicznego rozumowania jest wnioskowanie, rozumiane w znaczeniu szerszym jako „proces myślowy, w którym na podstawie mniej lub bardziej stanowczego uznania przesłanek dochodzimy do uznania wniosku, którego bądź dotychczas nie uznawaliśmy wcale, bądź uznawaliśmy mniej stanowczo; przy czym stopień uznania wniosku nie przewyższa stopnia uznania przesłanek”⁹². W takim rozumieniu rozróżnia się wnioskowanie dedukcyjne i uprawdopodobniające⁹³.

Rozumowanie dedukcyjne polega na przejściu od tego, co ogólne, do tego, co szczegółowe. Jeśli zatem mamy pewność, że coś jest prawdą dla całej grupy, to jest zarazem prawdą dla jej dowolnej części. Biorąc pod uwagę prawdziwość przesłanki, iż wszystkie wilki są mięsożerne, nie może być zastrzeżeń co do prawdziwości wniosku, że niektóre wilki są mięsożerne. Tego typu wniosek jest więc niezawodny, bowiem nie można w niego w żaden sposób wątpić⁹⁴.

Zatem w przypadku dedukcji mamy przesłankę większą stanowiącą zawsze zdanie ogólne odnoszące się do dużej liczby rzeczy, które przyjmuje się za ustalony fakt. „Podstawowy wywód rozumowy stojący za rozumowaniem dedukcyjnym jest

⁹¹ Por. *ibidem*, s. 87.

⁹² K. Ajdukiewicz, *Logika pragmatyczna*, Warszawa 1985, s. 106.

⁹³ Rozumowanie uprawdopodobniające to takie, w którym pomimo prawdziwych przesłanek można uzyskać fałszywy wniosek, mimo że są podstawy, aby spodziewać się, że wniosek będzie prawdziwy. Do wnioskowań tego typu należą m.in. wnioskowania przez indukcję niezupełną oraz wnioskowanie przez analogię. (K. Dyrda, *Logika ogólna. Wybrane zagadnienia*, Kielce 2001, s. 51.)

⁹⁴ Por. D.Q. McNerny, *op. cit.*, s. 59-60.

następujący: zaczynając od zdania, o którym wiemy, iż jest prawdziwe (przesłanka większa), wydobywamy z niego i czynimy jawnym (przez przesłankę mniejszą do wniosku) to, co jest ukryte w tym początkowym, prawdziwym zdaniu”⁹⁵. Na przykład:

Każdy kwiat ma korzeń.

Róża jest kwiatem.

Zatem rosnąca w pobliżu róża ma korzeń.

Prawdziwość powyższego wniosku zawarta jest już w przesłance większej. Jak zauważa Dennis Q. McInerney, wnioskowanie dedukcyjne ma charakter analityczny, gdyż dzieli ogólną prawdę na mniejsze elementy składowe⁹⁶. Niemniej jednak należy pamiętać o tym, że rozumowanie dedukcyjne mimo, że jest podstawą wszelkiego myślenia, nie daje gwarancji prawdziwości wniosków w odniesieniu do rzeczywistości, np.

Przesłanka większa: *Mieszkańcy Piły są hałaśliwi i wulgarni*

Przesłanka mniejsza: *Rodzina Kowalskich przeprowadziła się do Gniezna z Piły*

Wniosek: *A zatem członkowie rodziny Kowalskich są hałaśliwi i wulgarni*

Rozumowanie jest jak najbardziej poprawne, niemniej jednak nasuwa się pytanie o prawdziwość wniosku. Czy członkowie rodziny Kowalskich faktycznie są hałaśliwi i wulgarni? Byłoby to prawdą wówczas, gdybyśmy dysponowali informacjami, iż wszyscy mieszkańcy Bydgoszczy są hałaśliwi i wulgarni, a to z kolei jest mało prawdopodobne, gdyż ludzie są bardzo różni. Poza tym dochodzi tu jeszcze kwestia dokładnego określenia tego, kto i co rozumie przez tego rodzaju zachowanie. Z tego powodu przez niektóre osoby rodzina Kowalskich będzie uważana za hałaśliwą i wulgarną, a przez pozostałe już nie⁹⁷.

Dysonans pomiędzy logiczną rzetelnością a rzeczywistą prawdziwością wniosku dedukcyjnego wynika z tego, że wnioskowanie dedukcyjne nie prowadzi do otrzymania

⁹⁵ Ibidem., s. 92.

⁹⁶ Por. ibidem, s. 92.

⁹⁷ Por. H. Ruchlis, S. Oddo, Jak myśleć logicznie. Praktyczne wprowadzenie, Warszawa 1999, s. 91-93.

nowej wiedzy. Cała wiedza mieści się w przesłankach, a rozumowanie ją wydobywa i werbalizuje⁹⁸.

We współcześnie prowadzonych badaniach nad rozumowaniem dedukcyjnym stosuje się dwa rodzaje zadań. Pierwsze wymagają **ewaluacji konkluzji** i polegają na tym, że badanej osobie przedstawia się przesłanki i wniosek lub różne wnioski, które ona ocenia pod kątem prawidłowości⁹⁹. Na tą ocenę składają się trzy możliwości: „(1) wniosek koniecznie wynika z przesłanek, (2) wniosek jest możliwy w świetle przesłanek i (3) wniosek jest błędny w świetle przesłanek”¹⁰⁰.

Przykładowo: w oparciu o przesłankę: „*niektóre A są B*”, dokonaj oceny, który z poniższych wniosków jest konieczny, możliwy lub błędny.

1. „Wszystkie A są B
2. Żadne A nie są B
3. Niektóre A nie są B
4. Wszystkie B są A
5. Niektóre B są A
6. Żadne B nie są A
7. Niektóre B nie są A”¹⁰¹

Z przedstawionej powyżej przesłanki „*niektóre A są B*” wynika jeden konieczny wniosek: Niektóre B są A (5), cztery możliwe wnioski odpowiadające numerom 1, 3, 4 i 7, a także dwa wnioski błędne o numerach 2 i 6¹⁰².

Drugi rodzaj zadań wymaga umiejętności **generowania konkluzji** i polega na podaniu osobie badanej przesłanek, na podstawie których wyprowadza ona samodzielnie wnioski. Oba rodzaje zadań odnoszą się do reguł logiki formalnej, które umożliwiają dokonanie oceny poprawności wnioskowania, a także wskazują na popełniane przez badanych błędy¹⁰³.

Przy przeprowadzaniu wnioskowania dedukcyjnego można popełnić dwa rodzaje błędów. Pierwsze, tzw. **błędy materialne** mają swe źródło w przesłankach. Popołniamy je wówczas, gdy budujemy wnioskowanie na przesłankach fałszywych,

⁹⁸ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 445.

⁹⁹ Por. ibidem. s. 445.

¹⁰⁰ Ibidem. s. 445.

¹⁰¹ E. Nęcka, Ibidem. s. 445.

¹⁰² Ibidem. s. 445.

¹⁰³ Por. ibidem. s. 445.

omyłkowo uważając je za prawdziwe. Jeśli więc twierdzimy, że *każde zwierzę żyjące na lądzie jest ssakiem*, a *każda jaszczurka jest zwierzęciem żyjącym na lądzie*, to wyłania nam się wniosek, że *każda jaszczurka jest ssakiem*, co oczywiście nie może być prawdą, gdyż jaszczurka jest gadem. Tak więc błąd tego wnioskowania jest błędem materialnym spowodowanym przyjęciem fałszywej przesłanki większej, że *każde zwierzę żyjące na lądzie jest ssakiem*¹⁰⁴.

Drugi rodzaj błędów, jakich możemy dopuścić się we wnioskowaniu, to tzw. **błędy formalne**. Polegają one na uznawaniu wnioskowania za dedukcyjne w sytuacji, gdy wniosek nie wynika logicznie z przesłanek. Jeśli więc stwierdzamy, że „każdy prokurator jest urzędnikiem” to mimo tego, że wychodzimy od prawdziwej przesłanki, dochodzimy do fałszywego wniosku, że „każdy urzędnik jest prokuratorem.” Jest to spowodowane tym, że z przesłanki S a P (Każde S jest P) nie wynika logicznie wniosek P a S (Każde P jest S). W takiej sytuacji nie mamy do czynienia z błędem materialnym lecz z formalnym¹⁰⁵.

U podłoża rozumowania dedukcyjnego leżą mechanizmy oparte na omówionej teorii abstrakcyjnych reguł oraz teorii modeli mentalnych. Zwolennicy pierwszego podejścia zwracają uwagę na łatwość, z jaką człowiek automatycznie dokonuje pewnych wnioskowań. Tworzą oni reguły odpowiadające elementarnym dedukcjom i wychodzą z założenia, że skomplikowane wnioskowania wymagają łańcuchów elementarnych dedukcji. Z kolei dla przedstawicieli teorii modeli, wnioskowanie „stanowi kontynuację rozumowania za pomocą innych środków”. Ich zdaniem człowiek tworzy wstępny model na podstawie przesłanek, a następnie wyprowadza z niego wniosek. Jeśli jest rozważny, to poszukuje dla niego kontrprzykładów. Poza tym, zwolennicy tego podejścia podkreślają, że argumenty rzadko kiedy są prezentowane w formie dowodów, a rozumowanie na forum publicznym bardzo często ma charakter dialektyczny. Każdy bowiem człowiek jest lepszym krytykiem cudzych wnioskowań niż własnych i mimo tego, że uznaje siłę kontrprzykładów, to o wiele chętniej buduje modele odpowiadające jego poglądom¹⁰⁶.

Problem dedukcyjnego i zarazem indukcyjnego rozumowania stanowi również przedmiot rozważań na gruncie dydaktyki. Widać to szczególnie w procesie kształcenia

¹⁰⁴ Por. Z. Ziemiński, *Logika praktyczna*, Warszawa 1998, s. 176-177.

¹⁰⁵ Por. *ibidem.*, s. 177.

¹⁰⁶ Por. Z. Chlewiński (red.), *Psychologia poznawcza w trzech ostatnich dekadach XX wieku*, Gdańsk 2007, s. 227-233.

rozmaitych pojęć z otaczającej rzeczywistości. Naukę pojęć wspomaga użycie różnych „przykładów i nieprzykładów”. Przykłady odzwierciedlają z jednej strony posiadaną przez ucznia wiedzę i doświadczenie, a z drugiej strony abstrakcję danego pojęcia. W związku z tym należy je odpowiednio dobrać i dostosować kolejność ich prezentowania¹⁰⁷.

Przy definiowaniu pojęcia nauczyciel posługuje się dwoma metodami: dedukcyjną lub indukcyjną. Ta pierwsza polega na tym, że najpierw omawia się pojęcie, a następnie w celu jego przyswojenia ze zrozumieniem podaje się uczniom przykłady i nieprzykłady. Innymi słowy uwaga uczniów skupiona jest wpierw na nazwie i definicji pojęcia, co jest skuteczniejsze w sytuacjach, w których po raz pierwszy mają z nim styczność¹⁰⁸.

Z kolei metoda indukcyjna stanowi przeciwieństwo metody dedukcyjnej. Polega na podawaniu uczniom przykładów i nieprzykładów oraz na samodzielnym dochodzeniu przez nich do definicji pojęcia. Metoda ta jest efektywniejsza w sytuacjach, gdy uczniowie mają już jakąś wiedzę na temat nauczanego pojęcia, a celem jest dostrzeżenie jego cech istotnych oraz ćwiczenie rozumowania indukcyjnego¹⁰⁹.

Prowadzone na gruncie pedagogiki badania dowodzą, że kolejność doboru pojęć i prezentowanych do nich przykładów oraz nieprzykładów wpływa na efektywność ich nauczania. Oznacza to, że nauczyciele powinni dokonywać dokładnej analizy pojęć, jak również dobrać do nich stosowne przykłady i nieprzykłady. O ile są one właściwie stosowane, wspomagają przyswojenie ze zrozumieniem pojęć i zapobiegają powstawaniu pojęć błędnych, a także zmniejszają ilość względnych pomyłek przy ich klasyfikowaniu oraz porządkowaniu¹¹⁰.

I 1.2.1. Rozumowanie sylogistyczne

Logiką i jej prawami posługuje się na co dzień niemal każdy człowiek. Jest ona nauką *starą jak świat*, bowiem znali ją i stosowali w praktyce już starożytni Grecy. Za

¹⁰⁷ Por. J. Juszczuk, J. Janczyk, D. Morańska, M. Musioł, *Dydaktyka informatyki i technologii informacyjnej*, Toruń 2006, s. 242.

¹⁰⁸ Por. *ibidem*, s. 242.

¹⁰⁹ Por. J. Juszczuk, *ibidem*, s. 242.

¹¹⁰ Por. *ibidem*, s. 243.

prekursora logiki uważany jest grecki filozof Arystoteles, który twierdził, że nie jest ona nauką ani nawet wiedzą o jakimś przedmiocie, lecz stanowi narzędzie służące zdobywaniu wiedzy. To za jego sprawą logika odegrała znaczącą rolę w dziejach dydaktyki przez to, że stanowiła pomoc w procesie nauczania-uczenia się różnych przedmiotów.

W IV w p.n.e. Arystoteles zaprezentował formę rozumowania dedukcyjnego zwanego sylogizmem. Składa się on z dwóch przesłanek: większej i mniejszej oraz wniosku. W skład każdej z przesłanek wchodzi dwa terminy połączone relacją. Pierwsza przesłanka zawiera termin większy i średni, a druga – termin średni i mniejszy. Termin większy jest orzecznikiem wniosku, termin mniejszy podmiotem, a termin średni ogniwiem pośrednim pozwalającym ustalić relację między orzecznikiem a podmiotem, co stanowi zresztą przedmiot wnioskowania¹¹¹.

W logice formalnej, skupiającej podstawowe zasady poprawnego rozumowania, różnorodne kategorie analizowanych obiektów oznaczane są literami: S, P, M. Przyjęte jest w wielu podręcznikach logiki, że nazwę oznaczoną przez S określa się podmiot (termin mniejszy sylogizmu), nazwę oznaczoną P – orzecznik (termin większy), zaś nazwę M – termin średni. Zatem przesłanka, która znajduje się obok nazwy oznaczonej przez M i odnosi się do występującego obok terminu P, nazywana jest **przesłanką większą** sylogizmu, natomiast ta, w której obok M mieści się S jest określana mianem **przesłanki mniejszej**¹¹².

W **sylogizmie liniowym** związek pomiędzy wszystkimi terminami jest liniowy i stanowi efekt porównania natężenia ilościowego lub jakościowego jakiejś cechy użytych terminów. W odniesieniu do poniższego przykładu:

Przesłanka większa: *Kasia jest wyższa od Ani*

Przesłanka mniejsza: *Ania jest wyższa od Basi*

Wniosek: *Zatem, Kasia jest wyższa od Basi*

Kasia to – termin większy (orzecznik), Ania – termin średni, a Basia – termin mniejszy (podmiot). W sylogizmie tym porównywalną cechą jest wzrost trzech dziewcząt. Wniosek jest prawomocny, gdyż wynika logicznie z przesłanek. Natomiast w sytuacji, w której sylogizm ma następującą postać:

¹¹¹ E. Nęcka, op. cit., s. 447.

¹¹² Por. K. Wieczorek, Wprowadzenie do logiki, Warszawa 2005, s. 62.

Kasia jest wyższa od Ani
Ania jest niższa od Basi
Która z dziewcząt jest najwyższa?

nie można wyprowadzić logicznego i zarazem prawomocnego wniosku. Z przesłanek tych można jedynie wydedukować, że Ania jest najniższa, ale nie wiadomo, która z dziewcząt: Kasia czy Basia jest wyższa¹¹³.

Oprócz sylogizmów liniowych wyróżnia się jeszcze **sylogizmy kategoriyczne**. Orzekają one o kategorialnej przynależności użytych w nich terminów. We wnioskowaniu tym rolę spójników logicznych pełnią cztery stałe logiczne o następujących zwrotach: „każde...jest...”, „żadne...nie jest...”, „niektóre...są...”, „niektóre...nie są...”. Tworzenie schematów zdań polega tu na wyszukiwaniu niniejszych zwrotów i zastępowaniu ich właściwymi symbolami¹¹⁴.

Dla zwrotu „każde...jest...” przypisany został symbol litery „a”, dla „żadne...nie jest...” – „e”, dla „niektóre...są...” – „i”, zaś dla „niektóre...nie są...” – „o”. Widoczne miejsca wykropkowane przeznaczone są dla nazw, np. *Każdy terier jest kręgowcem*¹¹⁵

Literami „a” oraz „i” oznakowane zostały zdania twierdzące, zaś pozostałymi dwoma literami „e” oraz „o” – zdania przeczące.

Z tego względu, że w sylogistyce występują cztery stałe logiczne, z których każda może połączyć ze sobą dwie nazwy, istnieje możliwość utworzenia w sumie czterech rodzajów schematów (podmiotowo-orzecznikowych):

1. S a P – Każde S jest P;
2. S e P – Żadne S nie jest P;
3. S i P – Niektóre S są P (lub: Istnieją S będące P);
4. S o P – Niektóre S nie są P (lub: Istnieją S nie będące P)¹¹⁶.

Powyższe zdania noszą nazwę zdań kategoriycznych. Dodatkowo pierwsze dwa zdania: (Każde S jest P) i (Żadne S nie jest P) nazywane są zdaniami ogólnymi, gdyż stwierdzają pewien fakt dotyczący wszystkich desygnatów nazwy S. Z kolei zdania typu: (Niektóre S są P) oraz (Niektóre S nie są P) są zdaniami szczegółowymi, gdyż

¹¹³ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 447.

¹¹⁴ Por. K. Wieczorek, op. cit., s. 54.

¹¹⁵ Por. K. Wieczorek, ibidem, s. 54-55.

¹¹⁶ Por. ibidem, s. 54-55.

przekazują informacje tylko o niektórych S. Jednocześnie zdania (Każde S jest P) i (Niektóre S są P) są zdaniami twierdzącymi w przeciwieństwie do zdań (Żadne S nie jest P) i (Niektóre S nie są P), które stanowią zdania przeczące¹¹⁷.

Rozumowanie sylogistyczne poddawane jest analizie w sposób przypominający użycie liter do reprezentowania liczb lub rodzajów liczb w algebrze. Jest to jak gdyby pewnego rodzaju metoda analizy algebraicznej, za pomocą której dokonuje się analizy rozumowań¹¹⁸.

Przesłanka większa: *Każdy (pies) jest (kręgowcem)*

(M) (P)

Przesłanka mniejsza: *Każdy (terier) jest (psem)*

(S) (M)

Wniosek: *A zatem każdy (terier) jest (kręgowcem)*

(S) (P)

Sylogizm dla powyższego przykładu w formie schematu wygląda następująco:

| | |
|-----------------|--------------|
| M jest P | M a P |
| <u>S jest M</u> | <u>S a M</u> |
| Zatem S jest P | Zatem S a P |

Z powyższego schematu jasno wynika, że S i P są ze sobą powiązane i stanowią wniosek otrzymany metodą sylogistycznego rozumowania¹¹⁹.

W sylogizmie mamy do czynienia jeszcze z tak zwanym **terminem rozłożonym** w zdaniu kategoriernym. „Jeżeli zdanie udziela nam informacji o całym zakresie jakiejś nazwy (czyli o jej wszystkich desygnatach), to nazwa ta jest właśnie terminem rozłożonym w tym zdaniu.”¹²⁰ Gdy zatem mamy zdania:

1. *Każde S jest P*, to S jest tym terminem rozłożonym, gdyż odnosi się do wszystkich S. (Skrót: S a P)
2. *Żadne S nie jest P*, oba terminy są rozłożone, gdyż ani jeden desygnat nazwy S nie jest desygnatem nazwy P i na odwrót. (Skrót: S e P)

¹¹⁷ Por. ibidem, s. 54.

¹¹⁸ Por. H. Ruchlis, S. Oddo, op. cit., s. 89.

¹¹⁹ Por. K. Wieczorek, op. cit., s. 66.

¹²⁰ Ibidem, s. 76.

3. *Niektóre S są P*, żaden termin nie jest rozłożony, bowiem mowa jest tu tylko o niektórych desygnatach nazwy S, które są niektórymi desygnatami nazwy P (Skrót S i P)
4. *Niektóre S nie są P*, rozłożony jest tu termin P z tego powodu, że niektóre desygnaty nazwy S nie mieszczą się w zakresie nazwy P (Skrót: S o P)¹²¹.

Sprawdzenie poprawności sylogizmu odbywa się według pięciu reguł o następującej treści: po pierwsze, konieczne jest, by termin średni (M) był co najmniej w jednej przesłance rozłożony. Po drugie, minimum jedna przesłanka musi mieć postać zdania twierdzącego. Po trzecie, jeśli jedna z przesłanek jest zdaniem przeczącym, to wniosek musi być również zdaniem przeczącym. Po czwarte, w przypadku, gdy obie przesłanki są zdaniem twierdzącymi, wniosek musi przybrać postać zdania twierdzącego. Po piąte, jeśli jakiś termin ma być rozłożony we wniosku, to bezwarunkowo powinien być również rozłożony w przesłance¹²².

Jeśli choć jeden z wymienionych powyżej warunków nie zostanie spełniony, sylogizm uznany zostanie za błędny. Niemniej jednak podczas sprawdzania poprawności sylogizmu należy też mieć na uwadze, które zdania kategoryczne są odpowiednio: ogólne, szczegółowe, twierdzące i przeczące.¹²³

W odniesieniu do konkretnego przykładu, analiza poprawności wnioskowania sylogistycznego na podstawie omówionych przeze mnie pięciu reguł będzie przedstawiała się następująco:

Niektórzy studenci są afro-amerykanami
Każdy afro-amerykanin jest anglojęzyczny
Zatem niektórzy studenci są anglojęzyczni

Przekładając powyższy sylogizm na schemat, otrzymujemy niniejszą regułę:

Niektórzy studenci są afroamerykanami
 (S) i (M)
Każdy afro-amerykanin jest anglojęzyczny
 (M) a (P)
Zatem niektórzy studenci są anglojęzyczni
 (S) i (P)

¹²¹ Por. ibidem, s. 76.

¹²² Por. ibidem, s. 76.

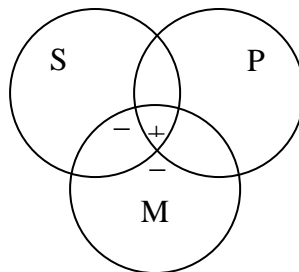
¹²³ Por. K. Wiczorek, op. cit., s. 54.

Jak widać z powyższego schematu, pierwszy warunek jest spełniony, ponieważ termin średni M jest rozłożony w drugiej przesłance. Drugi warunek jest również przestrzegany, gdyż obie przesłanki są twierdzące, a zgodnie z regułą przynajmniej jedna z nich musi być zdaniem twierdzącym. Kolejny, trzeci warunek nie ma zastosowania w analizowanym przykładzie, ponieważ żadna z przesłanek nie jest zdaniem przeczącym, w związku z tym reguła nie jest łamana. Czwarty warunek jest jak najbardziej respektowany, bowiem w oparciu o twierdzące przesłanki został wyprowadzony twierdzący wniosek. I ostatni, piąty warunek nie przekłada się na powyższy przykład, gdyż żaden termin nie jest rozłożony we wniosku¹²⁴.

Poprawność zapisu sylogizmu można też sprawdzić za pomocą diagramów Venna, których nazwa pochodzi od pomysłodawcy Johna Venna. Składają się one z kół symbolizujących zbiory obiektów określone przez zakresy poszczególnych nazw. Widoczne w częściach tych kół znaki „+” oraz „-” wskazują, w jakim obszarze na pewno coś występuje, a w jakim na pewno nic nie ma¹²⁵.

Procedura sprawdzenia poprawności zapisu wnioskowania sylogistycznego za pomocą diagramu Venna rozpoczyna się od napisania schematów zdań tworzących dany sylogizm. Następnie rysuje się trójkołowy diagram symbolizujący trzy nazwy występujące w sylogizmie. W oparciu o przesłanki sylogizmu wpisuje się do niego znaki „+” i „-”. W kolejnym etapie sprawdza się, czy wypełniony na podstawie przesłanek diagram gwarantuje wyprowadzenie prawdziwego wniosku. Jeżeli tak jest, to sylogizm jest poprawny¹²⁶.

Analizowany już przeze mnie przykład sylogizmu: *Niektórzy studenci są afroamerykanami. Każdy afroamerykanin jest anglojęzyczny. Zatem niektórzy studenci są anglojęzyczni*, za pomocą diagramu Venna przedstawia się następująco (Rys. 2):



Rys. 1. Diagram Venna dla wniosku „Niektórzy studenci są anglojęzyczni”.

¹²⁴ Por. ibidem, s. 76-77.

¹²⁵ Por. K. Wieczorek, ibidem, s. 62.

¹²⁶ Por. ibidem, s. 66.

Pierwsza przesłanka tego sylogizmu wskazuje na wspólny obszar zbiorów S i M, w związku z czym coś musi się znajdować w części tego obszaru. W tym momencie nasuwa się pytanie, o którą część wspólną chodzi? Czy o tą łączącą S i M, czy o tą wspólną dla S, P i M, a może o obie naraz? Odpowiedzi dostarcza przesłanka druga, która informuje, że pusty musi być obszar zbioru M leżący poza P. Na koniec pozostaje sprawdzenie, czy stworzony rysunek gwarantuje prawdziwość wniosku, tj. zdania S i P. Widać wyraźnie, że we wspólnym obszarze zbiorów S i P coś się znajduje, a zatem wniosek jest prawdziwy, a sylogizm prawidłowy¹²⁷.

Podsumowując pragnę stwierdzić, że zdolność logicznego myślenia przejawia się w poprawnym formułowaniu myśli i ich przekazywaniu oraz w umiejętności przeprowadzania rozumowania, tj. wnioskowania. Pomocna w tym zakresie jest m.in. sylogistyka stanowiąca dział logiki, tj. nauki analizującej wyrażenia języka naturalnego, którym posługujemy się na co dzień. Jednakże nie analizuje ona treści tych wnioskowań tylko schematy, według których wnioskowania te przebiegają. Schematy stanowią więc wyrażenia języka naturalnego przełożone na język logiki, tj. język symboliczny, beztreściowy, za pomocą którego sprawdza się ich poprawność¹²⁸.

Wprawdzie bez studiów logicznych można prawidłowo myśleć niemniej jednak ich brak prowadzi dość często do błędów w myśleniu, podobnie jak brak studiów gramatycznych przyczynia się do błędów w mówieniu. Tak więc studiowanie logiki powoduje, że człowiek zaznajamia się z różnymi formami logicznego myślenia, przejawiającego się m.in. w rozpoznawaniu, nazywaniu i eliminowaniu błędów logicznych, a także w poprawnym formułowaniu wnioskowań i uzasadnianiu własnych przekonań oraz twierdzeń o zróżnicowanej sile dowodowej. Tego rodzaju studia wyrabiają ponadto krytyczny stosunek do innych osób i wyrażanych przez nich opinii, jak również chronią przed dogmatyzmem wyrabiając potrzebę dowodzenia racji i skłaniając do odrzucania tez, nieposiadających wystarczająco silnego uzasadnienia¹²⁹.

¹²⁷ Por. ibidem, s. 69-70.

¹²⁸ Por. K. Dyrda, Logika ogólna, Wybrane zagadnienia, Kielce 1998, s. 7.

¹²⁹ Por. <http://filozofia.traugutt.net/wspolczesnosc,35,1.php>

I 1.2.2. Rozumowanie warunkowe

Rozumowanie warunkowe określane mianem **implikacji**, bywa też zwane wnioskowaniem hipotetycznym, gdyż opiera się na swoistym warunku „jeśli/to”. Jest on dość charakterystyczny dla naszego codziennego sposobu myślenia. Często się bowiem zdarza, że stawiamy pewien warunek przewidując co się stanie, gdy zostanie spełniony, np. *jeśli pomyślnie ukończę studia, to dostanę od rodziców mieszkanie*. W symbolicznej postaci ten typ wnioskowania przedstawia się następująco:

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| $A \rightarrow B$ | przesłanka większa wnioskowania |
| A | przesłanka mniejsza |
| Zatem B | wniosek |

Jest to zdanie warunkowe, złożone z dwóch członów, z których pierwszy symbolizowany przez A nazywa się „poprzednikiem”, a drugi oznaczony symbolem B, zwie się „następnikiem”. We wnioskowaniu tym „przesłanka większa $A \rightarrow B$ mówi nam, iż jeśli ma miejsce A (cokolwiek to jest), to z konieczności nastąpi B. W tym momencie nie wiemy, co rzeczywiście się wydarzy albo nie. Przesłanka mniejsza A mówi nam, że warunek wprowadzony w przesłance większej został spełniony. Skoro tak, to konsekwencja B, będzie mieć miejsce. To zasadne wnioskowanie – jeśli przesłanki są prawdziwe, to wniosek także będzie niezawodnie prawdziwy.”¹³⁰

W logice zdanie oparte na implikacji może być fałszywe tylko wówczas, gdy poprzednik jest prawdziwy, zaś następnik fałszywy. Jeśli natomiast oba zdania (poprzednik i następnik) są fałszywe lub prawdziwe, to zdanie jest prawdziwe. Co ciekawe, implikacja może być prawdziwa jeszcze w jednej dość kontrowersyjnej sytuacji, kiedy to poprzednik jest fałszywy zaś następnik prawdziwy.

Odnosząc powyższe rozważania do przykładu: *jeśli pomyślnie ukończę studia, to dostanę od rodziców mieszkanie*, implikacja będzie fałszywa, gdy zdam wszystkie egzaminy na studiach, a mimo to nie otrzymam mieszkania. W takiej sytuacji należy uznać, że rodzice kłamali składając swoją obietnicę. Jeśli natomiast nie ukończę studiów i nie dostanę mieszkania lub pozdaję wszystkie egzaminy i otrzymam mieszkanie, to wówczas obietnica rodziców jest w pełni prawdziwa. Tymczasem wątpliwości może budzić uznanie za prawdziwe zdania w momencie, gdy nie ukończę studiów, a mimo to otrzymam od rodziców mieszkanie. Wbrew pozorom nie łamią oni

¹³⁰ D.Q. McInerney, op. cit., s. 74.

swojej obietnicy, gdyż nie było powiedziane, że jest to jedyny warunek, kiedy mogę dostać mieszkanie. Z tego względu istnieje możliwość, że otrzymam je np. z okazji wyjścia za mąż¹³¹.

Drugi sposób definiowania implikacji „polega na określeniu poprawnych schematów wnioskowania dla tego funktora”¹³². Z tego względu, że implikacja w sposób formalny przedstawia się „jeżeli A, to B”, a każdy z jej argumentów może przyjąć dwie wartości: prawda lub fałsz, to powstają w efekcie cztery kombinacje. Stanowią one osobne schematy wnioskowań, z których dwa są niezawodne, a dwa zawodne.

1. Modus Ponens:

Jeżeli A, to B

A

Więc: B

2. Potwierdzenie Następnika:

Jeżeli A, to B

B

Więc: A

3. Zaprzeczenie Poprzednika

Jeżeli A, to B

nie A

Więc: nie B

4. Modus Tollens:

Jeżeli A, to B

nie B

Więc: nie A

Schematy Modus Ponens (1) oraz Modus Tollens (4) są niezawodne, ponieważ ich stosowanie jest uprawnione i konkluzywne. Mimo, że wnioskowanie oparte na tych dwóch schematach jest poprawne, to nie oznacza to, że cała implikacja jest prawdziwa lub fałszywa. Decyduje o tym prawdziwość poprzednika i następnika. Przykładowo weryfikowanie hipotez opiera się na opisanych dwóch niezawodnych schematach, ale źródłem przesłanek jest zawodna indukcja. Twierdzenia typu „jeśli to jest sprawca, był na miejscu wypadku samochodowego” albo „podejrzany nie był na miejscu wypadku, więc nie może być sprawcą” są poprawne logicznie, niemniej jednak przesłanka „nie był na miejscu wypadku” może być fałszywa, jeśli oparto ją na poszlakach a nie dowodach (np. w tym samym dniu, w innym mieście z bankomatu pobierane były pieniądze z konta podejrzanego). Tak więc mimo, że wnioskowanie na podstawie schematów niezawodnych (1) i (4) jest poprawne z logicznego punktu widzenia, to cała

¹³¹ Por. K. Wieczorek, op. cit., s. 20

¹³² R. Mackiewicz, op. cit., s. 19.

implikacja może być fałszywa¹³³. Pozostałe dwa schematy wnioskowania Potwierdzenie Następnika (2) i Zaprzeczenie poprzednika (3) są zawodne, w związku z tym nie mogą służyć testowaniu implikacji. Ich stosowanie, niezależnie od prawdziwości czy fałszywości zarówno przesłanek, jak i całej implikacji, jest nieuprawnione¹³⁴.

W odniesieniu do rzeczywistości, większość implikacji, jakich używamy na co dzień, nie odzwierciedla niezawodnego powiązania pomiędzy poprzednikiem a następnikiem. Chodzi o to, że nasze wnioski, do jakich dochodzimy w trakcie wnioskowania, niekoniecznie wynikają w sposób logiczny. Z reguły są one prawdopodobne. Niemniej jednak naszym celem powinno być tworzenie wnioskowań, których wnioski cechowałby jak największy stopień prawdopodobieństwa. Należy też pamiętać o tym, że im mocniejszy związek między poprzednikiem a następnikiem, tym większe prawdopodobieństwo, że następnik będzie prawdziwy. Siła implikacji zależy bowiem od znajomości dwóch rzeczy połączonych ze sobą w zdaniu warunkowym, a także od tego, w jaki sposób są powiązane¹³⁵.

Implikacja jest jednym z podstawowych funktorów logicznych. Wobec tego rozumowanie warunkowe jest jednym z podstawowych przejawów logicznego myślenia. Ten sposób rozumowania miał odzwierciedlenie w przeprowadzonych badaniach¹³⁶.

I 1.3. Rozumowania indukcyjne

Rozumowanie indukcyjne stanowi rodzaj wnioskowania uprawdopodobniającego polegającego na przejściu od tego, co szczegółowe do tego, co ogólne. Innymi słowy jest to rozumowanie, w którym formułuje się uogólnienia w oparciu o obserwacje podobnych rzeczy lub wydarzeń. Nie ma jednak gwarancji, że te uogólnienia są w pełni prawdziwe, gdyż nie sposób zaobserwować wszystkie przypadki nie dość, że wszędzie, to jeszcze w czasie przeszłym, teraźniejszym

¹³³ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 455.

¹³⁴ Por. ibidem, s. 456.

¹³⁵ Por. D.Q. McInerney, op. cit., s. 76-77.

¹³⁶ Implikację jako predykat, tj. warunek logiczny omówiono również w rozdziale III niniejszej pracy. Nauka programowania w ramach przeprowadzonych badań opierała się w znacznej mierze na pisaniu predykatów.

i przyszłym¹³⁷. Tak więc przesłanki wnioskowania indukcyjnego stanowią szczegółowe fakty, które wspólnie tworzą zbiór dowodów. Fakty te pozwalają dokonać wiarygodnego uogólnienia o nich i wyprowadzić wniosek. Jego poprawności możemy być pewni dopiero wówczas, gdy rozpatrzone zostały wszystkie poszczególne fakty. Jeśli natomiast nie udało nam się przeanalizować wszystkich danych, to pozostaje nam określenie prawdopodobieństwa prawdziwości tego wniosku. Z tego powodu wnioskowanie indukcyjne przynosi wnioski zawodne tj. prawdopodobne, które nie wynikają logicznie z przesłanek¹³⁸.

Z powyższych rozważań wynika, że wnioskowanie indukcyjne to takie, w którym „na podstawie wielu przesłanek jednostkowych, stwierdzających, iż poszczególne zbadane przedmioty pewnego rodzaju mają pewną cechę, dochodzi się (przy braku przesłanek negatywnych), do wniosku ogólnego, że każdy przedmiot tego rodzaju taką cechę posiada”¹³⁹. Jeśli mamy pewność, że nie ma już innych tego rodzaju przedmiotów, poza tymi które zostały przytoczone w przesłankach jednostkowych, to wówczas mówimy o wnioskowaniu przez **indukcję zupełną**. Jeśli jednak nie posiadamy tej pewności, to mówimy o wnioskowaniu przez **indukcję niezupełną**. Stanowi ona jak gdyby pewną odmianę wnioskowania redukcyjnego, w którym popełnienie błędu materialnego powoduje fałszywość wniosku. Tymczasem indukcja zupełna jest tak naprawdę wnioskowaniem dedukcyjnym, gdyż z koniunkcji przesłanek wynika niezawodny wniosek¹⁴⁰.

Podsumowując pragnę stwierdzić, że celem rozumowania indukcyjnego jest dokonywanie wiarygodnych uogólnień o dużych grupach rzeczy z zachowaniem wysokiego stopnia prawdopodobieństwa. Gdyby istniała możliwość określenia, czy wszyscy członkowie danej grupy posiadają jakąś konkretną cechę i rzeczywiście można by było ją sprawdzić u każdego z nich, to wniosek byłby niezawodny. To jednak rzadko kiedy jest możliwe. W takiej sytuacji człowiek (badacz) stara się wyłonić pewien zbiór jednostek, które są reprezentatywne dla całej grupy. Wielkość tego zbioru ustala na podstawie stopnia jego reprezentatywności w ten sposób, by skupiał całą różnorodność, jaka występuje w grupie jako całości¹⁴¹.

¹³⁷ Por. H. Ruchlis, S. Oddo, op. cit., s. 85.

¹³⁸ Por. ibidem, s. 85.

¹³⁹ Z. Ziemiński, op. cit., s. 184.

¹⁴⁰ Por. ibidem, s. 184.

¹⁴¹ Por. D.Q. McInerney, op. cit., s. 94.

Przedstawione wyżej poglądy na rozumowanie warunkowe są spójne z poglądami znanych polskich uczonych takich, jak: Tadeusz Kotarbiński¹⁴², Jan Łukasiewicz¹⁴³, Alfred Tarski¹⁴⁴ i Jerzy Perzanowski¹⁴⁵, a także Kazimierz Ajdukiewicz¹⁴⁶ czy Grzegorz Malinowski¹⁴⁷.

I 1.3.1. Kanony indukcji eliminacyjnej

W zakresie wnioskowania indukcyjnego wyróżnić można tzw. kanony indukcji eliminacyjnej. Stanowią one pewne ogólne wskazówki ułatwiające dostrzeganie związków występujących pomiędzy dwoma różnymi zjawiskami, cechami czy zmiennymi w badaniach empirycznych. Zostały one sformułowane w XIX wieku przez angielskiego logika Johna S. Mill'a, choć wcześniej od niego indukcję stosowali Sokrates czy Francis Bacon. Spośród kanonów omówię: kanon jedynej zgodności, kanon jedynej różnicy oraz kanon zmian towarzyszących.

Jeżeli zatem pragniemy ustalić, jakie zjawiska w sposób istotny oddziałują na występowanie pewnego zjawiska, musimy wprawdzie stworzyć listę zjawisk, które o takie oddziaływanie podejrzewamy. Kanony pozwalają niektóre z nich jako nieistotne wyeliminować.

W oparciu o **kanon jedynej zgodności** możemy ustalić, że „prawdopodobnie zjawisko X_1 ma istotny związek ze zjawiskiem Y wtedy, gdy X_1 stale występuje, gdy występuje Y , podczas gdy inne zjawiska podejrzane X_2, \dots, X_n stale z Y nie występują”¹⁴⁸. Na przykład: Trzy osoby, u których stwierdzono objawy zatrucia pokarmowego, jadły wspólnie przed zachorowaniem kolację. Pierwsza jadła sałatkę z majonezem, śledzie, szynkę, druga – grzyby, szynkę, sałatkę z majonezem, trzecia – jajka, sałatkę z majonezem, kurczaka. *Jedyna zgodność* w jadłospisie wszystkich osób to sałatka z majonezem. To ona jest prawdopodobnie przyczyną zatrucia pokarmowego wszystkich trzech osób.

¹⁴² Por. T. Kotarbiński, Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk, Wrocław-Lódź, 1990.

¹⁴³ Por. J. Łukasiewicz, Sylogistyka Arystotelesa z punktu widzenia współczesnej logiki formalnej, Warszawa 1988.

¹⁴⁴ Por. A. Tarski, Wprowadzenie do logiki i do metodologii nauk dedukcyjnych, Białystok 1994.

¹⁴⁵ Por. J. Perzanowski, Logika & filozofia logiczna, Toruń 2000.

¹⁴⁶ Por. K. Ajdukiewicz, Logika pragmatyczna, Warszawa 1985.

¹⁴⁷ Por. G. Malinowski, Logika ogólna, Łódź 2008

¹⁴⁸ K. Dyrda, Logika ogólna, Wybrane zagadnienia, Kielce 1998, s. 52.

Z kolei na podstawie **kanonu jedynej różnicy** możemy stwierdzić, że prawdopodobnie zjawisko X ma istotny związek z występowaniem zjawiska Y „jeżeli zjawisko Y stale występowało, gdy wystąpiło zjawisko X; i stale nie występowało, gdy nie wystąpiło zjawisko X, choć inne poprzednio występujące zjawiska zachodziły również i w tych przypadkach”¹⁴⁹ Na przykład: zakładamy, że spośród opisanych osób, objawy zatrucia pokarmowego wystąpiły u pierwszej i drugiej, zaś nie wystąpiły u trzeciej osoby. *Jedyną różnicą* był tu brak szynki w posiłku trzeciej osoby. Osoba pierwsza i druga jadły bowiem szynkę. Na tej podstawie wnioskujemy, że szynka była prawdopodobnie przyczyną zachorowania.

Tymczasem **kanon zmian towarzyszących** stosujemy w sytuacji, gdy obserwujemy, że zjawisko Y podlega zmianom odpowiednio do zmian zachodzących w zjawisku X podczas, gdy inne towarzyszące im zjawiska nie zmieniają się. Wnioskujemy więc, że X ma prawdopodobnie istotny wpływ na Y¹⁵⁰. Na przykład: obserwujemy, że objętość danego ciała zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury i maleje, gdy tylko temperatura obniża się, podczas gdy inne właściwości ciała takie, jak np. barwa i kształt nie zmieniają się. Przypuszczamy więc, że objętość tego ciała zależy od zmian temperatury¹⁵¹.

I 1.4. Rozumowanie przez analogię

Badania nad rozumowaniem indukcyjnym są prowadzone w pedagogice i psychologii poznawczej m.in. w obszarze wnioskowania na podstawie analogii¹⁵². Przez niektórych badaczy jest ono uważane za swoisty rodzaj indukcji z tego względu, że w pierwszej kolejności wymaga rozumowania od szczegółu do ogółu „(abstrahowanie relacji między członami analogii w dziedzinie X), a w następnej od ogółu do szczegółu (przeniesienie wyabstrahowanej relacji na przestrzeń semantyczną dziedziny Y)”¹⁵³.

¹⁴⁹ Z. Ziemiński, op. cit., s. 189.

¹⁵⁰ Z. Ziemiński, op. cit., s. 190.

¹⁵¹ Por. K. Dyrda, op. cit., s. 53.

¹⁵² Por. E. Nęcka, op. cit., s. 472.

¹⁵³ Ibidem, s. 474.

Rozumowanie przez analogię zakłada, że „jeśli dwie rzeczy są podobne pod pewnym względem, to mogą być podobne także pod innym”¹⁵⁴. Struktura tego wnioskowania jest taka, że z dwóch porównywanych rzeczy, jedna – A, jest bardziej znana, aniżeli druga – B. Mają one bardzo dużo niepodważalnych wspólnych cech. Celem tego wnioskowania jest więc przekonanie się o tym, czy dodatkowa cecha, która nie jest do końca oczywista, stanowi wspólną właściwość dla obu porównywanych rzeczy.

Schemat wnioskowania w takim przypadku przedstawia się następująco:

A posiada cechy: E F G H J i K

B posiada cechy: E F G H J i K

A jest w posiadaniu cechy L,

Więc B również charakteryzuje się tą cechą

Wniosek stwierdzający, że A i B są do siebie bardzo podobne nie wynika z konieczności, aczkolwiek nie jest nieprawdopodobny. Z tego względu, że obie porównywane rzeczy mają wiele wspólnych właściwości, istnieje taka możliwość, że dodatkowa cecha, która charakteryzuje jedną rzecz, jest w posiadaniu też drugiej¹⁵⁵.

W rzeczywistości wnioskowanie z analogii można odnieść np. do następującej sytuacji pedagogicznej, w której dorosła osoba mówi dziecku – to jest „piesek”, zwracając jego uwagę na szczekające czworonożne zwierzę, o pysku, uszach i ogonie. Kilka dni później, to samo dziecko spostrzega inne czworonożne zwierzę o podobnym wyglądzie, które jednak nie szczeka lecz miauczy. Ktoś mówi – to jest „kotek”. Na tej podstawie, dokonując obserwacji któregoś z tych zwierząt, dziecko za pośrednictwem analogii wychwytyje podobieństwa i różnice, po czym odpowiednio je nazywa¹⁵⁶.

Rozumowanie przez analogię opiera się na **transferze wiedzy**, który polega na przeniesieniu wiedzy z pewnej dziedziny na zupełnie odmienną dziedzinę. Transfer ten może być pozytywny wówczas, gdy poprzez analogię człowiek zwiększa swoje szanse na znalezienie rozwiązania problemu lub negatywny, gdy podobieństwo dwóch sytuacji problemowych niesłusznie skłania do podjęcia podobnych rozwiązań, gdyż jest pozorne. Najistotniejsze w analogii jest zatem określenie, jakie czynniki wskazują na

¹⁵⁴ H. Ruchlis, S. Oddo, op. cit., s. 98.

¹⁵⁵ Por. D.Q. McInerney, op. cit., s. 68-69.

¹⁵⁶ Por. H. Ruchlis, S. Oddo, op. cit., s. 98.

podobieństwo między dwoma problemami¹⁵⁷. Zdaniem Dedre Gentner, najistotniejszą rzeczą jest dostrzeżenie podobieństwa relacji zachodzących między poszczególnymi elementami dwóch odrębnych sytuacji problemowych¹⁵⁸. Z kolei Edward Nęcka wskazuje na konieczność dokonania jeszcze analizy podobieństw cech powierzchniowych dzielonych przez dwie sytuacje¹⁵⁹.

Współcześnie sądzi się, że w przypadku słabo znanych człowiekowi dziedzin, w pierwszej kolejności dostrzega on między nimi podobieństwa zewnętrzne, a w następnej, wraz z nabytym doświadczeniem, podobieństwa wewnętrzne dotyczące funkcji czy mechanizmów¹⁶⁰. W związku z tym poprawne przeniesienie wiedzy uzależnione jest od abstrakcyjnych schematów rozumowania stanowiących ogólne reprezentacje rozwiązań znajdujących zastosowanie w rozmaitych sytuacjach czy dziedzinach¹⁶¹.

Celem stosowania analogii jest więc właściwe ukierunkowanie myślenia. Jest ona bardzo pomocna przez to, że wskazuje możliwe rozwiązania problemów i odgrywa znaczącą rolę w procesie uczenia się znaczenia słów. Niemniej jednak często się jej nadużywa, w efekcie czego dochodzi do licznych błędów myślowych. Z tego względu ważne jest poprawne posługiwanie się analogią poprzez dokonywanie starannej selekcji podobnych cech różnych rzeczy. Jak łatwo popełnić błąd widać chociażby na przykładzie wieloryba, który choć wygląda jak ryba, to jednak jest tak naprawdę ssakiem, mającym wbrew pozorom więcej wspólnego z kotem czy psem¹⁶².

I 1.5. Rozumowania probabilistyczne i nieformalne

Większość teorii dotyczących rozumowania zakłada, że jeśli informacje zamieszczone w przesłankach zdania logicznego lub w jakiejś sytuacji problemowej da się poprawnie zestawić na kilka sposobów, to każdy z nich jest analogicznie

¹⁵⁷ Por. E. Nęcka, *Psychologia poznawcza*, op. cit., s. 474.

¹⁵⁸ E. Nęcka, *ibidem*, s. 474, za: D. Gentner, K.J. Holyoak, Reasoning and learning by analogy: Introduction, *American Psychologist*, 52, 1997, s. 32-34.

¹⁵⁹ E. Nęcka, *Psychologia twórczości*, Gdańsk 2001.

¹⁶⁰ M.D. Mumford, Analogies [w:] M.A. Runco, S. Pritzker (red.) *Encyclopedia of creativity*, t. 1, New York 1999, s. 71-78.

¹⁶¹ Z. Chen, L. Mo, Schema induction In problem solving: A multidimensional analysis, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 30, 2004, s. 583-600.

¹⁶² Por. H. Ruchlis, S. Oddo, op. cit., s. 100.

prawdopodobny. W odniesieniu do teorii modeli mentalnych formułuje się twierdzenie, że kiedy w danej sytuacji istnieje możliwość stworzenia więcej niż tylko jednego modelu, to każdy z nich ma taką samą szansę na to, że zostanie wygenerowany. Określa się to zasadą jednakowego prawdopodobieństwa. Biorąc pod uwagę przytaczany już przykład,

Kasia jest wyższa od Ani
Ania jest niższa od Basi,
Która z dziewcząt jest najwyższa?

w którym ani jeden z trzech modeli mentalnych, jakie można zbudować na podstawie powyższych przesłanek, nie jest bardziej prawdopodobny od pozostałych i nie ma na to żadnego wpływu choćby nasze doświadczenie z imieniem Kasia, Ania czy Basia. Taki wpływ może istnieć wówczas, gdy zachodzi związek między treścią logicznego wniosku a wiedzą lub przekonaniem osób badanych¹⁶³. Teoretycy nazwali to efektem siły przekonania¹⁶⁴.

Badacze dostrzegają ów wpływ osobistej oceny prawdopodobieństwa zdań warunkowych na poprawność wnioskowania. Efekt ten jest widoczny w przypadku, gdy implikacja ma postać realną a nie abstrakcyjną. Zatem ocena prawdopodobieństwa implikacji zależy od tego, na ile możliwe są według badanych osób inne, niż zawarte w poprzedniku, powody zajścia sytuacji przedstawionej w następniku. Im więcej badane osoby znają powodów, tym mniej popełniają błędów w zakresie zaprzeczenia poprzednika i potwierdzenia następnika¹⁶⁵. Podobnie jest w odniesieniu do teorii modeli, gdzie znajomość większej liczby kontrprzykładów, zmniejsza liczbę tych błędów¹⁶⁶.

Tymczasem rozumowanie nieformalne polega na nieoficjalnym uzupełnianiu przesłanek o dodatkowe informacje w sytuacji, gdy te ostatnie odzwierciedlają naszą wiedzę i przekonania. W związku z tym przeobrażeniu niekiedy ulega reprezentacja sytuacji problemowej. Tak więc w rozumowaniu nieformalnym uwzględniamy większą liczbę przesłanek niż tylko te, które otrzymujemy, w efekcie czego nasze rozumowanie

¹⁶³ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 478.

¹⁶⁴ St. J. Evans, P. Pollard, Belief bias and problem complexity In deductive reasoning [w:] J.P. Caverni, J.M. Fabre, M. Gonzales (red.) Cognitive biases, Oxford 1990, s. 131-154.

¹⁶⁵ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 478.

¹⁶⁶ Por. ibidem, s. 479.

jest bardziej rozbudowane pod względem treściowym i lepiej przystosowane do realiów życia¹⁶⁷.

Rozumowanie nieformalne charakteryzują trzy cechy. Po pierwsze, jego argumenty składają się z przesłanek i wniosku. Nie są one przejrzysto rozdzielone i zawierają niekiedy przesłanki ukryte, które można włączyć do procesu rozumowania. Po drugie, argumenty nieformalne są używane wtedy, gdy nie można dokładnie zweryfikować wniosku. Po trzecie, rozumowanie nieformalne zawiera zarówno elementy dedukcji, jak i indukcji. Z reguły jednak polega na tych ostatnich¹⁶⁸.

Domeną rozumowania nieformalnego są różne kwestie moralne i egzystencjalne, a także niedoprecyzowane sytuacje problemowe. Okazuje się jednak, że jego przedmiotem mogą być też całkiem jasno zdefiniowane, z pozycji logiki formalnej, problemy. Oznacza to, że wyciągnięty z rozumowania nieformalnego wniosek może być tożsamy z tym, jaki zostałby wyprowadzony na bazie rozumowania formalnego. Ale może zdarzyć się i tak, że wnioski te będą różne w sensie nietożsame. W takiej sytuacji należy obdarzyć większą wiarygodnością wniosek nieformalny¹⁶⁹.

Wszystkie formy rozumowania, niezależnie od tego czy mają charakter dedukcji czy indukcji łączy jedna wspólna właściwość, którą stanowi integracja relacyjna. Należy ją rozumieć jako tworzenie relacji pomiędzy różnymi obiektami lub zdarzeniami i manipulowanie nimi.¹⁷⁰ Tego rodzaju procesy zachodzą zarówno we wnioskowaniu dedukcyjnym, jak i indukcyjnym. Świadczą o tym liczne dowody z badań eksperymentalnych przeprowadzonych przez m.in. James A. Waltz'a¹⁷¹, czy Velupillai Prabhakarana¹⁷².

Omówione powyżej rozumowania probabilistyczne i nieformalne stanowią formę logicznego myślenia i powinny być uwzględniane w metodykach nauczania przedmiotów takich, jak na przykład: język polski, etyka czy filozofia.

¹⁶⁷ Por. *ibidem*, s. 479.

¹⁶⁸ Por. E. Nęcka za: V.F. Shaw, *The cognitive processes In informal reasoning, Thinking and reasoning*, 2, 1996, s. 51-80.

¹⁶⁹ E. Nęcka, *op. cit.*, s. 477-480.

¹⁷⁰ *Ibidem.*, s. 477.

¹⁷¹ J.A. Waltz, B.J. Knowlton, K.J. Holyoak, *A system for relational reasoning in human prefrontal cortex, Psychological Science*, 10, 1999, s. 119-125.

¹⁷² V. Prabhakaran, J.A.L. Smith, J.E. Desmond, G.H. Glover, *Neural substrates of fluid reasoning: An fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test, Cognitive Psychology*, 33, 1997, s. 43-63.

I 2. Podejście Jeana Piageta do logicznego myślenia

Poglądy Jeana Piageta odnośnie logicznego myślenia mieszczą się w obszarze jego teorii rozwoju myślenia, według której dziecko przechodzi przez cztery stadia rozwoju poznawczego, w których aprioryczne, naturalne struktury oddziałują wzajemnie ze środowiskiem zewnętrznym. Dla każdego z tych stadiów charakterystyczny jest odmienny styl poznawczy umożliwiający docelowe przejście od reakcji opartych na doznaniach sensorycznych do refleksyjnego, abstrakcyjno-logicznego myślenia.

Początkowo (od urodzenia do około 2 roku życia) dziecko przechodzi przez **stadium sensoryczno-motoryczne**, które jest podstawą do wykształcenia bardziej zaawansowanych sposobów myślenia. To pierwsze stadium J. Piaget podzielił na sześć podstadiów, które odpowiadają kolejnym trendom rozwojowym:

- **I podstadium** - od narodzin do około pierwszego miesiąca życia u dziecka występują odruchy podstawowe, które umożliwiają przetrwanie i dostosowanie do nowego otoczenia. Są to odruchy ssania, chwytania, płacz, a także ruchy głowy, rąk czy tułowia¹⁷³.
- **II podstadium** - od pierwszego do czwartego miesiąca życia u niemowlęcia kształtują się pierwsze nawyki, a dziecko rozpoczyna poznawanie świata poprzez wrodzone struktury odruchowe, np. za sprawą odruchu ssania - poznaje rozmaite przedmioty trafiające do ust. Ta tendencja jest praktykowana również przez starsze dzieci¹⁷⁴.
- **III podstadium** - pomiędzy czwartym a ósmym miesiącem życia następuje załazek inteligencji przejawiający się w intencjonalnym odtwarzaniu tych samych działań powodujących oczekiwane skutki, np. dziecko celowo pociąga za sznurek, aby włączyć muzykę i wprawić w ruch zawieszoną nad łóżeczkiem karuzelę. W tym podstadium następuje również rozwój koordynacji wzrokowo-dotykowej. W efekcie dziecko chwyta i manipuluje wszystkim, co spostrzeża w najbliższym otoczeniu¹⁷⁵.

¹⁷³ Por. J. Piaget, B. Inhelder, Psychologia dziecka, Wrocław 1993, s. 10-13.

¹⁷⁴ Por., ibidem, s. 13-14.

¹⁷⁵ Por., ibidem, s. 14-15.

- **IV podstadium** - od ósmego do dwunastego miesiąca życia dziecko nabywa zdolność do tworzenia umysłowych reprezentacji przedmiotów nieobecnych, z którymi nie ma bezpośredniego kontaktu sensomotorycznego. Stałość obiektu przejawia się w zdolności spostrzeżenia, że przedmioty istnieją i zachowują się niezależnie od świadomości i działań dziecka¹⁷⁶.
- **V podstadium** - po ukończeniu pierwszego roku do mniej więcej osiemnastego miesiąca życia dziecko metodą prób i błędów próbuje rozwiązywać problemy. Innymi słowy szuka nowych - przez różnicowanie znanych - sposobów działania służących pokonaniu określonych trudności¹⁷⁷.
- **VI podstadium** - pomiędzy osiemnastym a dwudziestym czwartym miesiącem życia zaczyna dominować praktyczna inteligencja. Na tym etapie dziecko staje się zdolne do znajdowania sposobów działania w myśli na drodze kombinacji zinterioryzowanych, które prowadzą do nagłego zrozumienia i w efekcie podjęcia odpowiedniego działania praktycznego służącego rozwiązaniu jakiegoś problemu¹⁷⁸.

Każde z omówionych podstadiów wyznacza nowy fragmentaryczny progres aż do momentu, gdy osiągnięte przez dziecko zachowanie posiada cechy uznane przez psychologa za właściwość inteligencji, która w omawianym stadium sensomotorycznym pozwala na rozwiązywanie wielu problemów mających swe źródło w działaniu. Dotyczą one np. sięgania po oddalony bądź schowany przedmiot-zabawkę¹⁷⁹.

W przeciągu dwóch lat od momentu przyjścia na świat dziecko zaczyna rozumieć, że stanowi odrębną istotę, całkowicie różniącą się od otoczenia, przyczynowości, czasu oraz przestrzeni¹⁸⁰. Rozwinięcie zdolności rozumowania na tym etapie osiągane jest dzięki procesom asymilacji, adaptacji oraz interpretacji bodźców zewnętrznych w celu dopasowania ich do własnej struktury mentalnej, a także dzięki

¹⁷⁶ Por. Ph.G. Zimbardo, Psychologia i życie, Warszawa 1999, s. 174.

¹⁷⁷ Por., J. Piaget, B. Inhelder, Psychologia dziecka, op. cit., s. 15-16.

¹⁷⁸ Por. ibidem, s. 16-17.

¹⁷⁹ Por. ibidem, s. 9.

¹⁸⁰ Por. E.B. Hurlock, Rozwój dziecka, Warszawa 1985, s. 127.

procesom akomodacji i przekształcania własnej struktury mentalnej w celu dorównania wymaganiom otoczenia¹⁸¹.

W kolejnym **stadium przedoperacyjnym zwanym również prelogicznym** (od mniej więcej 2 do 7 lat), następuje u dziecka konsolidacja reprezentacji myślowej, czyli doskonalą się zdolność do umysłowego reprezentowania nieobecnych fizycznie przedmiotów, osób i zdarzeń poprzez wykorzystywanie obrazów umysłowych obejmujących przede wszystkim cechy zmysłowe takie, jak: kształt, barwa, położenie w przestrzeni, ciężar, temperatura, struktura powierzchni (jej gładkość lub chropowatość), zapach, smak itp. Cechy te mają istotny wpływ na sposób spostrzegania i rozumienia świata¹⁸².

Najważniejsze cechy myślenia przedoperacyjnego to centracja i egocentryzm. Ten ostatni odnosi się do niezdolności dziecka do ujmowania świata z innych punktów widzenia niż jego własny¹⁸³. Nie potrafi ono zrozumieć, że ktoś inny może mieć odmienne zdanie, albo spostrzegać daną rzecz czy zdarzenie z innej perspektywy lub strony niż jego własna. Świadczy o tym eksperyment przeprowadzony przez J. Piageta, w którym pokazywał on dzieciom do lat siedmiu trójwymiarowy model obrazujący trzy góry. Ich zadanie polegało na opisanu tego, co zobaczy miś umiejscowiony po przeciwnej stronie. W rezultacie nie potrafiły one poprawnie opisać widoku z odmiennej perspektywy¹⁸⁴.

Natomiast centracja umożliwia skupianie uwagi jedynie na pojedynczych, centralnych cechach obiektu¹⁸⁵. Oznacza to, że dziecko koncentruje się na najbardziej wyrazistych pod względem percepcyjnym właściwościach przedmiotów bądź zabawek, w efekcie czego pomija ich pozostałe cechy niekiedy nawet bardziej istotne. Dowodzi tego klasyczny eksperyment J. Piageta z przelewaniem cieczy do różnych szklanek o odmiennym kształcie i wielkości. Dziecko na poziomie przedoperacyjnym wnioskuje w oparciu o wygląd i skupia swoją uwagę na percepcyjnie wyróżniającej się cesze. W związku z tym w jego opinii po przelaniu zawartości z jednej szklanki do innej np. wyższej i węższej – ilość cieczy ulega zwiększeniu.

¹⁸¹ Por. J. Piaget, *Narodziny inteligencji dziecka*, Warszawa 1966, s. 41-58.

¹⁸² Por. www.cen.uni.wroc.pl/download/psycholog/wyklad_13_rozwoj_poznawczy.pdf

¹⁸³ Por. Ph.G. Zimbardo, op. cit., s. 175.

¹⁸⁴ Por. J. Piaget, *Jak sobie dziecko świat przedstawia* [w:] L. Wołoszynowa L. (red.), *Materiały do nauczania psychologii*, seria 2, t. 3., Warszawa 1969.

¹⁸⁵ Por. *ibidem.*, s. 175.

Poza egocentryzmem i centracją, myślenie dziecka na poziomie przedoperacyjnym ma charakter animistyczny i polega na przypisywaniu martwym przedmiotom i zdarzeniom fizycznym właściwości psychicznych, np. zwierzętom przypisuje uczucia bądź myśli, które samo przeżywa¹⁸⁶. W związku z tym, że dziecko nie ma wykształconego pojęcia stałości objętości, długości, wagi, masy i liczby, nie potrafi jeszcze uznać zmian przekształcających za odwracalne. Wskazywać na to może eksperyment z plasteliną. Polega on na tym, że dziecku przedstawia się dwie identyczne kulki z plasteliny, a następnie jedną z nich przekształca w placek o jak największej średnicy. Na omawianym etapie rozwojowym dziecko jest zdania, że więcej plasteliny jest tam, gdzie zajmuje ona więcej miejsca. Innymi słowy obserwując kolejność następujących po sobie stanów obrazujących zmianę kształtu plasteliny z kulki na placek, dziecko nie umie połączyć serii zdarzeń jako ściśle ze sobą powiązanych i przedstawić ich w logicznym ciągu. W związku z tym nie potrafi wykorzystywać jeszcze operacji logicznych do rozwiązywania problemów.

Stadium operacji konkretnych rozpoczyna się wraz z pójściem dziecka do szkoły i rozpoczęciem przez nie nauki. Jest to przede wszystkim okres, w którym następuje rozwój logicznego myślenia przejawiającego się w umiejętności posługiwania się pojęciami i ujmowania w różnorodne relacje logiczne przedmiotów ze zjawiskami rzeczywistości. Zdolność myślenia słowno-logicznego jest więc możliwa dopiero pod wpływem nauki szkolnej i przyswajania pojęć naukowych z różnych dziedzin wiedzy¹⁸⁷.

Pod wpływem nauki szkolnej wraz z rozwojem zdolności do lepszego zapamiętywania następują zmiany w zakresie myślenia, które w okresie późnego dzieciństwa od 7 do około 10-12 roku życia, a więc w stadium operacji konkretnych, przybiera postać myślenia logicznego. Dzięki niemu dziecko staje się zdolne do przeprowadzania wnioskowania o charakterze przyczynowo-skutkowym w wyniku czego potrafi poprawnie wyjaśniać wiele zjawisk i przewidywać teoretyczne ich następstwo. W ten sposób rozwiązuje różne problemy natury umysłowej i praktycznej¹⁸⁸. Myślenie przyczynowo-skutkowe staje się możliwe dzięki „zdolności do

¹⁸⁶ Por. J. Piaget, Jak sobie dziecko świat przedstawia, op. cit. Warszawa 1969.

¹⁸⁷ Por. Przetacznikowa M., Rozwój psychiczny dzieci i młodzieży, Warszawa 1967, s. 136.

¹⁸⁸ Por. R. Stefańska-Klar, Późne dzieciństwo. Młodszy wiek szkolny [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała (red.), Psychologia rozwoju człowieka. Charakterystyka okresów życia człowieka, Warszawa 2002, s. 135.

wewnętrznego odwracania czynności lub wyobrażonego stanu rzeczy oraz (...) zdolności do decentracji poznawczej [polegającej] na umiejętności ujmowania cech rzeczywistości z różnych punktów widzenia i na zintegrowaniu ich w bardziej obiektywny i wielostronny obraz stanu rzeczy”¹⁸⁹. Ten rodzaj myślenia kształtuje się również na skutek zdolności do tworzenia różnego rodzaju sekwencji (słownych, ruchowych czy myślowych) oraz umiejętności porządkowania obiektów w malejąco-rosnące szeregi uwzględniające jakieś konkretne kryterium, np. wysokość, liczebność elementów czy ich masę. Zastosowanie tego myślenia do rozwiązywania problemów jest tym większe, im więcej dziecko potrafi ująć elementów składających się na całość, a także im lepiej pojmuje relacje pomiędzy poszczególnymi częściami całości lub między samymi całościami. W stadium operacji konkretnych kształtuje się również zdolność klasyfikowania, tworzenia klas kategorii pojęciowych¹⁹⁰.

Z powyższych rozważań wynika, że logiczność myślenia w stadium operacji konkretnych polega przede wszystkim na tym, iż dziecko w sposób bezpośredni działa na przedmiotach, grupując je w klasy różnych kategorii lub ustalając między nimi relacje. Poza klasyfikowaniem i ustalaniem relacji, dziecko dokonuje również operacji infralogicznych, które z kolei polegają na „łączeniu części przedmiotów w jeden całościowy przedmiot przestrzenno-czasowy, i na umieszczaniu i przemieszczaniu tych części według konfiguracji ciągłych. (...) Operacje infralogiczne sprowadzają się do operacji logicznych podporządkowania (klasy) lub do relacji”¹⁹¹. **Klasa** jest strukturą opartą na podobieństwie elementów. Zasadnicze działania, jakie dziecko wykonuje na klasach to dodawanie oraz mnożenie. Dodawanie klas polega na łączeniu ich zakresów, zaś mnożenie klas na znalezieniu ich części wspólnej. Niezmiernie istotna jest tzw. kwantyfikacja inkluzji, oznaczająca iż klasa węższa wchodząca w skład szerszej musi zawierać mniej elementów. Z kolei **relacja** jest strukturą opartą na różnicach między elementami. W tym przypadku np. stosunek elementu A do elementu B implikuje określony stosunek elementu B do A. Niezwykle ważne jest tu zatem zrozumienie pojęcia przechodniości relacji¹⁹².

Na etapie stadium operacji konkretnych dziecko potrafi stosować odwracalność myślenia przez inwersję lub przez wzajemność. Inwersja pozwala wykonywać działania

¹⁸⁹ R. Stefańska-Klar, *ibidem*, s. 136.

¹⁹⁰ Por. R. Stefańska-Klar, *ibidem*, 136.

¹⁹¹ B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 291.

¹⁹² Por. Z. Włodarski, A. Matczak, *Wprowadzenie do psychologii*, Warszawa 1987, s. 188.

umysłowe w przeciwnych kierunkach, np. odwrotnością dodawania jest odejmowanie, a mnożenia – dzielenie. Natomiast odwrotność przez wzajemność pozwala rozpatrywać relacje między jakimiś obiektami, np. jeżeli A jest większe od B, to B jest mniejsze od A¹⁹³. W omawianym stadium rozwojowym zdolność odwracalności myślenia stopniowo dokonuje się na różnym materiale czy treściach. Oznacza to, że dziecko nie tylko potrafi dokonać odwrotnych wobec siebie przekształceń związanych np. z dodawaniem i odejmowaniem, ale też potrafi przenieść tą zdolność na inny materiał. Świadczy o tym wynik wspomnianego już przeze mnie eksperymentu przeprowadzonego przez J. Piageta. Zgodnie z nim dziecku były pokazane dwa identyczne naczynia zawierające taką samą ilość cieczy. Następnie na jego oczach przelano zawartość jednego naczynia do innego ewidentnie różniącego się kształtem (wyższego i węższego). Po przelaniu ciecz w każdym z naczyń wyglądała nieco inaczej, w efekcie dziecko w odpowiedzi na pytanie, w którym z naczyń jest więcej płynu, stwierdziło że w obu naczyniach jest jej tyle samo. W tym wypadku odwracalność przez inwersję sugeruje dziecku, że choć na pozór w naczyniu wyższym i węższym wysokość słupa cieczy jest wyższa, to tak naprawdę w obu naczyniach jest jej równa ilość¹⁹⁴. Tak więc w stadium operacji konkretnych dziecko nabywa i przetwarza informacje o świecie na poziomie konkretnym, tj. dzięki wytworzeniu się pojęcia stałości kolejno: elementów zbioru (około 6-7r.), masy (około 7-8 r.), ciężaru (około 8-9 r.) i objętości (około 11-12 r.).¹⁹⁵

Niezwykle ważne – z punktu widzenia nauki matematyki – jest wytworzenie się na omawianym etapie rozwojowym pojęcia stałości liczby. Tworzy się ono u dziecka na skutek operacji szeregowania i klasyfikowania. Zgodnie z teorią zbiorów i poglądami logików Gottloba Frege, Alfreda Whiteheada oraz Bertranda Russella, „liczba pochodzi po prostu z wzajemnej odpowiedniości elementów obu klas lub obu zbiorów”¹⁹⁶, przy czym istnieją dwie struktury odpowiedniości. Pierwsza to odpowiedniość jakościowa, oparta na równoległości elementów zgodnie ze wzorem i jego kopią, np. oko do oka, prostokąt do prostokąta, a druga to odpowiedniość „jakakolwiek” lub zgodna z ilością elementów - „jeden do jednego”. Tylko te ostatnie prowadzą do wytworzenia się pojęcia liczby, ponieważ implikują jednostkę liczbową.

¹⁹³ Ibidem, s. 188.

¹⁹⁴ Por. J. Piaget, B. Inhelder, Psychologia dziecka, Wrocław 1993, s. 95-96.

¹⁹⁵ Por. E. Gruszczyk-Kolczyńska, Dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się matematyki, Warszawa 1992.

¹⁹⁶ J. Piaget, B. Inhelder, Psychologia dziecka, Wrocław 1993, s. 101.

Oznacza to, że liczba jest konsekwencją abstrahowania od cech różnicujących, w efekcie czego każdy indywidualny element staje się równy każdemu innemu elementowi w myśl zasady ($1 = 1 = 1$ itd.). Następnie elementy te mogą zostać poddane klasyfikacji według włączania ($<$) : $1 < (1+1) < (1+1+1)$ itd., przy czym są one także podatne na szeregowanie (\rightarrow). W celu ich różnicowania i zabezpieczenia się przed podwójnym liczeniem tego samego elementu przy tym włączaniu istotne jest uszeregowanie ich nie według relacji „większy” lecz według relacji „przed i po”. Tak więc liczba powstaje w ścisłym związku z operacjami szeregowania i klasyfikowania¹⁹⁷.

Przejście od stadium operacji konkretnych do **stadium operacji formalnych** rozpoczyna się od około 12 roku życia i obejmuje uczniów uczęszczających w polskim systemie kształcenia do klasy szóstej szkoły podstawowej¹⁹⁸. Stadium te charakteryzuje się tym, że w rozwiązywaniu problemów uczeń zaczyna stawiać hipotezy, a następnie je weryfikować. Innymi słowy zaczyna przeprowadzać rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne przy czym „dedukcja nie opiera się już bezpośrednio na rzeczywistości spostrzeganych faktach, lecz na wyrażeniach hipotetycznych, czyli na zdaniach formułujących hipotezy lub zakładających dane – niezależnie od ich aktualnych właściwości – jako po prostu dane. Dedukcja polega więc na takim powiązaniu tych założeń, aby wynikające z nich wnioski były niezawodne nawet wówczas, gdy ich prawdziwość eksperymentalna nie przekracza sfery możliwości.”¹⁹⁹

Myślenie hipotetyczno-dedukcyjne jest możliwe dzięki ukształtowaniu się dwóch nowych struktur całościowych. Pierwsza to struktura sieci warunkująca operacje kombinatoryczne polegające na logicznym zestawianiu różnych przedmiotów czy sądów wyrażanych w postaci zdań. Jest to po prostu struktura warunkująca binarne relacje logiczne zachodzące między dwoma zmiennymi "p" i "q". Za przykład może tu posłużyć zadanie mające na celu ułożenie różnokolorowych klocków po dwa we wszystkich możliwych kombinacjach (biały klocek z żółtym, biały z czerwonym, biały z zielonym, żółty z czerwonym, żółty z zielonym itd.)²⁰⁰.

Z kolei druga struktura operacyjna przejawia się w postaci czterech transformacji: INRC, gdzie I – oznacza przekształcenie na wprost, N – przekształcenie

¹⁹⁷ Por. ibidem, s. 101-102.

¹⁹⁸ W badaniach eksperymentalnych grupę badawczą stanowili szóstoklasiści, a więc uczniowie w wieku 12/13 lat.

¹⁹⁹ J. Piaget, B. Inhelder, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 267.

²⁰⁰ Por. M. Przetacznikowa, *Rozwój i wychowanie dzieci i młodzieży w średnim wieku szkolnym*, Warszawa 1971, s. 104.

odwrotne przez inwersję lub negację, R – przekształcenie wzajemnie zwrotne, a C – przekształcenie korelatywne²⁰¹.

W stadium operacji formalnych, w którym logiczne myślenie jest w pełni rozwinięte, Jean Piaget wyróżnia 16 kombinacji binarnych wynikających z połączenia relacji logicznych między dwoma zmiennymi "p" i "q" z czterema transformacjami z grupy INRC. Zgodnie z notacją logiki formalnej przedstawiają się one następująco:

1. Alternatywa ($p \vee q$)
2. Odwrócenie alternatywy – odpowiada ($\sim p \wedge \sim q$)
3. Koniunkcja ($p \wedge q$)
4. Odwrócenie koniunkcji – odpowiada ($p \mid q$)
5. Implikacja ($p \Rightarrow q$)
6. Odwrócenie implikacji – odpowiada ($p \wedge \sim q$)
7. Implikacja konwersyjna ($p \Leftarrow q$)
8. Odwrócenie implikacji konwersyjnej – odpowiada ($\sim p \wedge q$)
9. Równoważność ($p \Leftrightarrow q$)
10. Odwrócenie równoważności – odpowiada ($p \vee q$)
11. Niezależność p w stosunku do q; $p [q]$
12. Odwrócenie niezależności p w stosunku do q; odpowiada $\sim p[q]$
13. Niezależność q w stosunku do p; $q [p]$
14. Odwrócenie niezależności q w stosunku do p; odpowiada $\sim q[p]$
15. Twierdzenie pełne lub tautologia, np. $(p \Rightarrow q) \Rightarrow (\sim p \vee q)$
16. Odwrócenie twierdzenia pełnego lub tautologii - pełna negacja lub sprzeczność, np. $(p \Rightarrow \sim q) \vee (\sim p \wedge q)$ ²⁰²

Kształtowanie się operacji formalnych następuje za pośrednictwem struktury sieci implikującej formowanie się kombinatoryki. Przejawia się ona w umiejętności łączenia na różne sposoby przedmiotów czy sądów wyrażonych w postaci zdań w celu określenia na ich podstawie stosunków alternatyw, dysjunkcji połączonych z implikacjami itp. Rozwój operacji formalnych dokonuje się również za sprawą struktury grupy obejmującej cztery transformacje INRC. Sprawia ona, że operacje cechują dwa rodzaje odwracalności: przez inwersję lub negację, a także przez

²⁰¹ Por. ibidem, s. 105.

²⁰² Por. B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 115.

wzajemność relacji. Obie struktury umożliwiają przeprowadzanie rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego o charakterze werbalnym, jak i empirycznym pozwalającym opanować zagadnienia proporcji, równowagi sił, rachunku zdań i prawdopodobieństwa.

Analizowane stadium operacji formalnych John Broughton podzielił na dwie fazy. Pierwszą – wczesną, w której zdolność do myślenia hipotetycznego wiąże się ze swobodnym, niezależnym myśleniem przedstawiającym świat nadto subiektywnie i idealistycznie oraz drugą – późną, w której następuje przywrócenie równowagi intelektualnej poprzez konfrontowanie własnego rozumowania z otaczającą rzeczywistością. Ponadto dorastających cechuje niepewność poznawcza wynikająca z refleksji i świadomości, że nie wszystkie problemy są proste i dadzą się rozwiązać²⁰³.

Omawiane stadium charakteryzuje się kilkoma właściwościami. Po pierwsze rozwój struktur formalnych powiązany jest z rozwojem struktur mózgowych. Związek ten z pewnością uwarunkowany jest środowiskiem społecznym i kulturowym. Oznacza to, że rozwój systemu nerwowego, struktur poznawczych i tym samym myślenia formalnego może być przyspieszony bądź opóźniony w zależności od sprzyjających bądź niesprzyjających warunków kulturalnych i wychowawczych, a także od aktywności samej jednostki, tzn. jej doświadczeń i działań podejmowanych w celu adaptacji do świata społeczno-kulturowego²⁰⁴.

Po drugie, o ile w stadium operacji konkretnych dziecko nabywa umiejętności przeprowadzania odwracalności myślenia przez inwersję (operacje na klasach i liczbach) i wzajemność (operacje na stosunkach), to nie potrafi jeszcze powiązać ich w jeden całościowy system charakterystyczny dla operacji formalnych. U dorastającego logika zdań nakłada się na logikę klas i stosunków, dzięki wykształceniu się struktury sieci (warunkującej operacje kombinatoryczne) i struktury grupy w postaci czterech przekształceń (INRC). Struktury te pozwalają zintegrować inwersję i wzajemność, a także opanować pewną liczbę schematów operacyjnych niezbędnych w myśleniu eksperymentalnym i logiczno-matematycznym²⁰⁵.

²⁰³ Por. I. Obuchowska, *Adolescencja* [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, op. cit., s. 173 za: J. Broughton, *The cognitive developmental theory of adolescent self and identity* [w:] B. Lee, J. Noam (red.), *Developmental approaches to self*, New York, 1983.

²⁰⁴ Por. B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 358-362.

²⁰⁵ Por. B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 357.

Po trzecie, na etapie operacji formalnych pojawia się logika dwuwartościowa. W efekcie rozumowanie młodego człowieka pozwala na wysnuwanie wniosków albo prawdziwych albo fałszywych, a ideały, idee czy ideologie postrzegane są w kategoriach „biały / czarny”. Takie podejście uniemożliwia integrację odmiennych, a więc sprzecznych punktów widzenia.

Po czwarte, myślenie formalne przybiera postać myślenia introspekcyjnego. Pozwala ono dorastającej osobie na autorefleksję nad samym sobą i swoim zachowaniem, a także umożliwia nabranie dystansu do samego siebie. Na tym etapie rozwoju człowiek nie tylko zdolny jest do refleksji, ale też do ucieczki od aktualnej konkretności w stronę abstrakcyjności i rozmaitych możliwości. Bardzo często snuje refleksje o środowisku, do którego się adoptuje i o swojej przyszłości związanej z podjęciem określonej w nim działalności. Zatem myślenie introspekcyjne na poziomie formalnego rozumowania jest niezwykle istotne z funkcjonalno-egzystencjalnego punktu widzenia²⁰⁶.

Po piąte, dla stadium operacji formalnych charakterystyczny jest monitoring kognitywny przejawiający się w tym, że dorastająca osoba coraz lepiej analizuje i krytycznie ujmuje swoje właściwości umysłowe w celu ich modyfikacji. Wspomniany monitoring sprzyja kreowaniu koncepcji własnej osoby. Zdaniem J. Piageta jest on wiarą we wszechmoc refleksji, a w opinii Jamesa S. Colemana „spojrzeniem skierowanym wewnątrz” siebie²⁰⁷. Na skutek egocentryzmu dorastająca osoba wyobraża sobie wydumaną publiczność, przed którą prezentuje swoje ciało, przedstawia argumenty i czuje się w centrum uwagi. Posiadanie takiej wyimaginowanej publiczności rozwija pasję, skłania do podejmowania nadzwyczajnych czynów i wyzwala animusz²⁰⁸.

Z powyższych rozważań wynika, że logiczny sposób myślenia na dobre rozwija się w stadium operacji formalnych. Wtedy to myślenie przybiera charakter hipotetyczno-dedukcyjny, a dorastający zanim przystąpią do rozwiązania jakiegokolwiek zadania, stawiają wpierw hipotezy uwzględniające znane im prawa i zasady, a następnie starają się przewidzieć ich skutki. Ponadto ich myślenie coraz bardziej staje się podporządkowane logice rachunku zdań. Tak więc w tym czasie

²⁰⁶ Por. B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 365-366.

²⁰⁷ Por. I. Obuchowska, *Adolescencja*, op. cit., s. 174. za: J.S. Coleman, *The adolescent society*, New York 1961.

²⁰⁸ Por. I. Obuchowska, *Adolescencja* [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, op. cit., s. 174.

dorastający zaczynają formułować tezy, a także łączyć je w rozmaite grupy oraz kombinacje, których elementy starają się kompletować i przemieszczać w taki sposób, aby sprawdzić ich znaczenie.²⁰⁹ Co więcej szczegółowo analizują problemy, dostrzegają różne warianty rozwiązań, stawiają wnikliwe pytania. Dzięki otwartości szukają racjonalnych wyjaśnień, co niewątpliwie łączy się z krytycyzmem i niekiedy z odrzuceniem dotychczasowych autorytetów²¹⁰. Wspomniany krytycyzm stanowi niezwykle ważną właściwość logicznego myślenia, gdyż polega na sprawdzaniu i kontrolowaniu przebiegu myślenia, a także na wydawaniu sądów i wyciąganiu wniosków na podstawie wystarczającej liczby faktów i przesłanek²¹¹.

Podsumowując przedstawioną koncepcję rozwoju poznawczego należy stwierdzić, że Jeana Piageta nie interesował rozwój struktur logiki formalnej dotyczących myślenia i rozumowania. Całą swoją uwagę skupiał on na procesach myślenia podczas radzenia sobie z różnymi zadaniami. Na przykład w eksperymencie z wahadłem w postaci bryłki zawieszonyj na sznurku, celem było znalezienie czynników wpływających na częstotliwość drgań. Podczas zadania dziecko mogło zmieniać długość sznurka, ciężar zawieszonych bryłek oraz amplitudę odchyłeń uwarunkowaną napędem. Na poziomie myślenia przedoperacyjnego dziecko sądziło, że ruchy wahadła zależą od napędu – a więc siły – z jaką wprawiało je w ruch. Na etapie operacji konkretnych dziecko najczęściej spostrzegało zależność pomiędzy długością sznurka a częstotliwością ruchów wahadła. Podczas eksperymentowania zmieniało jednocześnie kilka czynników i z tego względu uważało, że ciężar oraz siła również mogą wpływać na częstotliwość drgań wahadła. Na podstawie uzyskanych informacji nie potrafiło jednakże stwierdzić, który z wymienionych czynników wpływał w sposób istotny na ruch wahadła. Z kolei w stadium operacji formalnych uczeń systematycznie badał każdy czynnik i formułował odpowiednie hipotezy o jego znaczeniu dla częstotliwości drgań wahadła. Testował każdy czynnik z osobna przy niezmienności pozostałych. W oparciu o obserwacje i wnioskowanie wykluczał więc kolejne czynniki dochodząc do poprawnego rozwiązania, zgodnie z którym częstotliwość drgań wahadła zależy od długości sznurka²¹². Przykładów podobnych zadań jest mnóstwo. Do ich opisu J. Piaget używał notacji logiki formalnej, co najprawdopodobniej stanowiło

²⁰⁹ Por. M. Przetacznikowa, *Rozwój psychiczny dzieci i młodzieży*, Warszawa 1967, s. 137.

²¹⁰ Por. I. Obuchowska, *Adolescencja*, op. cit., s. 173.

²¹¹ Por. M. Przetacznikowa, op. cit., s. 165.

²¹² Por. B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 78-90.

przyczynę, z powodu której jego koncepcji wielu badaczy wytknęło niekonsekwencję (Charles J. Brainerd, 1978²¹³; Robert H. Ennis, 1975²¹⁴; Charles Parsons, 1960²¹⁵).

Reasumując należy stwierdzić, że wraz z okresem dorastania następuje rozwój myślenia abstrakcyjno-logicznego oraz zdolności do refleksji, autorefleksji i do przyszłościowego przedstawiania zdarzeń. Niemniej jednak istnieją wyjątki, u których okres myślenia formalnego trwa przez cały okres adolescencji. W związku z tym, choć początkowo Jean Piaget zakładał dla tego stadium wiek od 11-12 do 15 lat, to później stwierdził, że myślenie na tym poziomie rozwija się przez cały okres adolescencji i osiąga optimum między 15 a 20 rokiem życia.²¹⁶

Współcześnie, niektórzy teoretycy (Deirdre A. Kramer 1990²¹⁷, Gisela Labouvie-Vief 1990²¹⁸, Juan Pascuale-Leone 1990²¹⁹) sądzą, że po Piagetowskim stadium operacji formalnych, logiczne myślenie wchodzi w stadium piąte i przybiera formę myślenia postformalnego opartego na zasadach dialektyki Hegla. Polega ono najogólniej mówiąc na formułowaniu tez i ich antytez oraz na ich późniejszym syntetyzowaniu, które staje się nową tezą uruchamiającą dalszy tok myślenia. Ten rodzaj myślenia jest charakterystyczny dla ludzi dojrzałych poznawczo, którzy „rozważają skrajne rozwiązania i ostatecznie łączą najlepsze elementy każdego z nich”²²⁰.

I 3. Inteligencja a zdolność logicznego myślenia

Inteligencja jest cechą, która wyróżnia człowieka na tle wielu innych gatunków istot żyjących na świecie. To ona w dużym stopniu determinuje tempo uczenia się oraz adaptację do otaczającego środowiska. Jak zauważa Kazimierz Kotlarski, koncepcje

²¹³ C.J. Brainerd, Piaget's theory of intelligence, Englewood Cliffs, 1978.

²¹⁴ R.H. Ennis, Children's ability to handle Piaget's propositional logic: A conceptual critique, Review of Educational Research, 45, 1975, s. 1-41.

²¹⁵ C. Parsons, Inhelder and Piaget's The growth of logical thinking II: A logician's viewpoint, British Journal of Psychology, 51, 1960, s. 75-84.

²¹⁶ Por. I. Obuchowska, Adolescencja, op. cit., s. 173.

²¹⁷ D.A. Kramer, Conceptualizing wisdom: The primacy of affect cognition relations [w:] R.J. Sternberg (red.), Wisdom: Its nature, origins and development, New York 1990, s. 279-313.

²¹⁸ G. Labouvie-Vief, Wisdom as integrated thought: Historical and developmental perspectives [w:] R.J. Sternberg (red.), Wisdom: Its nature, origins and development, New York 1990, s. 52-83.

²¹⁹ J. Pascuale-Leone, An essay on wisdom: Toward organismic processes that make it possible [w:] R.J. Sternberg (red.), Wisdom: Its nature, origins and development, New York 1990, s. 244-278.

²²⁰ R. Sternberg, Psychologia poznawcza, Warszawa 2001, s. 350.

teoretyczne na temat inteligencji nieustannie zmieniają się. Jedne kładą nacisk na właściwości psychologiczne, a jeszcze inne uwzględniają dodatkowo aspekty biologiczne. Co więcej niektórzy badacze koncentrują swoją uwagę wokół struktury inteligencji, zaś innych interesuje przede wszystkim jej rozwój i prawidłowości kierujące tym rozwojem²²¹.

Początkowo inteligencja była definiowana jako umiejętność logicznego myślenia oraz rozumowania (Edward Titchener, 1929²²²; Władysław Witwicki, 1962, t. I²²³). William Stern rozszerzył jej znaczenie twierdząc, że stanowi ona „zdolność przystosowania się do nowych warunków, a przystosowanie to zachodzi poprzez wykorzystywanie myślenia”²²⁴.

W miarę postępujących badań nad inteligencją, zmieniały się akcenty, na które zwracano uwagę. Pierwotnie badano ją jako zdolność ogólną, która wpływa na tempo uczenia się i celowość zachowań. Obecnie traktuje się inteligencję jako zbiór struktur operacyjnych, które rozwijają się w określonej kolejności²²⁵.

Niezależnie od wielości różnorodnych definicji inteligencji, stanowi ona „złożoną sprawność umysłową przejawiającą się w zdolności logicznego myślenia oraz w umiejętności wykorzystywania zdobytej wiedzy i doświadczenia w nowych sytuacjach”²²⁶. Człowiek inteligentny to taki, który potrafi logicznie myśleć i w sposób ukierunkowany oraz konsekwentny zmierza do rozwiązania problemu poprzez wykonywanie różnych operacji umysłowych. Im większą przejawia sprawność umysłową (intelektualną), tym wyższy prezentuje poziom myślenia problemowego (produktywnego), co z kolei przekłada się na jego zdolność wnikliwego dostrzegania i rozwiązywania problemów. Osoby o wybitnej umysłowości w przeciwieństwie do tych mniej inteligentnych, wychwytyją zależności i związki między różnymi przedmiotami czy zjawiskami oraz dostrzegają problemy, które zwyczajnie nie są widoczne dla pozostałych²²⁷.

²²¹ Por. K. Kotlarski, *Inteligencja i środowisko*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Pedagogika XX – Nauki humanistyczno-społeczne, zeszyt 282, 1994, s. 73.

²²² E. Titchener, *Podręcznik psychologii*, Warszawa 1929.

²²³ W. Witwicki, *Psychologia*, t. 1, Warszawa 1962.

²²⁴ K. Kotlarski za: W. Stern, *Allgemeine Psychologie*, t. 12, Haag 1932 [w:] *Inteligencja i środowisko...*, op. cit., s. 74.

²²⁵ Por. *ibidem*, s. 74.

²²⁶ M. Jarosz i In., op. cit., s. 59.

²²⁷ Por. *ibidem*, s. 59.

Stosunkowo nową i zarazem oryginalną teorię inteligencji przedstawia Howard Gardner, który pojmuje ją w kategoriach wielu zdolności. Wartość tychże zdolności zdeterminowana jest kulturowo w zależności od tego, co potrzebne, użyteczne i nagradzane w danym społeczeństwie²²⁸. Według tego autora istnieje osiem rodzajów inteligencji: lingwistyczna, logiczna, muzyczna, przestrzenna, kinestetyczna, interpersonalna, intrapersonalna i naturalistyczna. Jego zdaniem inteligencja jest wielopłaszczyznowa i dynamiczna w związku z czym dalece wykracza poza zdolności lingwistyczno-logiczne, które w tradycyjny sposób są oceniane i testowane w szkołach. Co więcej Howard Gardner podkreśla znaczenie nie tylko genetycznych, ale też kulturowych czynników kształtujących rozwój intelektualny człowieka²²⁹. Traktuje on inteligencję jako „biopsychologiczny potencjał przetwarzania informacji, który można ‘aktywować’ w otoczeniu kulturowym, aby skutecznie rozwiązywać problemy lub tworzyć produkty wartościowe dla kultury...inteligencje nie są rzeczami, które można zobaczyć czy policzyć. Inteligencje są potencjałami – przypuszczalnie neurologicznymi – które można aktywować w zależności od wartości występujących w danej kulturze, szans dostępnych w danej kulturze oraz poszczególnych decyzji podejmowanych przez poszczególne osoby oraz/i ich rodziny, nauczycieli oraz otoczenie”²³⁰.

Wyróżniona przez Howarda Gardnera inteligencja logiczna (matematyczno-logiczna) znajduje potwierdzenie w przyjętych przez autora kryteriach empirycznych. Okazuje się, że podczas dokonywania obliczeń matematycznych pewne obszary mózgu są bardziej zaangażowane aniżeli pozostałe. Zdarzają się więc osoby, które w niewiarygodnie szybkim tempie obliczają skomplikowane działania, za to w innych obszarach sprawności umysłowej prezentują niebagatelne braki²³¹.

Inteligencja logiczno-matematyczna charakteryzuje zatem osoby, które potrafią w sposób zadziwiająco szybki i w dodatku często niewerbalny rozwiązywać złożone z wielu zmiennych problemy. U osób obdarzonych tego typu inteligencją prześledzenie procesu rozwiązywania problemów może być nie dość, że niewidzialne, to często wręcz niemożliwe²³². Co więcej osoby te mają tendencję do myślenia koncepcyjnego

²²⁸ Por. Ph.G. Zimbardo, *Psychologia i życie*, Warszawa 1999, s. 565.

²²⁹ Por. M. Taraszkiewicz, C. Rose, *Atlas efektywnego uczenia się*, Cz. 7 *Inteligencje wielorakie w klasie*, Warszawa 2006 za: H. Gardner, *Zredefiniowana inteligencja – Inteligencja wieloraka*, 1999, s. 4.
http://archiwum.trendy.codn.edu.pl/struktura/konferencja/doc/inteligencje_wielorakie_w_klasie.pdf

²³⁰ *Ibidem*, s. 5.

²³¹ Por. H. Gardner, *Inteligencje wielorakie. Teoria w praktyce*, Poznań 2002, s. 43.

²³² Por. *ibidem*, s. 43.

i abstrakcyjnego. Potrafią też dostrzegać schematy i zależności między obiektami, zjawiskami, wydarzeniami i ludzkimi relacjami. Ponadto są dobrze zorganizowane, systematyczne i dokładne. Lubią przeprowadzać operacje matematyczne na liczbach czy wzorach oraz rozwiązywać różnego rodzaju problemy i zagadki logiczne²³³. Są to również osoby o racjonalnym podejściu do życia, które cechuje myślenie przyczynowo-skutkowe, a także umiejętność szeregowania, porządkowania i tworzenia hipotez²³⁴.

Dziecko rozwija swoją inteligencję logiczno-matematyczną zanim dobrze zacznie chodzić. Biorąc do rąk różne przedmioty, bada je i poprzez manipulację poznaje związki między przyczyną i skutkiem - na przykład jeśli popchnie piłkę, wprawi ją w ruch. W miarę upływu czasu, dziecko przyswaja sobie pojęcia typu: „więcej” oraz „mniej”, a także uczy się konkretnych działań matematycznych na przedmiotach poprzez dodawanie czy odejmowanie np. klocków²³⁵.

Według teorii rozwoju psychologicznego dziecka autorstwa Jeana Piageta i Howarda Gardnera, wyższe myślenie logiczne i matematyczne rozpoczyna się z chwilą, gdy dziecko odkłada przedmioty i wykonuje obliczenia na liczbach oraz symbolach. Rozwiązując jakiegokolwiek równanie opiera się na poznanych i przyswojonych ze zrozumieniem zasadach matematycznych. W podobny sposób odkrywa zasady, według których zbudowane są zadania logiczno-słowne²³⁶. Na przykład mając sześć słów (koszula, płaszcz, kapelusz, buty, krawat, kurtka) i chcąc odpowiedzieć na pytanie: które słowo nie pasuje do pozostałych?, dziecko dokonuje analizy co łączy, a co jednocześnie dzieli te rzeczy. W końcu dochodzi do wniosku, że zwykle wkłada się parę butów, a pozostałe rzeczy przeważnie nosi się pojedynczo. W związku z tym to „buty” nie pasują do pozostałych słów²³⁷.

Z kolei znany specjalista w dziedzinie matematyki, Mark Wahl twierdzi, że rozwój inteligencji logiczno-matematycznej przejawia się w upodobaniu sześciolatków do odnajdywania zależności pomiędzy liczbami. Niemniej jednak w wyniku przedwczesnego wprowadzenia do szkół liczenia abstrakcyjnego opartego na zapamiętywaniu, zanim dzieci osiągną gotowość do stosowania matematycznych symboli, wiele z nich traci zainteresowanie liczeniem. Dzieje się tak dlatego, że nie

²³³ <http://www.edukacja.edux.pl/p-2016-inteligencje-wielorakie.php>

²³⁴ Por. M. Taraszkiewicz, op. cit., s. 14.

²³⁵ Por. ibidem, s. 14-15.

²³⁶ Por. ibidem, s. 14-15.

²³⁷ Por. M. Głazek, Rusz głową! Jak podwyższyć poziom swojej inteligencji, Warszawa 2007, s. 104-122.

mogą one stosować takiego sposobu liczenia, jaki im najlepiej odpowiada. Aby zatem rozwijać u dzieci inteligencję logiczno-matematyczną Mark Wahl zaleca w ramach codziennych zwykłych czynności zadawanie różnego rodzaju zagadek czy problemów do rozwiązania, uczenie liczenia w pamięci, szacowania, dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych, operowania abstrakcyjnymi symbolami czy formułowania wniosków w oparciu o szczątkowe informacje²³⁸.

Jak słusznie zauważa Maria Kozielska, „podczas uczenia się matematyki można uczyć się zasad myślenia, a wiedza matematyczna może być narzędziem osiągnięcia wyższego poziomu rozumowania”²³⁹. Innymi słowy matematyka kształtuje umiejętność logicznego myślenia, rozumowania oraz rozwiązywania rozmaitych problemów mających swe źródło w życiu osobistym i społecznym²⁴⁰.

Logiczne myślenie przejawia się nie tylko w rozwiązywaniu zadań matematycznych ale również w rozwiązywaniu zadań językowych. Relacja zachodząca między myśleniem a językiem jest bardzo bliska, ponieważ język wyraża ludzkie myślenie, jest reprezentacją pojęć w postaci dźwięku, pisma lub gestu, które są z kolei wynikiem operacji myślenia.²⁴¹ Dzięki nim umysły ludzkie przetwarzają informacje, na podstawie których wyprowadzane są wnioski. Jednocześnie gramatyka i składnia danego języka wyraża bardziej świadome sposoby myślenia ludzi, używających ten język.

Związek między językiem a myśleniem dostrzegł już Jean Piaget, który wyszedł z założenia, że rozwój mowy dziecka jest możliwy dzięki wcześniejszemu rozwojowi operacji sensomotorycznych oraz za sprawą socjalizacji w środowisku społecznym, w którym język mówiony jest używany. Po ukształtowaniu się zdolności do umysłowego reprezentowania doświadczeń, dziecko rozpoczyna konstruowanie języka mówionego. Wraz z rozwojem mowy następuje rozwój pojęciowy. Rozwój wiedzy zarówno fizycznej, jak i logiczno-matematycznej wynika z aktywności dziecka, które zdobywa wiedzę w spontanicznym działaniu. Jednakże zdaniem Jeana Piageta język nie

²³⁸ Por. M. Taraszkiewicz, op. cit., s. 14-15.

²³⁹ M. Kozielska, Technologie informacyjne w poznawaniu wiedzy matematyczno-fizycznej, [w:] M. Kozielska (red.), Technologie informacyjne w poznawaniu wiedzy matematyczno-przyrodniczej, Toruń 2010, s. 18.

²⁴⁰ Por. Ibidem., s. 18.

²⁴¹ Por. M. Lipman, Thinking in Education, Cambridge University Press. USA. 1991 [w:] J.A. Ramirez, Y. Oyama, Japanese logical thinking, <http://repository.kulib.kyotou.ac.jp/dspace/bitstream/2433/53559/1/KJ00000201153.pdf>.

odgrywa bezpośredniej roli w tworzeniu wiedzy fizycznej i logiczno-matematycznej²⁴². Badania osób głuchoniemych wykazały, że rozwój logicznego myślenia przebiega u nich w takiej samej kolejności, jak u osób normalnych, z tą jedynie różnicą, że pewne operacje kształtują się z opóźnieniem. Może to dowodzić tego, że język nie jest niezbędny do rozwoju operacji logicznych²⁴³.

Niemniej jednak ze względu na wspomniane już zadania logiczno-słowne, rozwój języka przyczynia się do opanowania ze zrozumieniem większego zasobu słownictwa, co z kolei może ułatwiać rozwiązywanie tego typu zadań. Wspomniany już Howard Gardner określa zdolności językowe mianem inteligencji językowej, która spełnia wymogi testów empirycznych. Znajdujący się w mózgu ośrodek *Broca* odpowiada za tworzenie poprawnych pod względem gramatycznym zdań. Osoba z uszkodzeniem tego ośrodka wprawdzie rozumie słowa i zdarzenia, jednakże nie potrafi składać słów choćby w proste wypowiedzi. Jak zauważa Howard Gardner, dar języka jest wszechstronny, a jego rozwój u dzieci mimo różnic kulturowych jest bardzo podobny²⁴⁴.

Inteligencja językowa charakteryzuje osoby wrażliwe na dźwięki, budowę i znaczenie słów, które lubią dużo czytać i pisać, w wyniku czego mają bogaty zasób słownictwa. Przyjemność sprawiają im różnego rodzaju gry i zagadki słowne. Przejawiają zamiłowanie do nauki języków obcych i obdarzone są talentem oratorskim. Używając słowa mówionego, potrafią skutecznie argumentować i przekonywać innych do swych racji. Zdaniem Thomasa Armstronga inteligencja językowa jest prawdopodobnie najbardziej wszechstronna ze wszystkich inteligencji wielorakich. Dzieci z rozwiniętą inteligencją językową lubią różnego rodzaju gry słowne, rymowanki, a także uwielbiają słuchać i opowiadać bajki²⁴⁵.

Rozwiniąć inteligencję językową można na wiele sposobów. Dee Dickinson zaleca głośne czytanie dziecku, które najlepiej rozpocząć jeszcze przed jego narodzinami. Istotne jest również śpiewanie, recytowanie wierszy i rozmawianie z dzieckiem na interesujące je tematy. Oprócz tego dobrze jest zachęcać je do pisania

²⁴² Por. <http://www.scribd.com/doc/7227772/ROZ7Piaget45>

²⁴³ Por. *ibidem*.

²⁴⁴ Por. H. Gardner, *Inteligencje wielorakie...*, op. cit., s. 44.

²⁴⁵ Por. M. Taraszkiewicz, C. Rose, op. cit., s. 21-22.

opowiadań czy pamiętnika. Wskazane jest też wspólne bawienie się z nim w różnego rodzaju gry słowne czy ortograficzne²⁴⁶.

Inteligencja logiczno-matematyczna, podobnie jak inteligencja językowa są szczególnie wysoko cenione w społeczeństwach i kulturach zachodnich. Rozwój zdolności językowych sprzyja bowiem myśleniu logiczno-matematycznemu i ułatwia rozwiązywanie zadań o charakterze słowno-logicznym.

Co więcej wraz ze zdolnościami językowymi myślenie logiczno-matematyczne tworzy bazę empirycznie mierzalnych testów. Podlegają one wnikliwej analizie psychologów, którzy w ten sposób określają zdolność rozwiązywania problemów, przebiegającą przez różne dziedziny i nieposiadającą ściśle ustalonego zakresu. Co ciekawe, jak dotąd nie został prawidłowo rozpoznany mechanizm, za pośrednictwem którego dochodzi do rozwiązania problemu logiczno-matematycznego²⁴⁷.

Odnosząc powyższe rozważania do procesu kształcenia należy zauważyć, że we współczesnej szkole powinno się znaleźć miejsce dla wszystkich uczniów o inteligencji: lingwistycznej, matematyczno-logicznej, muzycznej, przestrzennej, kinestetycznej, interpersonalnej, intrapersonalnej i naturalistycznej. W związku z tym opracowywane programy kształcenia wraz z metodami i środkami dydaktycznymi powinny uwzględniać zarówno wiek, jak i możliwości poznawcze uczniów o różnej inteligencji²⁴⁸.

I 4. Logiczne myślenie jako rozwiązywanie problemów

Myślenie pojawia się w sytuacji problemowej, bowiem najważniejszą cechą myślenia jest rozwiązywanie problemów. W wyniku różnego rodzaju operacji umysłowych, które zostały przeze mnie szczegółowo omówione, dochodzi wpieryw do sformułowania, a później do rozwiązania problemów. Jednakże rozwiązywanie problemów nie byłoby możliwe bez informacji, których źródłem są spostrzeżenia. Dopiero w procesie myślenia, na skutek poprawnej interpretacji faktów oraz celnych

²⁴⁶ Por. ibidem, s. 21-22.

²⁴⁷ Por. H. Gardner, *Inteligencje wielorakie...*, op. cit., s. 43.

²⁴⁸ E. Piotrowski, *Proces kształcenia w zreformowanej szkole* [w:] K. Denek, F. Bereźnicki (red.), *Dydaktyka w dobie przemian edukacyjnych*, Szczecin 1999, s. 94-96.

uogólnień, odkrywane są zupełnie nowe cechy i nieznane wcześniej prawidłowości przebiegu wielu zjawisk, dzięki którym następuje rozwój wiedzy i poznania. W tym sensie myślenie dostarcza nowych informacji, innymi słowy informacje te zwyczajnie generuje. Tak więc w wyniku myślenia problemowego prowadzącego do prawidłowego rozwiązania zadania, wiedza zostaje wzbogacona o nowe dane. Odnosi się to zarówno do wielkich odkryć naukowych, jak i do zwykłych życiowych problemów²⁴⁹. Zatem problem pojawia się w sytuacji, gdy podmiot zmierzając do jakiegoś celu, napotyka na drodze do jego osiągnięcia jakąś przeszkodę o charakterze obiektywnym lub subiektywnym. Jak zauważa Kazimierz Kotlarski, jeżeli jakakolwiek osoba zmierzając do celu nie napotyka na żadne przeszkody i z łatwością go osiąga, to ma ona do czynienia z zadaniem, a nie z problemem. Tak samo problemem nie może być dla kogoś zadanie zbyt trudne, któremu nie miałyby szans podołać, np. napisanie bezbłędnie dyktanda w sytuacji bycia dyslektykiem²⁵⁰.

Myślenie problemowe (produktywne) ma na celu rozwiązanie problemów. Dla problemów selektywnych (zamkniętych) znane są praktycznie wszystkie możliwe rozwiązania, a zadanie polega jedynie na dokonaniu logicznego wyboru. Z kolei w przypadku problemów inwencyjnych (otwartych) nie są znane żadne rozwiązania. Wyłaniają się one dopiero na skutek procesu myślenia i dokonanych operacji myślowych²⁵¹.

Jeszcze innego podziału dokonał Joy P. Guilford, który rozróżnił problemy dywergencyjne i konwergencyjne. W tych ostatnich cel określa zarazem wynik końcowy, przez co problemy te mają tylko i wyłącznie jedno prawidłowe rozwiązanie. W związku z tym są one charakterystyczne dla zadań matematycznych, logicznych czy technicznych. Z kolei w problemach dywergencyjnych cel dopuszcza wiele poprawnych rozwiązań przez co stymuluje kreatywność, inwencję i oryginalność jednostki. Tak więc zasadnicza różnica między problemami konwergencyjnymi a dywergencyjnymi polega na tym, że te pierwsze wymagają zaangażowania myślenia logicznego, a drugie – twórczego²⁵². Jak jednak zauważa Kazimierz Kotlarski powyższy podział problemów pod względem sposobów dochodzenia do wyniku końcowego nie jest uzasadniony.

²⁴⁹ Por. M. Jarosz, *Psychologia lekarska*, op. cit., s. 50.

²⁵⁰ Por. K. Kotlarski, *Wartości kształcące niektórych typów zadań problemowych*, Neodidagmata XXI, Poznań 1992, s. 47-48.

²⁵¹ Por. M. Jarosz, op. cit., s. 51.

²⁵² Por. J. Koziński, *Myślenie i rozwiązywanie problemów*, Warszawa 1995, s. 122.

Mało jest bowiem takich problemów konwergencyjnych, które można rozwiązać tylko w jeden sposób. Rzadko się też zdarza, że po znalezieniu poprawnego rozwiązania jakiegoś konkretnego zadania, szuka się innych, bardziej eleganckich czy prostszych sposobów. Tak więc mając na uwadze sposób dochodzenia do celu można myśleć dywergencyjnie podczas rozwiązywania problemu stricte konwergencyjnego²⁵³.

W procesie rozwiązywania problemu badacze wyróżniają pewne etapy czynności myślenia. Uwagę na to zwrócił po raz pierwszy John Dewey (1910). Wyróżnił on pięć podstawowych faz składających się na pełny akt myślenia. Są to:

1. „odczucie trudności,
2. wykrycie jej i określenie,
3. nasuwanie się możliwego rozwiązania,
4. wyprowadzenie przez rozumowanie wniosków z przypuszczalnego rozwiązania,
5. dalsze obserwacje i eksperymenty prowadzące do przyjęcia lub odrzucenia przypuszczenia, czyli do wniosku zawierającego przeświadczenie pozytywne lub negatywne”²⁵⁴.

W oparciu o prace Johna Deweya, współcześnie zostały wyodrębnione przez psychologów cztery główne fazy rozwiązywania problemów. Pierwsza to **dostrzeżenie problemu**, w której jednostka uświadamia sobie, że zasób wiedzy jaką posiada, nie wystarcza do osiągnięcia zaplanowanych celów. Druga to **analiza sytuacji problemowej**, w której człowiek dokonuje analizy informacji zakodowanych w postaci spostrzeżeń, wyobrażeń i pojęć składających się na sytuację problemową, a także struktury celu, który pragnie osiągnąć. Innymi słowy, bada, jakie są niezgodności i braki między tym, co jest dane, a tym, co jest poszukiwane. Trzecia faza to **wytwarzanie pomysłów rozwiązania**, w trakcie której podmiot tworzy zupełnie nowe informacje w postaci hipotez czy metod, stanowiących pomysły rozwiązania. Ostatnia czwarta faza to **weryfikacja pomysłów**, której celem jest ocena i ewaluacja pomysłów, a także sprawdzenie ich wartości. W rezultacie osoba albo uznaje dany pomysł za rozwiązanie ostateczne problemu, albo też go odrzuca²⁵⁵.

²⁵³ Por. K. Kotlarski, Wartości kształcające..., op. cit., s. 50.

²⁵⁴ J. Dewey, Jak myślimy?, Warszawa 2002, s. 77.

²⁵⁵ Por. J. Koziński, Myślenie i rozwiązywanie problemów, Warszawa 1995, s. 123.

Bardzo podobne propozycje na gruncie pedagogiki w odniesieniu do układu lekcji problemowej stworzyli Czesław Kupisiewicz, Wincenty Okoń czy Bogdan Nawroczyński. Ten ostatni wyróżnił następujące etapy sytuacji problemowej:

1. „zestknięcie ucznia z trudnościami teoretycznymi lub praktycznymi,
2. sformułowanie podstawowego pytania,
3. poszukiwanie (w razie potrzeby rozbite pytaniami pomocniczymi na drobniejsze etapy),
4. sformułowanie i utrwalenie zdobytej odpowiedzi,
5. połączone z wyrażaniem (ekspresją) zastosowanie jej w szereg ćwiczeń”²⁵⁶.

Bogdan Nawroczyński w porównaniu z koncepcją Johna Deweya dokonał pewnych modyfikacji. Zwrócił uwagę nie tylko na znalezienie odpowiedzi stanowiącej rozwiązanie danego problemu, ale przede wszystkim podkreślił konieczność jej utrwalenia i zastosowania w szeregu ćwiczeniach. Bardzo podobną strategię problemową przedstawił Wincenty Okoń, który wyodrębnił niniejsze fazy:

1. „stworzenie sytuacji problemowej i sformułowanie głównego zagadnienia,
2. ustalenie planu pracy i sformułowanie podstawowych pomysłów rozwiązania,
3. sprawdzenie rozwiązań na podstawie empirycznej lub teoretycznej,
4. usystematyzowanie i utrwalenie nowych wiadomości,
5. zastosowanie ich w nowych sytuacjach praktycznych lub teoretycznych w szkole czy w pracy domowej”²⁵⁷.

Nieco inaczej sformułowaną aczkolwiek równie podobną koncepcję na gruncie pedagogiki przedstawił Czesław Kupisiewicz, który wyróżnił w sytuacji problemowej następujące etapy:

1. „uświadomienie sobie przez uczniów pracujących pod kierunkiem nauczyciela określonej trudności o charakterze teoretycznym lub praktycznym,
2. słowne określenie napotkanej trudności, sformułowanie problemu oraz zebranie i uporządkowanie zarówno danych, jak i niewiadomych,
3. formułowanie hipotez prowadzących do rozwiązania problemu oraz uzasadnienie ich na podstawie dotychczasowej wiedzy,
4. weryfikacja hipotez i zdobycie nowych wiadomości oraz umiejętności,

²⁵⁶ B. Nawroczyński, *Zasady nauczania*, Wrocław 1957, s. 283.

²⁵⁷ W. Okoń, *Podstawy systemu dydaktycznego w szkole socjalistycznej*, [w:] *System dydaktyczny*, W. Okoń (red.), Warszawa 1971, s. 49-50.

5. włączenie ich do systemu posiadanej wiedzy, utrwalenie i zastosowanie w działalności teoretycznej i praktycznej²⁵⁸.

Zarówno Bogdan Nawroczyński, Wincenty Okoń, jak i Czesław Kupisiewicz rozbudowali sytuację problemową o utrwalenie nowych wiadomości oraz o zastosowanie ich w sytuacjach praktycznych lub teoretycznych. Tak więc autorzy ci nie ograniczyli się jedynie do znalezienia rozwiązania problemu, ale zwrócili uwagę na potrzebę przećwiczenia i wykorzystania go w innych sytuacjach.

Niezwykle wartościową propozycję współcześnie rozumianego systemu deweyowskiego na gruncie pedagogiki przedstawił również Edwin Fenton. Wyróżnił on następujące fazy rozwiązywania problemów:

1. „dostrzeżenie problemów na podstawie obserwacji określonych rzeczy, zjawisk, wydarzeń lub procesów,
2. formułowanie hipotez zmierzających do rozwiązania tych problemów, a zwłaszcza stawianie pytań o charakterze analitycznym oraz wstępna, niejako „przedempiryczna” ocena wysuwanych hipotez,
3. wskazywanie logicznych następstw tych hipotez,
4. decydowanie o tym, jakie dane będą niezbędne dla oceny wybranej hipotezy lub hipotez, a także dokonywanie selekcji materiałów źródłowych z punktu widzenia ich przydatności do weryfikacji tej hipotezy czy tych hipotez,
5. analizowanie, interpretacja i ocena danych pod kątem ich zgodności z rozwiązywanym problemem,
6. ocena hipotez w świetle zebranych danych,
7. postępowanie zgodne z hipotezą uznaną za prawdopodobną w świetle czynności wymienionych w punktach od 1 do 6²⁵⁹.

W swojej propozycji Edwin Fenton wiele uwagi poświęcił fazie rozwiązywania przyjętych pomysłów. Faza ta została szczegółowo rozbudowana przez analizę hipotezy, przewidzenie logicznych jej następstw, dobór właściwych danych, ich selekcję, interpretację i ocenę. W efekcie wszystkie te czynności służyły ostatecznej ocenie hipotezy.

²⁵⁸ Cz. Kupisiewicz, *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1976, s. 121-122.

²⁵⁹ Cyt. za Cz. Kupisiewicz, *ibidem.*, s. 52.

Podsumowując dotychczasowe rozważania należy zauważyć, że w zależności od typu problemu w przebiegu czynności myślenia logicznego bądź twórczego występują kolejne etapy w dążeniu do znalezienia rozwiązania. Wyodrębnienie poszczególnych faz i ich scharakteryzowanie stało się zasługą Johna Deweya. Po nim, szereg autorów zarówno na gruncie pedagogiki, jak i psychologii podejmowało to samo zagadnienie. Choć podawali nieco inne podziały, różniące się m.in. ilością faz i ich nazewnictwem, to jednak różnice te nie miały większego znaczenia.

Logiczne myślenie jako rozwiązywanie problemów jest nieodzowne w każdej dziedzinie życia i nauki, w których wymaga się umiejętnego kojarzenia faktów i ich wzajemnych zależności. Jest ono praktycznie pozbawione emocji bardzo często towarzyszących myśleniu twórczemu. Nie jest jednak pozbawione wyobraźni charakterystycznej dla procesów abstrahowania²⁶⁰. Angażowanie wyobraźni w uczenie się czegośkolwiek może stanowić swoistą podróż zmierzającą do odkrywania, poznawania i rozumienia otaczającego świata.

Generalnie kształtowanie czynności myślenia można rozpatrywać na płaszczyźnie psychologicznej i pedagogicznej. O ile psychologia analizuje strukturę i przebieg procesu myślenia, a także określa prawidłowości dotyczące operacji umysłowych, o tyle pedagogika koncentruje się na metodach, środkach i warunkach umożliwiających celowe i świadome kształtowanie czynności myślenia.

1.4.1. Logiczne myślenie jako zdolność wykonywania różnych operacji umysłowych – aspekt psychologiczny

Myślenie stanowi czynność, na którą składają się różnorodne procesy takie, jak: odkrywanie, rozumienie, planowanie, projektowanie, przewidywanie, ocenianie czy wnioskowanie. Zachodzi ono w codziennych sytuacjach związanych na przykład z planowaniem wydatków na bieżący miesiąc lub w bardziej swoistych warunkach pozwalających na odkrywanie ogólnych prawd przyrody czy przeprowadzanie eksperymentu naukowego. Myślenie charakteryzuje się tym, że stanowi czynność umysłową, w której biorą udział nieobserwowalne bezpośrednio operacje umysłowe. Za ich pośrednictwem człowiek przetwarza informacje o zjawiskach, przedmiotach i ich

²⁶⁰ Por. J. Nowik, *Kształcenie matematyczne w edukacji wczesnoszkolnej*, Opole 2011, s. 10.

klasach. Informacje te zawierają się w wyobrażeniach, spostrzeżeniach i pojęciach²⁶¹. Jak zauważa Józef Koźielecki, „czynność myślenia jest łańcuchem operacji umysłowych, za pomocą których przetwarzamy informacje zakodowane w spostrzeżeniach, wyobrażeniach i pojęciach”²⁶². Za sprawą myślenia lepiej poznajemy rzeczywistość, potrafimy planować i projektować, a także odkrywać oraz formułować oceny i wnioski. Co więcej w wyniku myślenia przyczyniamy się do rozwoju nauki, techniki, literatury czy muzyki²⁶³.

W czynności myślenia wyróżnia się wiele operacji umysłowych (myślowych), które charakterystyczne są przede wszystkim dla myślenia problemowego. Operacja to elementarna transformacja psychiczna, której wykonanie stanowi krok w rozwiązaniu zadania i osiągnięcie wyniku cząstkowego. W toku myślenia należy zatem wykonać cały łańcuch operacji, aby doprowadzić do wyniku końcowego²⁶⁴. W literaturze przedmiotu zdolność posługiwania się różnymi operacjami myślowymi bywa też określana zdolnością logicznego myślenia²⁶⁵.

Jeden z najbardziej znanych podziałów operacji umysłowych został opracowany przez rosyjskich psychologów: Siergieja L. Rubinsztejn i A. Smirnowa, którzy szczególną uwagę poświęcili **analizie i syntezie**. To właśnie za pośrednictwem tych dwóch operacji myślowych realizuje się proces logicznego myślenia. Jak zauważa Siergiej L. Rubinsztejn analiza i synteza stanowią dwa aspekty jednolitego procesu umysłowego. Co więcej są one od siebie nawzajem uwarunkowane i uzależnione, gdyż realizacja analizy następuje poprzez syntezę. Wynika z tego, że analiza jakiejś całości uwarunkowana jest jak gdyby cechami, które decydują o połączeniu poszczególnych części tej całości. Prawidłowa analiza jakiejś całości jest zatem analizą poszczególnych części, elementów, czy cech, a także zachodzących między nimi związków i stosunków. W rezultacie prowadzi ona nie do rozbicia całości lecz do jej modyfikacji. Ta zmiana całości jest z kolei syntezą, gdyż stanowi nowe powiązanie elementów całości wyróżnionych wcześniej przez analizę. Wynika z tego, że analiza realizuje się przy pomocy syntezy i odwrotnie synteza dokonuje się za pośrednictwem analizy.²⁶⁶

²⁶¹ Por. J. Koźielecki, *Myślenie i rozwiązywanie problemów* [w:] T. Tomaszewski (red.), *Psychologia ogólna*, Warszawa 1995, s. 91.

²⁶² *Ibidem*, s. 92.

²⁶³ Por. J. Koźielecki, *ibidem*, s. 92.

²⁶⁴ Por. *ibidem*, s. 105.

²⁶⁵ Por. M. Jarosz i In., *Psychologia lekarska*, Warszawa 1983, s. 53.

²⁶⁶ Por. S.L. Rubinsztejn, *Myślenie i drogi jego poznania*, Warszawa 1962, s. 37-38.

Z początku analiza dotyczy całej sytuacji problemowej, dopiero z czasem koncentruje się na najbardziej istotnych aspektach problemu pomijając te, które są nieistotne. Dzięki niej w problemie lub przedmiocie wyróżnia się zupełnie nowe aspekty bądź informacje, za sprawą których struktura analizowanej całości podlega zmianie. Tak więc za pomocą analizy w problemach i zadaniach odróżnia się informacje wiadome od niewiadomych.²⁶⁷

Przeciwieństwem analizy jest synteza, która polega na myślowym połączeniu poszczególnych elementów w całość. Zdaniem Siergieja L. Rubinsztejna ma ona swój początek w czasie przejścia od abstrakcji do myślowego odtwarzania konkretnego, który wcześniej w wyniku analizy został rozłożony na części.²⁶⁸ Jego zdaniem myślenie opiera się przede wszystkim na analizowaniu i syntezy, a także na abstrahowaniu i uogólnianiu, które są pochodnymi omawianych procesów.²⁶⁹ Podobne stanowisko dotyczące analizy i syntezy prezentuje Zbigniew Pietrasiński, który rozumie analizę jako rozkładanie złożonej całości na poszczególne części, zaś syntezę jako myślowe łącznie tychże części w taką lub inną całość.²⁷⁰

Do innych operacji umysłowych zalicza się **porównywanie**, polegające na wyszukiwaniu różnic i podobieństw występujących pomiędzy przedmiotami lub zjawiskami. W celu ustalenia tychże podobieństw bądź różnic, niezwykle istotne jest wyodrębnienie za sprawą uprzedniej analizy poszczególnych cech porównywanych. Te cechy to np., kształt, wielkość, układ elementów, szybkość przebiegu zjawiska lub możliwości zastosowań²⁷¹. Podobnego zdania są Ziemowit Włodarski i Anna Matczak, według których porównanie polega na jednoczesnym skupieniu uwagi na dwu lub więcej obiektach takich, jak np. przedmioty, osoby, zjawiska, zdarzenia czy sytuacje w celu wykrycia występujących między nimi różnic i podobieństw. Niezwykle istotne dla tej operacji umysłowej jest to, by wobec każdego z porównywanych obiektów było stosowane stałe kryterium porównania. Jest to trudne do osiągnięcia zwłaszcza przez małe dzieci, które nie są w stanie tej stałości uwzględnić i o porównywanych obiektach mówią osobno, wymieniając zupełnie innego rodzaju cechy. Zdarza się to również osobom dorosłym, gdy mają za zadanie porównać rzeczy mało im znane i w dodatku

²⁶⁷ Por. S.L. Rubinsztejn, *ibidem*, s. 38.

²⁶⁸ Por. *ibidem*, s. 46.

²⁶⁹ Por. *ibidem*, s. 39.

²⁷⁰ Por. Z. Pietrasiński, *Psychologia sprawnego myślenia*, Warszawa 1961.

²⁷¹ Por. M. Jarosz i In., *op. cit.*, s. 54.

złożone. Widać tu zatem wyraźny związek między operacją porównania a wcześniejszą analizą²⁷².

Kolejną operację umysłową – **abstrahowanie**, należy rozumieć jako „myślowe wyodrębnianie istotnych cech przedmiotów lub zjawisk z pominięciem cech nieistotnych”²⁷³. Termin „abstrakcja” pochodzi od łacińskiego słowa *abstraho* i oznacza „odrywanie”, „oddzielanie” w myśli jakichś konkretnych cech danej rzeczy i analizowanie ich w izolacji od pozostałych cech współtworzących tą rzecz. Abstrakcja ma miejsce również przy odkrywaniu oraz rozpoznawaniu relacji między różnymi cechami. Na tej podstawie dostrzegamy podobieństwa oraz różnice występujące pomiędzy przedmiotami, a także zależności korelacyjne i przyczynowe. Abstrakcję rozumie się też jako czynność bądź wytwór tej czynności²⁷⁴. Czynność abstrahowania zależy od rozwoju umysłowych operacji formalnych, myślenia dedukcyjno-hipotetycznego, jak również od jakości i stopnia opanowania języka. Z tego względu, że procesy te są uwarunkowane m.in. przez środowisko kulturowe, rozwój zdolności abstrahowania jest jak gdyby wskaźnikiem tego oddziaływania²⁷⁵.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się wiele podziałów abstrakcji. Tomasz Maruszewski wyodrębnia abstrakcję izolującą, polegającą na myślowym izolowaniu pewnych cech lub relacji w celu dokonania ich analizy oraz abstrakcję uogólniającą, która prowadzi do tworzenia pojęć poprzez odkrywanie cech wspólnych charakterystycznych dla pewnego zbioru przedmiotów²⁷⁶. Z kolei według Daniela E. Berlyne abstrakcja polega z jednej strony na dokonywaniu wyboru między alternatywnymi możliwościami, rozróżnianiu i określaniu różnorodności, a z drugiej strony na reagowaniu tylko i wyłącznie na jedną część pola bodźcowego i pomijaniu pozostałych jego części albo też na koncentrowaniu uwagi na jednej części pola i uwzględnianiu dodatkowo w oparciu o selekcję tego, co zachodzi w innej części tego pola. Sprowadza się to do tego, że proces abstrakcji decyduje o tym, które elementy informacji pochodzące z różnych części pola bodźcowego zostają przekazane dalej²⁷⁷.

²⁷² Por. Z. Włodarski, A. Matczak, Wprowadzenie do psychologii, Warszawa 1987, s. 187.

²⁷³ M. Jarosz i In., op. cit., s. 54.

²⁷⁴ Por. Z. Chlewiński, Umysł dynamiczna organizacja pojęć, Warszawa 1999, s. 59-60.

²⁷⁵ Por. ibidem, s. 61.

²⁷⁶ Por. Z. Chlewiński, op. cit., s. 60 za: T. Maruszewski, Analiza funkcjonowania poznawczego jednostki w świetle idealizacyjnej teorii nauki, Poznań 1983.

²⁷⁷ Por. D.E. Berlyne, Struktura i kierunek myślenia, Warszawa 1969, s. 64-65.

Inny podział abstrakcji dzieli ją na przednaukową i naukową. Abstrakcja przednaukowa zachodzi spontanicznie bez żadnych kierowanych i metodycznych zabiegów poznawczych. W oparciu o nią umysł przeprowadza uogólnienia polegające na dostrzeganiu wspólnych cech różnych przedmiotów. Za jej przyczyną powstają pojęcia przednaukowe, pod względem treściowym najczęściej niejasne, które nierzadko stanowią punkt wyjścia dla poznania naukowego. Z kolei abstrakcja naukowa jest metodyczna i kontrolowana. Ma ona na celu precyzowanie treści pojęć. W nauce stanowi w pełni świadomy zabieg poznawczy, w którym pomijane są cechy jednostkowe na rzecz ogólnych. Dzięki temu powstają pojęcia ogólne obejmujące cechy istotne, wspólne dla danego zbioru desygnatów²⁷⁸.

Jean Piaget wyróżnia jeszcze abstrakcję refleksującą (odzwierciedlającą), w związku z czym wymienia wiedzę typu fizykalnego dotyczącą przedmiotów i ich cech, która w procesie poznania zostaje wyabstrahowana z rzeczywistości i uogólniona oraz wiedzę o charakterze logiczno-matematycznym, będącą wynikiem zinterioryzowania czynności podmiotu wykonywanych na przedmiotach²⁷⁹. Czynność ta „zaczyna się od przypisania przedmiotom cech, których nie posiadały one same przez się (a które zachowują poprzednie właściwości przedmiotów), doświadczenie zaś dotyczy związków między cechami nadanymi przedmiotowi przez czynność (a nie dotyczy uprzednich własności przedmiotu)”²⁸⁰. Innymi słowy abstrahowanie odzwierciedlające polega na wyodrębnieniu pewnej cechy przedmiotu czy zjawiska nie z nich samych lecz z koordynacji czynności, jakie można na nich przeprowadzić. Takimi czynnościami może być np., łączenie czy porządkowanie. Wiedza logiczno-matematyczna nie ma źródła w wiedzy fizykalnej lecz stanowi przyswojenie wiedzy fizykalnej poprzez system działań. Z tego powodu oba rodzaje wiedzy są ze sobą powiązane²⁸¹.

Inną operacją myślową jest **uogólnianie**, które polega na scalaniu wyabstrahowanych cech wspólnych, wyodrębnionych w różnych obiektach. Te dwie operacje umysłowe: abstrahowanie i uogólnianie odgrywają istotną rolę w procesie nabywania pojęć,²⁸² a ich poziom rozwoju można określić m.in. na podstawie

²⁷⁸ Por. Z. Chlewiński, op. cit., s. 61.

²⁷⁹ Por. ibidem, s. 61-62.

²⁸⁰ J. Piaget, *Psychologia i epistemologia*, Warszawa 1977, s. 80.

²⁸¹ Por. Z. Chlewiński, op. cit., s. 59; Por. J. Piaget, *Psychologia i epistemologia*, op. cit., s. 80.

²⁸² Por. Z. Włodarski, A. Matczak, op. cit., s. 187.

umiejętności definiowania różnorodnych pojęć. W średnim wieku szkolnym dzieci potrafią już konstruować pełne definicje logiczne. Posługują się pojęciem rodzajowym identyfikując określany przedmiot z nadrzędną wobec niego klasą oraz rozpoznają swoistą cechę różnicującą²⁸³. Abstrahowanie i uogólnianie są więc operacjami ściśle ze sobą związanymi, jednakże w porównaniu do analizy i syntezy, nie są operacjami przeciwstawnymi.

W zależności od specyfiki materiału myślenia można wyróżnić jeszcze operacje szczegółowe. Należą do nich: szeregowanie, klasyfikowanie i wnioskowanie. Ta pierwsza - **szeregowanie**, polega na ustaleniu i porównaniu ze sobą relacji między dowolnego rodzaju obiektami. W ten sposób dokonuje się porządkowanie np. przedmiotów według stopnia nasilenia określonych cech.²⁸⁴ Maria Kielar-Turska wyróżnia szeregowanie empiryczne i systematyczne. To pierwsze charakteryzuje okres inteligencji przedoperacyjnej i polega na losowym wybieraniu elementów z danego zestawu np. klocków i układaniu ich według wzrastającej bądź malejącej wielkości. Uwaga dziecka skupiona jest na ustaleniu relacji większości lub mniejszości pomiędzy dwoma sąsiadującymi ze sobą elementami. Nie jest ono jednak w stanie określić tych relacji w obu kierunkach jednocześnie. Te zaś elementy, które nie zostały ujęte w szeregu, nie mogą już być wprowadzone do niego²⁸⁵. Zjawisko to zostało przez Jeana Piageta określone dwoistością stanów i przekształceń, bowiem wynik uzyskany w efekcie rozwiązania problemu jest stanem nie podlegającym przekształceniu. Transformacja oznacza tworzenie szeregu od nowa²⁸⁶.

Tymczasem szeregowanie systematyczne cechuje inteligencję operacyjną i oznacza ujmowanie relacji mniejszy-większy w obu kierunkach jednocześnie, konsekwentne wybieranie z zestawu np. klocków zawsze najmniejszego lub największego elementu w odniesieniu do pozostałych, a także wstawianie w szereg dodatkowych elementów. Ten typ szeregowania przyczynia się do zniknięcia dwoistości stanów i przekształceń, a także do rozwoju decentryzmu w przedstawianiu zjawisk.²⁸⁷

²⁸³ Por. M. Przetacznikowa, *Rozwój i wychowanie dzieci i młodzieży w średnim wieku szkolnym*, Warszawa 1971, s. 125.

²⁸⁴ Por. Z. Włodarski, A. Matczak, op. cit., s. 188.

²⁸⁵ Por. M. Kielar-Turska, *Średnie dzieciństwo. Wiek przedszkolny* [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, *Psychologia rozwoju człowieka*, Warszawa 2000, s. 91-92.

²⁸⁶ Por. ibidem, s. 92.

²⁸⁷ Por. ibidem, s. 92.

Rozwój umiejętności szeregowania wiąże się ze zdolnością do wyobrażenia czynności z użyciem symboli. Badania przeprowadzone przez Jeana Piageta i Barbel Inhelder wykazały, że dziecko zanim osiągnie zdolność systematycznego szeregowania operacyjnego, jest w stanie zaplanować w umyśle całościowy obraz szeregu. Potrafi to zrobić 55% dzieci pięcioletnich i aż 73% sześciolletnich. Ponadto z tym typem szeregowania współwystępuje antycypowanie analityczne, czyli umiejętność zaplanowania miejsca dla każdego elementu w szeregu, co potrafi wykonać zaledwie 3% pięcioletników i 22% sześciolletników²⁸⁸.

Kolejna operacja umysłowa – **klasyfikowanie** polega na „grupowaniu przedmiotów według ich równoważników”²⁸⁹. Dostrzeganie podobieństw pomiędzy poszczególnymi elementami zbioru jest operacją umysłową znacznie trudniejszą od wykrywania różnic. Zdaniem Jeana Piageta umiejętność klasyfikowania przeobraża się w okresie przedoperacyjnym z umiejętności tworzenia zbiorów figuratywnych poprzez klasyfikowanie empiryczne na rzecz klasyfikowania hierarchicznego²⁹⁰.

Zdolność do tworzenia zbiorów figuratywnych kształtuje się pomiędzy okresem inteligencji sensomotorycznej a inteligencji przedoperacyjnej. Polega ona na budowaniu układów opartych m.in. na zasadach: użytku (np. z dwóch figur: kwadratu i trójkąta można zbudować domek), podobieństwa (np. dwa połączone kwadraty tworzą prostokąt) i bliskości przestrzennej (np. młotek i gwóźdź). W ten sposób konstruowane zbiory odzwierciedlają obrazy poznane przez dziecko w wyniku doświadczeń. Ten typ klasyfikacji ma więc charakter obrazowy, nie zaś operacyjny. Dopiero późniejsze formy klasyfikowania stają się abstrakcyjne. Przy tworzeniu zbiorów niefiguratywnych dziecko potrafi wyodrębnić małe podzbiory i łączyć je później w większe zbiory za pomocą metody wstępującej lub dzielić duży zbiór na mniejsze podzbiory przy pomocy metody zstępującej. Jednakże na poziomie przedoperacyjnym nie umie ono posługiwać się obiema metodami naraz. Nie jest też w stanie stosować więcej niż jednego kryterium, za to potrafi porównywać ilościowo podzbiory i ustalać relacje między zbiorem a podzbiorem²⁹¹.

²⁸⁸ Por. M. Kielar-Turska, *ibidem*, s. 92.; Por. J. Piaget, B. Inhelder, *Obrazy umysłowe* [w:] *Inteligencja*, P. Fraisse, J. Piaget (red.), Warszawa 1967, s. 128.

²⁸⁹ M. Kielar-Turska, *op. cit.*, s. 92.

²⁹⁰ Por. *ibidem*, s. 92.; Por. J. Piaget, B. Inhelder, *Operacje umysłowe i ich rozwój* [w:] *Inteligencja*, P. Fraisse, J. Piaget (red.), Warszawa 1967, s. 163-164.

²⁹¹ Por. *ibidem*, s. 92.; Por. J. Piaget, B. Inhelder, *Operacje umysłowe i ich rozwój* [w:] *Inteligencja*, P. Fraisse, J. Piaget (red.), Warszawa 1967, s. 163-164.

Zanim dziecko opanuje umiejętność tworzenia klasyfikacji hierarchicznej, stosuje wprawdzie klasyfikację multiplikacyjną, w oparciu o którą używa więcej niż jedno kryterium przy określaniu równorzędności elementów. Może to być np. kryterium kształtu i koloru. Tymczasem klasyfikacja hierarchiczna polega na nieskrępowanym łączeniu metody wstępującej i zstępującej, ilościowym porównywaniu podzbiorów ze zbiorem, a także na „kwantyfikacji inkluzji” wiążącej się z treściowym i logicznym porównywaniem zbiorów oraz podzbiorów, np. owadów jest więcej niż ptaków²⁹².

Jeszcze inną operacją myślową jest **wnioskowanie**, które stanowi „zestawienie pewnych sądów prowadzące do tworzenia innych sądów”²⁹³. Jest to zatem wyprowadzanie jednych sądów z innych²⁹⁴. Szerzej ten rodzaj operacji został przeze mnie opisany w podrozdziale I 1., gdzie logiczne myślenie przejawia się w logicznym rozumowaniu.

W toku rozwoju, operacje umysłowe zaczyna cechować **odwracalność, postępująca koordynacja** oraz **przybieranie charakteru operacji formalnych**. Pierwsza z wymienionych cech – odwracalność, oznacza „zdolność wykonywania działań umysłowych w przeciwnych kierunkach, szybkie i wielokrotne przechodzenie od jednej operacji do drugiej, stanowiącej jej odwrócenie. Odwróceniem jest przekształcenie, które anuluje przekształcenie wcześniejsze, przez wykonanie go w przeciwną stronę; w tym sensie dodawanie jest odwróceniem odejmowania, mnożenie-dzielenie, analiza-syntezy”²⁹⁵. Przeciwnością odwrócenia jest wzajemność, którą należy rozpatrywać jako relacje zachodzące między jakimiś konkretnymi obiektami, np. stosunek A do B warunkuje określony stosunek B do A. W myśleniu przejawiać się to będzie np. w rozumieniu, że jeżeli A jest większe od B, to B jest mniejsze od A²⁹⁶.

Dziecko w wieku przedszkolnym nie potrafi stosować odwracalności myślenia. Kształtuje się ona dopiero od 7-8 do 11-12 roku życia. Dzięki niej następuje rozwój operacji klasyfikowania i szeregowania. To właśnie za ich pośrednictwem, dziecko porządkuje otaczającą je rzeczywistość, staje się zdolne do tworzenia klasyfikacji hierarchicznych poprzez budowanie układów, w których klasy węższe grupują się

²⁹² Por. M. Kielar-Turska, Średnie dzieciństwo. Wiek przedszkolny, op. cit., s. 93.

²⁹³ Z. Włodarski, A. Matczak, op. cit., s. 188.

²⁹⁴ Por. M. Jarosz i In., op. cit., s. 55.

²⁹⁵ Z. Włodarski, A. Matczak, op. cit., s. 188.

²⁹⁶ Por. ibidem, s. 188.

w szersze o rosnącym stopniu ogólności. Co więcej w zależności od celu, jaki pragnie osiągnąć, dobiera różne kryteria i na ich podstawie dokonuje klasyfikacji tego samego materiału. W miarę zaś upływu czasu, podczas tej samej operacji klasyfikowania, zaczyna stosować równocześnie nawet kilka kryteriów. Z kolei w odniesieniu do operacji szeregowania, dziecko osiąga zdolność rozumienia przechodniości relacji, co wiąże się z umiejętnością ustalania relacji pomiędzy poszczególnymi elementami, np. jeżeli A jest mniejsze od B, a B jest mniejsze od C, to wynika z tego, że A jest mniejsze od C²⁹⁷.

Odwracalność myślenia stanowi zatem konieczny warunek dla zrozumienia i opanowania przez dziecko podstawowych pojęć, reguł i praw wchodzących w zakres nauk matematyczno-przyrodniczych²⁹⁸. Nie jest bowiem możliwe dostrzeżenie logicznych związków między np. dodawaniem i działaniem do niego odwrotnym – odejmowaniem, a także między mnożeniem a dzieleniem bez umiejętności wykonywania odwróconych operacji myślowych stanowiących podstawę dla logicznego myślenia. Te odwrotne operacje, związane np. z odejmowaniem czy dzieleniem, rozwijają się na wcześniej ukształtowanych operacjach myślowych prostych, będących u podstawy takich pojęć pojedynczych, jak dodawanie czy mnożenie. Zatem braki w zakresie pojęć pojedynczych stoją uczniom na przeszkodzie w rozumowym przyswojeniu treści działań logicznie z nimi powiązanych, tj. odejmowania i dzielenia²⁹⁹.

Kolejnym aspektem zmian rozwojowych, którym podlegają operacje umysłowe jest ich postępująca koordynacja. Na samym początku operacje umysłowe mają charakter pojedynczych, niezależnych od siebie czynności. Dopiero w miarę upływu czasu człowiek posługuje się nimi w sposób systemowy. Doskonale to widać w momencie rozwiązywania jakiegoś złożonego problemu, wymagającego zaangażowania szeregu wzajemnie się warunkujących lub dopełniających operacji umysłowych³⁰⁰. Bardzo ważnym osiągnięciem rozwojowym jest pojawienie się zdolności polegającej na uświadomieniu sobie wszystkich przekształceń, jakie mogą być poczynione na danym materiale i wszystkich możliwych wyników, do jakich owe

²⁹⁷ Por. Z. Włodarski, A. Matczak, *ibidem*, s. 189-190.

²⁹⁸ Por. *ibidem*, s. 190.

²⁹⁹ Por. Z. Cydzik, *Metodyka nauczania początkowego*, cz. II, Warszawa 1966, s. 29.

³⁰⁰ Por. Z. Włodarski, A. Matczak, *op. cit.*, s. 190.

transformacje prowadzą³⁰¹. Zdolność ta rozwija się w wieku dorastania i zwana jest przez Jeana Piageta zdolnością do analizy kombinatoryjnej. „Wywodzi się ona (...) z uogólniania operacji klasyfikacyjnych, będąc sama klasyfikacją wszelkich możliwych klasyfikacji z n elementów (podobnie jak nabyta nieco później zdolność do permutacji, tworzących jakby szeregowanie wszystkich możliwych uszeregowień z n elementów)”³⁰². Analiza kombinatoryjna odgrywa istotną rolę zwłaszcza w poszukiwaniu związków przyczynowych pomiędzy różnymi zjawiskami, gdzie konieczne jest dostrzeżenie wszystkich zależności i przyczyn w celu sprawdzenia, które z nich rzeczywiście występują³⁰³.

Progresywna systematyzacja operacji umysłowych dotyczy również koordynacji obu form odwracalności, tj. negacji, rozumianej jako wracanie myślą do sytuacji poprzedniej oraz wzajemności relacji. Z początku obie te formy stosowane są w myśleniu oddzielnie, dopiero w wieku dorastania zaczynają być wspólnie używane w tych samych sytuacjach. Przejawia się to w tym, że skutki jakiegoś przekształcenia mogą zostać usunięte albo przez jego anulowanie albo przez realizację nowego przekształcenia, które zrównoważyłoby to pierwsze. Niemniej jednak za sprawą obu form odwracalności dziecko może zestawiać formułowane na drodze doświadczeń sądy szczegółowe, dochodzić do zrozumienia pojęcia równowagi i proporcji, a także samodzielnie odkrywać powiązane z nimi prawa fizyczne³⁰⁴.

Ostatni, trzeci kierunek zmian rozwojowych, jakim poddawane są operacje umysłowe, wiąże się z tym, że nabierają one charakteru formalnego. Przejawia się to w tym, że następuje „stopniowe zmniejszanie się zależności wykonywanych operacji od rodzaju materiału, na którym są przeprowadzane”³⁰⁵. Na początku dziecko nie potrafi posługiwać się operacjami umysłowymi w odniesieniu do treści, na których ich wcześniej nie przećwiczyło. W momencie, gdy styka się z nieznaną dla siebie sytuacją, musi na nowo przyswoić sobie poznane wcześniej operacje. Za przykład może tu posłużyć fakt, że dziecko nie od razu jest w stanie pojąć i zrozumieć pojęcia stałości masy, ciężaru i objętości. Nawet wtedy, gdy dzięki wykształconej już odwracalności

³⁰¹ Por. ibidem, s. 190-191.; Por. J. Piaget, B. Inhelder, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970, s. 116-135.

³⁰² J. Piaget, B. Inhelder, *Operacje umysłowe i ich rozwój [w:] Inteligencja*, P. Fraisse, J. Piaget (red.), Warszawa 1967, s. 190.

³⁰³ Por. Z. Włodarski, A. Matczak, op. cit., s. 190-191.

³⁰⁴ Por. ibidem., s. 191.

³⁰⁵ Ibidem, s. 191.

myślenia zdaje sobie sprawę, że zmiana kształtu przedmiotu nie przyczynia się do zmiany jego masy, to jednak nie potrafi w ten sposób rozumować sytuacji odnoszących się do ciężaru czy objętości. Bardzo podobne zresztą zjawiska dostrzeżono w badaniach nad rozumowaniem logicznym w zakresie wnioskowania przez analogię czy rozwiązywania sylogizmów. Stwierdzono, że dzieci, które poprawnie rozumują przesłanki o charakterze sądów dotyczących relacji nadrzędności, nie są w stanie wyprowadzić właściwego wniosku, gdy przesłanki dotyczą relacji przyczynowych.³⁰⁶

Podsumowując dotychczasowe rozważania pragnę stwierdzić, że obecnie w psychologii nie ma ogólnie przyjętej klasyfikacji operacji umysłowych. Nie wiadomo, czy można opierać rozwiązywanie zadań matematycznych, logicznych i innych na omówionych przeze mnie dwóch operacjach podstawowych, tj. analizie i syntezie oraz operacjach pochodnych typu porównywanie, abstrahowanie, uogólnianie itd. W związku z tym większość współczesnych psychologów o orientacji poznawczej takich, jak: Allen Newell, Herbert Simon³⁰⁷ czy Czesław S. Nosal³⁰⁸, skupia swoją uwagę na cechach i regułach rządzących operacjami umysłowymi, a nie na próbach dokonania ich klasyfikacji.³⁰⁹

I.4.2. Kształtowanie czynności logicznego myślenia – aspekt pedagogiczny

W najszerszym rozumieniu każde myślenie zakończone wnioskiem jest logiczne bez względu na to, czy wyprowadzony wniosek jest poprawny czy błędny. Oznacza to, że termin „logiczny” dotyczy zarówno tego, co jest logicznie dobre, jak i tego, co jest logicznie złe. Z kolei w najwęższym znaczeniu termin „logiczny” dotyczy tylko i wyłącznie tego, co może zostać udowodnione jako konieczny wynik przesłanek prawdziwych lub o prawdziwości poprzednio potwierdzonej. Tak więc ścisłość dowodu stanowi równoznacznik logiczności. W tym znaczeniu tylko matematyka i logika formalna są w pełni logiczne. Istnieje jednak jeszcze trzecie znaczenie terminu „logiczności”, które nie tylko jest bardziej życiowe i praktyczne, ale też oznacza podejmowanie nieustannych pozytywnych i negatywnych działań w celu pokierowania

³⁰⁶ Por. Z. Włodarski, A. Matczak, *ibidem*, s. 192.

³⁰⁷ A. Newell, H. Simon, *Human problem solving*, Englewood Cliffs, 1972.

³⁰⁸ Cz. S. Nosal, *Psychologiczne modele umysłu*, Warszawa 1990.

³⁰⁹ Por. J. Koziński, *op. cit.*, s. 107.

refleksją w taki sposób, by wydała jak najlepsze wyniki w danych warunkach. Mówiąc o refleksji, używamy słów: *ważyc, oceniać, rozważać*, aby dokonać starannego porównania jednych rzeczy z innymi. Blisko z nimi związane są nazwy: *badanie, roztrząsanie, rozpatrywanie, wgląd*, które nasuwają na myśl bliskie i skrupulatne oglądanie³¹⁰. Jak zauważa John Dewey, „analogia logiczności ze ścisłością i określonością związków matematycznych prowadzi nas (...) do takich wyrażen, odnoszących się do myślenia, które są zaczerpnięte z matematyki. Ostrożność, staranność, gruntowność, jasność, ścisłość, porządek, układ metodyczny są zatem cechami, według których odróżniamy to, co logiczne, od tego, co jest przypadkowe i nieprzewidziane z jednej strony, a formalne z drugiej”³¹¹.

W środowisku szkolnym wychowawcę-nauczyciela interesuje logika w praktycznym i życiowym sensie, gdyż celem wychowania jest logiczność rozumiana jako kształtowanie nawyków ostrożnego, rozumnego i wnikliwego myślenia. Z tego względu, że umysł posiada własną logikę na każdym etapie rozwojowym, należy docenić czynnik intelektualny, a także ciekawość, umiejętność wnioskowania czy doświadczania w zwyczajnej zabawie i pracy ucznia, które mają prawdziwą wartość dla jego wychowania i rozwoju. Zadaniem nauczyciela powinno być dostrzeżenie u podopiecznego ciekawości oraz form myślenia płynących z jego naturalnych doświadczeń życiowych i przekształcenie ich na czynne, ostrożne i zarazem gruntowne dociekanie³¹².

Zdaniem Kazimierza Denka, proces kształcenia to działalność poznawcza, na którą składają się: poznanie zmysłowe, poznanie myślowe oparte na pojęciach, sądach i wnioskach oraz poznanie empiryczne oparte na działaniu³¹³. Wychodząc z założenia, że efektem procesu kształcenia jest poznanie, „można oprzeć klasyfikację metod dydaktycznych, wynikającą ze stopnia wniknięcia w ten proces”³¹⁴. Spośród metod dydaktycznych na poziomie poznania zmysłowego należy wymienić: pokazywanie rzeczy, zjawisk, procesów, nagrywanie ich na taśmach, opisywanie ich ustnie i pisemnie. Do metod dydaktycznych na poziomie poznania myślowego należą: analizowanie, syntetyzowanie, abstrahowanie, porównywanie i uogólnianie, a także

³¹⁰ Por. J. Dewey, *Jak myślimy?*, Warszawa 2002, s. 60-61.

³¹¹ J. Dewey, *ibidem*, s. 61.

³¹² Por. J. Dewey, *ibidem*, s. 64-66.

³¹³ Por. K. Denek, *Metody dydaktyczne a aktywność i kreatywność uczniów*, *Kwartalnik Edukacyjny*, 1 (48), 2007, <http://www.pcen.rzeszow.pl/publikacje/nowykwartalnik/pdf/kwartalnik48.pdf> (20.03.2010).

³¹⁴ *ibidem*.

wnioskowanie dedukcyjne i indukcyjne oraz dyskutowanie. Z kolei do metod dydaktycznych na poziomie empirycznym zalicza się: eksperymentowanie oraz praktykowanie. Wszystkie te metody łączy fakt, iż służą one osiągnięciu celów kształcenia i przyczyniają się do rozwoju poznawczego jednostki³¹⁵.

Kształtowanie umiejętności logicznego myślenia wyjaśniają trzy koncepcje:

- 1) czynnościowego nauczania-uczenia się;
- 2) nauczania problemowego;
- 3) nauczania realistycznego.

Pierwsza z wymienionych koncepcji - autorstwa Anny Zofii Krygowskiej - polega „na wydobyciu przez analizę teoretyczną z materiału nauczania podstawowych operacji w każdej definicji, twierdzeniu, dowodzie, [oraz] na świadomym organizowaniu sytuacji problemowych sprzyjających procesowi interioryzacji i kształtowaniu myślenia ... [logicznego] ucznia jako specyficznego działania, jako swobodnego i świadomego posługiwania się przyswajanymi stopniowo operacjami oraz na konsekwentnym stosowaniu zabiegów dydaktycznych, mających na celu zapewnienie prawidłowości i efektywności tego procesu”³¹⁶. Innymi słowy w nauczaniu czynnościowym bardzo ważna jest aktywność poznawcza ucznia zmierzająca do wytworzenia wiedzy operatywnej. Uczeń samodzielnie przy wsparciu nauczyciela konstruuje swoją wiedzę na drodze obejmującej kolejno: zrozumienie sensu zadania – wykonanie ćwiczenia – wyuczenie definicji, reguły bądź algorytmu. Kolejność ta nie jest przypadkowa. Stanowi bowiem alternatywę dla niestety dość często stosowanego w szkołach nauczania mechanistycznego kładącego wprawdzie nacisk na wyuczenie definicji, reguły czy algorytmu, a potem na ćwiczenia z pominięciem dokładnego zrozumienia sensu zadania. Taka forma nauczania z pewnością nie sprzyja kształtowaniu logicznego myślenia. Dlatego też niezmiernie ważne jest również to, aby każdą wiedzę uczeń zdobywał na drodze od czynności konkretnych, poprzez wyobrażeniowe do abstrakcyjnych³¹⁷. Z takiego założenia wychodzi również Jerome Bruner. Jego zdaniem

³¹⁵ K. Denek, Metody dydaktyczne a aktywność i kreatywność uczniów, *Kwartalnik Edukacyjny*, 1 (48), 2007, <http://www.pcen.rzeszow.pl/publikacje/nowykwartalnik/pdf/kwartalnik48.pdf> (20.03.2010).

³¹⁶ H. Siwek, *Czynnościowe nauczanie matematyki*, Warszawa 1998, s.15 za: Z. Krygowska, *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. I, Warszawa 1977, s. 127.

³¹⁷ Por. E. Jagiełło, *Teoria i praktyka w nauczaniu matematyki*, *Rozprawy społeczne* Nr 1 (V), 2011, s. 114.

przetwarzanie i przedstawianie informacji przez dziecko stykające się z nowym materiałem dokonywane jest na trzech poziomach, z których:

- pierwszy – **enaktywny** – oparty na działaniu, wiąże się z ruchem, gestem i ćwiczeniami. Zatem myślenie dokonuje się za sprawą czynności motorycznych związanych z manipulowaniem i działaniem. Tak więc do działalności umysłowej umożliwiającej zrozumienie chociażby naprzemienności lub odwracalności operacji matematyczno-logicznych prowadzi dziecko tzw. działalność konkretna, która w rezultacie staje się działalnością formalną³¹⁸. Na przykład przedszkolak po kilku doświadczeniach polegających na dodawaniu dwóch przedmiotów do trzech, a następnie trzech do dwóch przekonuje się w końcu, że kolejność dołączanych do siebie rzeczy nie jest istotna bowiem ich suma zawsze będzie taka sama. W ten sposób odkrywa prawo przemienności dodawania.
- drugi – **ikoniczny** – oparty na wyobrażeniach wzrokowych, słuchowych, węchowych lub dotykowych. Dziecko po wcześniejszych doświadczeniach z realnymi przedmiotami, na tym etapie jest już w stanie sobie je wyobrazić i na tej podstawie wyciągnąć wniosek, iż np. kolejność dodawanych do siebie rzeczy nie wpływa na zmianę ich sumy.
- trzeci – **symboliczny** – oparty na symbolach, tj. liczbach, nutach, znakach³¹⁹. Dziecku nie są już potrzebne ani działania na konkretnych przedmiotach, ani nawet ich wyobrażenia, ponieważ za pomocą symboli odkrywa prawidłowości. W związku z tym rozumie, że $2 + 3 = 3 + 2$, a suma po lewej, jak i po prawej stronie wynosi pięć.

Podsumowując dotychczasowe rozważania należy zauważyć, że wyróżnione przez J. Brunera trzy systemy przetwarzania i przedstawiania informacji są ściśle powiązane z teorią stadiów rozwojowych J. Piageta. W stadium przedoperacyjnym na poziomie enaktywnym uczeń manipuluje przedmiotami, np. wyodrębnia kształt sześcienu spośród innych rzeczy. Na poziomie ikonycznym – dokonuje czynności na schematach bądź rysunkach, np. rozpoznaje sześcián na rysunku, zaś na poziomie

³¹⁸ Por. J.S. Bruner, *Proces kształcenia*, Warszawa 1964, s. 46.

³¹⁹ Por. J.S. Bruner, *Poza dostarczone informacje*, PWN, Warszawa 1978.

symbolicznym – nazywa przedmioty, używa słów, kodów i prostych symbolów, np. swobodnie operuje słowem sześcian, w języku potocznym opisuje jego kształt³²⁰.

W stadium operacji konkretnych na poziomie enaktywnym uczeń przeprowadza działania na zbiorach wyodrębnionych w wyniku klasyfikacji oraz porównywania własności poszczególnych elementów zbiorów, np. bada sześcian pod kątem kształtu ścian, krawędzi i wierzchołków. Ocenia, które ściany są odpowiednio: przystające, prostopadłe i równoległe. Porównuje krawędzie o wspólnym wierzchołku, tzn. ich długości i kąty nachylenia. Na poziomie ikonicznym uczeń ustala „odpowiedności między własnościami obiektu rzeczywistego i schematycznego”³²¹, np. ustala odpowiedności pomiędzy ścianami, krawędziami i wreszcie wierzchołkami na rysunku sześcianu w rzucie, a także na modelu i na siatce. Z kolei na poziomie symbolicznym – słownie opisuje istotne cechy pojęcia i związki pomiędzy składowymi, np. podaje charakterystyczne cechy związane ze ścianami, krawędziami bądź wierzchołkami, opisuje związki pomiędzy składowymi, a także formułuje czynności służące obliczeniu pola lub obwodu sześcianu³²².

Tymczasem w stadium operacji formalnych (logicznych), na poziomie enaktywnym uczeń operuje i porównuje twierdzenia wzajemnie odwrotne, przeciwstawne, np. operatywnie wykorzystuje własności np. sześcianu do zbudowania własnego modelu z patyczków o określonej długości i liczbie lub bada związki pomiędzy sześcianem i prostopadłościanem. Na poziomie ikonicznym uczeń schematycznie przedstawia związki pomiędzy definicjami i twierdzeniami, np. w wyobraźni albo na schematycznych rysunkach dostrzega związki pomiędzy twierdzeniami o sześcianie i prostopadłościanie. Natomiast na poziomie symbolicznym konstruuje formalne definicje, np. sześcianu, dokonuje klasyfikacji wielościanów itp.³²³

Na płaszczyźnie czynnościowego nauczania-uczenia się kształtowanie logicznego myślenia następuje tylko wtedy, gdy uczeń jest w pełni aktywny. W związku z tym rolą nauczyciela jest podawanie materiału w zrozumiałej i zarazem interesującej dla niego formie, a także stwarzanie mu okazji do myślenia. To właśnie za sprawą myślenia uczeń może pojąć sens i istotę zadania przechodząc w toku swojego rozumowania od konkretnego do abstrakcji. W nauczaniu czegokolwiek nie chodzi więc o

³²⁰ Por. H. Siwek, *Czynnościowe nauczanie matematyki*, Warszawa 1998, s. 40-41.

³²¹ H. Siwek, *Czynnościowe nauczanie matematyki*, Warszawa 1998, s. 39.

³²² Por. H. Siwek, *Czynnościowe nauczanie matematyki*, Warszawa 1998, s. 41.

³²³ Por. H. Siwek, *Czynnościowe nauczanie matematyki*, Warszawa 1998, s. 41-42.

to, aby wyposażyc ucznia w gotowe sposoby postępowania, algorytmy stanowiące poprawne rozwiązania jakichś zadań lecz o to, aby nauczyć analizowania, rozumienia sensu owych zadań do wykonania. Innymi słowy uczenie pamięciowe bez rozumienia sensu ma zostać zastąpione uczeniem konstruktywnym sprzyjającym tworzeniu operatywnej wiedzy.

Koncepcja czynnościowego nauczania-uczenia się łączy w sobie cztery grupy metod nauczania odpowiadających kształceniu wielostronnemu Wincentego Okonia. Obejmuje ono zdobywanie wiedzy przez przyswajanie, odkrywanie, przeżywanie i działanie. W toku uczenia się szczególnie istotne jest odkrywanie charakterystyczne dla **koncepcji nauczania problemowego**. Zgodnie z nią rozwój różnego rodzaju operacji umysłowych następuje za sprawą rozmaitych metod poszukujących. Zalicza się do nich (na podstawie: Franciszek Bereźnicki³²⁴, Krzysztof Kruszewski³²⁵, Czesław Kupisiewicz³²⁶, Nowacki Tadeusz³²⁷, Wincenty Okoń³²⁸) klasyczną metodę problemową³²⁹, a także:

- **burzę mózgow** – to metoda twórczego rozwiązywania problemów. Rozwija zdolności poznawcze, kreatywność, wyobraźnię. Polega na podawaniu w bardzo krótkim czasie dużej ilości różnych skojarzeń czy rozwiązań, które nasuwa wyobraźnia³³⁰.
- **gry dydaktyczne** – służą utrwalaniu wiedzy, zastosowaniu jej w praktyce, kształtowaniu właściwej postawy wobec odmiennych poglądów oraz zaangażowaniu się w przekazywane treści³³¹. Wśród gier dydaktycznych Krzysztof Kruszewski wymienia:
 - **gry symulacyjne (inscenizacyjne)** – „pokazują, na czym polega model rzeczywistości i na czym polega manipulacja modelem przez uczniów”³³². Służą zrozumieniu i interpretacji różnych zachowań, faktów, wydarzeń czy

³²⁴ Por. F. Bereźnicki, *Dydaktyka ogólna w zarysie*, Koszalin 1994.

³²⁵ Por. K. Kruszewski, *Nauczanie i uczenie się rozwiązywania problemów*, [w:] K. Kruszewski (red.) *Sztuka nauczania. Czynności nauczyciela*, Warszawa 2009.

³²⁶ Por. Cz. Kupisiewicz, *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1994.

³²⁷ Por. T. Nowacki, *Podstawy dydaktyki zawodowej*, Warszawa 1977.

³²⁸ Por. W. Okoń, *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1998.

³²⁹ Klasyczna metoda problemowa została opisana w podrozdziale I 5. *Myślenie logiczne jako rozwiązywanie problemów*, s. 68-73.

³³⁰ E. Brudnik, A. Moszyńska, B. Owczarska, *Ja i mój uczeń pracujemy aktywnie. Przewodnik po metodach aktywizujących*, Kielce 2000, s. 33.

³³¹ Por. B. Siemieniecki, *Efektywność dydaktyczna a spójność struktury treści w telewizyjnych wykładach interdyscyplinarnych wspartych grammi dydaktycznymi*, Kraków 1990, s. 17.

³³² K. Kruszewski (red.), *Sztuka nauczania. Czynności nauczyciela*, Warszawa 2009, s. 224.

tekstów literackich. Znajdują zastosowanie w praktycznym przećwiczeniu umiejętności społecznych związanych z negocjowaniem, podejmowaniem decyzji czy komunikowaniem się. Uczą poprzez przeżywanie i doświadczanie³³³.

- **gry biograficzne** – mają charakter gier sytuacyjno-symulacyjnych. Polegają na studiowaniu czyjejs biografii i przejmowaniu pewnych modeli postępowania lub wzorów myślowych pomocnych przy rozwiązywaniu fikcyjnych problemów. Pełnią funkcję wychowawczą przez to, że dostarczają wzorów do naśladowania³³⁴.
- **gry sytuacyjne (metoda przypadków)** – „polegają na bardzo dokładnym rozpatrywaniu jakiegoś przypadku, skonstruowanego [w taki sposób], aby był typowy dla dużej klasy zdarzeń”.³³⁵ Kształtują umiejętność podejmowania decyzji.
- **metodę projektów** – polega na samodzielnym lub zespołowym realizowaniu przez uczniów określonego zadania. Celem tej metody jest kształtowanie umiejętności związanych z planowaniem, organizowaniem pracy, zbieraniem i selekcjonowaniem informacji, rozwiązywaniem problemów, podejmowaniem decyzji, ocenianiem i komunikowaniem się³³⁶.
- **metodę sześciu kapeluszy myślowych** – polega na grupowym rozwiązywaniu problemów. Poglądy i myśli uczniów przedstawione są w sposób uporządkowany, co sprzyja wygenerowaniu większej liczby poprawnych rozwiązań. Różnokolorowe kapelusze odpowiadają odmiennym sposobom postrzegania problemu. Kolory: niebieski to analiza procesu, biały – fakty, czerwony – emocje, żółty – optymizm, zielony – możliwości, zaś czarny – pesymizm. Metoda ta przyczynia się do rozwoju sprawności umysłowych i umiejętności interpersonalnych, a także przygotowuje do publicznych wystąpień³³⁷.

³³³ E. Brudnik, op. cit., s. 47.

³³⁴ Por. K. Kruszewski (red.), Sztuka nauczania. Czynności nauczyciela, Warszawa 2009, s. 231.

³³⁵ Ibidem, s. 229.

³³⁶ E. Brudnik, op. cit., s. 185.

³³⁷ Ibidem, s. 140.

- **problemową metodę laboratoryjną** – znajduje zastosowanie zwłaszcza na przedmiotach przyrodniczych. Ułatwia zapamiętywanie różnego rodzaju definicji i teorii, umożliwia zdobywanie wiedzy w praktycznym działaniu³³⁸.
- **wykład problemowy** – przedstawia jakiś problem naukowy lub praktyczny z różnych dziedzin życia.
- **wykład konwersatoryjny** – przeplata wykład mówiony z wypowiedziami uczniów.
- **mikronauczanie** – jest stosowane w kształceniu nauczycieli i służy uczeniu się różnych czynności praktycznych. Polega na grupowej obserwacji fragmentu lekcji, trwającego nie dłużej niż 20 minut, a następnie na jego analizowaniu i ocenianiu. Po tej czynności wybrana osoba z grupy prowadzi w poprawionej wersji dokładnie ten sam fragment lekcji z innymi uczniami, który następnie ponownie jest analizowany i oceniany na forum grupy³³⁹.
- **nauczanie problemowo-programowane** – polega na zastosowaniu metod problemowych w nauczaniu programowanym opartym na następujących zasadach ogólnych:
 1. zasada podziału materiału na niewielkie powiązane ze sobą dawki informacji;
 2. zasada aktywnej pracy uczniów z tekstem;
 3. zasada niezwłocznej oceny odpowiedzi uczniów;
 4. zasada zależności tempa i treści uczenia się od indywidualnych predyspozycji uczniów;
 5. zasada empirycznej weryfikacji tekstów programowanych³⁴⁰.

Niezależnie od rodzaju metody, nauczanie problemowe następuje w chwili napotkania przez ucznia trudności, której nie może on rozwiązać za pomocą znanej reguły, prawa czy algorytmu. Postępowanie w metodzie problemowej jest bardzo podobne do metody czynnościowej. Polega bowiem na „organizowaniu sytuacji problemowych prowadzących od czynności konkretnych przez wyobrażone do

³³⁸ Ibidem, s. 69.

³³⁹ Por. B. Siemieniecki (red.), *Pedagogika medialna*, tom 2, Warszawa 2007, s. 191.

³⁴⁰ Cz. Kupisiewicz, *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1994, s. 185.

abstrakcyjnych. Punktem wyjścia jest tu pytanie lub zadanie pobudzające do aktywnego działania uczniów”³⁴¹.

Metody problemowe wyzwalają aktywność uczniów przejawiającą się w formułowaniu i rozwiązywaniu problemów, a także w weryfikowaniu rozwiązań i stosowaniu ich w nowych zadaniach. Ponadto zwiększają koncentrację uwagi nie tylko na odrębnie analizowanych elementach treści, ale przede wszystkim na ich wzajemnych uwarunkowaniach, powiązaniach i zależnościach. Co więcej rozbudzają zainteresowania, rozwijają procesy poznawcze (zwłaszcza analizę i syntezę), wyrabiają dociekliwość oraz postawę badawczą. Metody problemowe przyczyniają się zatem do nabywania trwałej wiedzy, kształtowania naukowych poglądów na świat, a przede wszystkim do rozwoju logicznego i twórczego myślenia³⁴².

Aby pomóc uczniom rozwijać logiczne myślenie nie wystarczy stosować na zajęciach lekcyjnych tylko i wyłącznie rozmaite metody problemowe. Należy jeszcze zmienić system weryfikowania wiedzy, który nawet w naukach humanistycznych coraz częściej odbywa się za pomocą testów. Taka forma sprawdzania wiedzy oducza myślenia, gdyż wymaga w dosłownym znaczeniu „wstrzeliwania się” w ustalony „klucz” poprawnych odpowiedzi. W efekcie coraz więcej uczniów przejawia niedojrzały sposób myślenia prowadzący do konformizmu, naiwności i nieudolności intelektualnej³⁴³. Jakże zatem metody służące weryfikacji wiedzy najlepiej stosować, aby rozwijać u uczniów logiczne myślenie? Najlepszym rozwiązaniem wydają się zadania problemowe, wymagające wpięrcw zrozumienia, a następnie sformułowania hipotez i ich weryfikacji w toku rozmaitych operacji umysłowych. W ten sposób uczeń w trakcie rozwiązywania problemu operuje uprzednio przyswojoną wiedzą po to, aby znaleźć prawidłowe rozwiązanie. Za przykład może posłużyć następujące zadanie problemowe z matematyki: Mama przeznaczyła 100 zł na zakupy. W sklepie tekstylnym kupiła 3 metry koronki po 20 zł za metr i dwa obrusy w cenie po 15 zł każdy. Jeden metr tasiemki ozdobnej kosztuje 10 zł. Ile metrów tasiemki mogła kupić mama? W zadaniu tym są aż cztery wielkości ukryte w związkach zachodzących między podanymi w zadaniu wielkościami:

³⁴¹ A Spodniewska, Metodyczne aspekty zaznajamiania uczniów klas I-III z wiedzą matematyczną, *Edukacja Elementarna w teorii i praktyce*, Kraków (2/2013), Nr 28, s. 68.

³⁴² Por. W. Okoń, *Nauczanie problemowe we współczesnej szkole*, Warszawa 1987.

³⁴³ Por. Ks M. Dziewiecki, *Szkoła a nauka myślenia*, http://www.opoka.org.pl/biblioteka/I/ID/md_szkolamysl.html#

- koszt 3 metrów koronki wymaga działania $3 * 20$ zł;
- koszt obrusów to działanie $2 * 15$ zł;
- powiązanie powyższych kosztów znakiem plusa „+”, $3 * 20$ zł + $2 * 15$ zł to kwota, jaka w sumie została wydana w sklepie tekstylnym;
- wyznaczenie kwoty przeznaczonej na zakup tasiemki ozdobnej to działanie 100 zł – $(3 * 20$ zł + $2 * 15$ zł).

Dopiero po odkryciu tych wszystkich ukrytych wielkości możliwe jest udzielenie odpowiedzi na pytanie główne i obliczenie ilości metrów tasiemki ozdobnej. Formuła matematyczna dla powyższego zadania będzie przedstawiała się następująco:

$$[100 \text{ zł} - (3 * 20 \text{ zł} + 2 * 15 \text{ zł})] : 10 \text{ zł}.$$

Cała trudność przytoczonego zadania polega na operowaniu większą ilością danych i na ich różnorodnym charakterze. W celu znalezienia poprawnego rozwiązania uczeń musi wziąć pod uwagę nie tylko wielkości wymienione w postaci liczb, ale też wielkości ukryte, wyrażone w zadaniu za pomocą działań zachodzących pomiędzy danymi wielkościami liczbowymi³⁴⁴.

Wśród metod problemowych służących weryfikacji wiedzy a nieopartych na teście należy wymienić jeszcze: metodę ustnej lub pisemnej kontroli, pracę z książką, zajęcia i ćwiczenia praktyczne powiązane z analizą pomocy naukowych oraz kontrolę graficzną. Wymienione metody kontroli wiedzy i umiejętności są wartościowe z tego względu, że:

- w trakcie zarówno formy ustnej, jak i pisemnej – uczeń zobligowany jest do udzielenia odpowiedzi na mniej lub bardziej obszernie sformułowane przez nauczyciela pytania. Musi wykazać się wiedzą, umiejętnością opowiadania, argumentowania czy myślenia. Taka forma kontroli bezwątpienia rozwija samodzielność ucznia, a także kształtuje i doskonali jego język³⁴⁵.
- praca z książką (tekstem/ilustracją/schematem/tabelą) – rozwija myślenie bez zbędnego obciążania pamięci. Uczy analizowania, rozwiązywania zadań, wykonywania ćwiczeń, a także służy konfrontacji definicji oraz twierdzeń z różnymi zadaniami czy ćwiczeniami³⁴⁶.

³⁴⁴ Por. ibidem, s. 142.

³⁴⁵ Por. J. Półturzycki, *Dydaktyka dla nauczycieli*, Toruń 1999, s. 274-275.

³⁴⁶ Por., ibidem, s. 276.

- zajęcia i ćwiczenia praktyczne powiązane z analizą pomocy naukowych – są szczególnie przydatne w nauce biologii, chemii, fizyki, a także przedmiotów zawodowych. Metoda ta sprawdza umiejętność stosowania wiedzy i umiejętności w praktyce podczas rozwiązywania problemów. Służy analizowaniu, uogólnianiu wniosków i formułowaniu wypowiedzi w logiczną całość³⁴⁷.
- kontrola graficzna – stanowi połączenie wypowiedzi ustnej i pisemnej. Służy sprawdzeniu umiejętności graficznego przedstawiania procesów i ich zależności. Metoda ta doskonali percepcję, kształci umiejętność uogólniania oraz nawyki graficzne³⁴⁸.

Podsumowując powyższe rozważania należy zauważyć, że rozwojowi samodzielności myślenia i działania najlepiej sprzyja klasyczna metoda problemowa, która zmusza uczniów do aktywności intelektualnej i badawczej³⁴⁹. Niemniej jednak oprócz metod nauczania równie ważne są metody służące weryfikowaniu wiedzy. O ile testy sprawdzają głównie znajomość faktograficzną, refleks czy umiejętność operowania podstawowymi wzorami, a więc wiedzę dość łatwą do mechanicznego wyćwiczenia, o tyle szereg opisanych powyżej metod służy weryfikowaniu nie tylko wiedzy, ale też umiejętności myślenia³⁵⁰. Niestety we współczesnej szkole coraz częściej stosuje się test jako formę sprawdzania wiedzy i umiejętności na różnych szczeblach kształcenia. W związku z tym zarówno nauczyciele, jak i uczniowie przywiązują wiele uwagi do wyuczenia prostych algorytmów niezmiernie przydatnych podczas jego rozwiązywania, często bez uzmysłowienia sobie skąd się wzięły i jakie jest ich miejsce w logicznej strukturze danej dyscypliny. W ten sposób wyuczone algorytmy czy fakty łatwo ulegają zapomnieniu. W efekcie wiedza testowa pozostaje w umyśle ucznia tylko do momentu sprawdzenia, po czym błyskawicznie ulatnia się³⁵¹. Poza tym za pomocą testu nauczyciel może sprawdzić jedynie stopień opanowania materiału przez uczniów i zdobyć wiedzę na temat rodzaju zadań, których nie byli oni w stanie poprawnie rozwiązać. Nie jest jednak w stanie poznać ich toku rozumowania czy

³⁴⁷ Por., ibidem, s. 276-277.

³⁴⁸ Por., ibidem, s. 277.

³⁴⁹ Por. F. Bereźnicki, *Dydaktyka kształcenia ogólnego*, Kraków 2001, s. 275-277.

³⁵⁰ Por. W. Zieliński, *Testy – za i przeciw*, *Wiedza i życie* 1999 nr 7,

<http://archiwum.wiz.pl/1999/99073400.asp>

³⁵¹ Por. Ibidem.

też błędu rachunkowego, za sprawą którego udzielili oni błędnej odpowiedzi. W związku z tym nie może dowiedzieć się, jaką wiedzę powinien skorygować. Dlatego też kontrola w procesie kształcenia nie powinna przybierać tylko i wyłącznie formy testu, a w większym stopniu powinna uwzględniać problemowe metody weryfikacji wiedzy, które pozwalają zmierzyć stopień zrozumienia i znajomości przedmiotu³⁵².

Kształtowanie umiejętności logicznego myślenia wyjaśniają nie tylko omówione powyżej koncepcje czynnościowego nauczania-uczenia się i nauczania problemowego, ale również koncepcja *nauczania realistycznego*. Powstała ona za sprawą poglądów Hansa Freudenthala. Zgodnie z nią zadaniem uczniów jest tworzenie oraz rozwijanie pojęć i operacji logicznych na drodze naturalnej, tj. w sytuacjach rzeczywistych w oparciu o własne doświadczenia. W związku z tym nauczanie powinno uwzględniać kilka zasad, tzn. odbywać się w kierunkach: od realizmu do wiedzy i odwrotnie, od operacji konkretnych poprzez wyobrażone do abstrakcyjnych. Poza tym nauczanie realistyczne zakłada aktywność dziecka, które ma samodzielnie bądź we współpracy z grupą rówieśniczą zdobywać wiedzę, tworzyć i rozwiązywać problemy, a także doświadczać. Tematy zadań realistycznych powinny dotyczyć znanej dziecku rzeczywistości i sprzyjać zdobywaniu przez nie wiedzy o świecie. Powinny być również na tyle interesujące aby zmotywowały je do podjęcia wysiłku intelektualnego³⁵³.

Podsumowując niniejszy podrozdział należy stwierdzić, że przytoczone koncepcje, tj. czynnościowego nauczania-uczenia się, nauczania problemowego i realistycznego bazują na założeniu, iż nauczanie myślenia logicznego utożsamianego przede wszystkim z myśleniem matematycznym polega na „myśleniu konkretnym opartym na określonych założeniach, prawach logicznych, definicjach, twierdzeniach, a jednocześnie [na] stawianiu pytań-hipotez”,³⁵⁴ na które nie zawsze można odpowiedzieć. Ten rodzaj myślenia wymaga ponadto umiejętności analizowania i syntetyzowania, a także szeregu innych operacji umysłowych związanych z abstrahowaniem, uogólnianiem, wnioskowaniem, porównywaniem, szeregowaniem czy klasyfikowaniem. Wspomniane koncepcje kładą nacisk na aktywność ucznia, który ma samodzielnie przy wsparciu nauczyciela zdobywać wiedzę, rozwiązywać problemy, tworzyć pojęcia, itd. Innymi słowy ma myśleć, a w toku tego myślenia przechodzić od czynności konkretnych przez wyobrażone do abstrakcyjnych.

³⁵² Por. Ibidem.

³⁵³ Por. ibidem.

³⁵⁴ J. Nowik, *Kształcenie matematyczne w edukacji wczesnoszkolnej*, Opole 2011, s. 10.

W kształtowaniu logicznego myślenia istotne są nie tylko metody zdobywania i weryfikowania wiedzy, ale też środki kształcenia. Są to „przedmioty materialne, które dostarczają uczniom określonych bodźców wzrokowych, słuchowych, dotykowych i innych, dzięki czemu usprawniają proces kształcenia, a przez to wpływają korzystnie na jego przebieg i efekty”³⁵⁵. Ich rola polega na stwarzaniu w umyśle ucznia schematów poznawczych. Dochodzi do tego wskutek wykonywanych przez niego czynności manipulacyjnych służących rozwiązaniu określonego zadania³⁵⁶. Poza tym rodzaj środków dydaktycznych często warunkuje dobór metod i sposób realizacji procesu kształcenia.

W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele klasyfikacji obejmujących rodzaje środków wykorzystywanych w procesie nauczania-uczenia się. Najczęstszy podział wyodrębnia: środki wzrokowe, słuchowe, wzrokowo-słuchowe oraz automatyzujące proces dydaktyczny (np. komputery)³⁵⁷. W rozwoju logicznego myślenia przydatne będą zwłaszcza te pomoce dydaktyczne, które rozbudzą i zintensyfikują procesy myślowe u uczniów, a także ułatwią im analizę, syntezę i porównywanie poznawanych przedmiotów oraz formułowanie na tej podstawie właściwych uogólnień³⁵⁸. Innymi słowy będą to te środki dydaktyczne, które w sposób audio-wizualny i automatyzujący ułatwią uczniom zrozumienie pojęć, praw, teorii, uogólnień czy zjawisk, a także pomogą rozwiązać rozmaite problemy z różnych dziedzin życia i nauki. Dzięki nim uczniowie nabędą umiejętności przechodzenia od konkretnego do czynności wyobrażeniowych. Do tego rodzaju środków kształcenia należą z pewnością komputery. Pełnią one funkcje poznawczo-kształcącą i rozwijają zarówno umiejętności teoretyczne, jak i praktyczne. Jest to możliwe za sprawą tego, że autorzy oprogramowania komputerowego o charakterze gier lub symulacji bardzo często łączą w nich wiedzę z działaniem w efekcie czego uczniowie mają możliwość poznania, zrozumienia i przekształcenia dostępnych im fragmentów rzeczywistości³⁵⁹.

³⁵⁵ Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka*, Kraków 2012, s.188.

³⁵⁶ Por. A Spodniewska, *Metodyczne aspekty...*, op. cit., s. 70.

³⁵⁷ Por. Z. Nowak, *Środki kształcenia* [w:] W Pomykało (red.), *Encyklopedia pedagogiczna*, Warszawa 1997, s. 817.

³⁵⁸ Por. Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka*, op. cit., s. 189.

³⁵⁹ Por. *ibidem*, s. 195.

I 6. Przegląd badań nt. logicznego myślenia i jego komputerowego wspomaganie

Badania prowadzone nad logicznym myśleniem koncentrują się w dwóch obszarach: słowno-językowym i matematyczno-informatycznym. W pierwszym umysłowe procesy wnioskowania i orzekania, leżą w domenie logiki, bowiem oparte są na logicznym rozumowaniu, które stanowi istotny klucz do zbadania cech ludzkiego myślenia. W tym obszarze Emanuel J. Mason przeprowadził szereg badań na grupie holenderskich dzieci w wieku od 5-16 lat. Ich celem było sprawdzenie rozumienia przez dzieci przesłanek oraz wniosków sylogizmów, a także rozumienie całych sylogizmów na podstawie wypowiedzi o strukturze sylogizmów.

Do oceny słownych wyjaśnień użyto dwa instrumenty: formularz C-L oceniający rodzaj logiki używanej przez badanych oraz system Kodroffa-Robergera (K-R), który składał się z 6 kategorii opisujących zachowania werbalne takie, jak: **deficyt słownictwa** (brak umiejętności przedstawienia wnioskowania, którym się posłużono), **deficyt pamięci** (niepoprawne powtarzanie przesłanki), **wyjaśnienia arbitralne** (przywoływanie faktów nie wynikających z przesłanek), **deficyt strukturalny** (rozumowanie niewłaściwe mimo istnienia świadomości logiki warunkowej), **wyjaśnienia wg określonego schematu** (przesłanki zorganizowane w pewien wzorzec z przynajmniej trzema terminami), **rozumowanie warunkowe** (używanie sformułowania „jeżeli...to”). Na potrzeby badania dodano też dwie nowe kategorie: **inne** (gdy słowne wyjaśnienia nie pasowały do pozostałych kategorii) oraz **poprawne logicznie** (gdy odpowiedzi nie pasowały do żadnych innych kategorii, ale wykazywały właściwą interpretację przesłanek i implikacji oraz poprawną relację pomiędzy terminem większym i mniejszym przesłanki większej).

W swoich badaniach autor postawił następujące hipotezy i wnioski:

- A) Hipoteza I: *Z uwagi na wiek badanych pojawią się różnice w sposobach słownego wyjaśnienia wnioskowań logicznych.*

Okazało się, że błędne wyjaśnienia słowne przy opisywaniu własnego rozumowania zdają się być bardziej skorelowane z wiekiem niż z formą wnioskowania logicznego czy sylogizmu. Starsze dzieci wykazywały bardziej

logiczne wyjaśnienia. Były świadome struktury warunkowego rozumowania, jednak nie opisywały go odpowiednio w swoich wyjaśnieniach.

- B) Hipoteza II: *Określenie relacji inkluzji zbiorów wiąże się z właściwym osądem prawdziwości wnioskowań logicznych zawierających implikację.*

Aby dziecko zrozumiało relację zawierania oraz logikę implikacji musi wpiery być w stanie rozpoznać relacje nadrzędności i podrzędności. Okazało się, że relacja inkluzji wiąże się ze zrozumieniem implikacji. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono, że najmłodsze dzieci udzielały odpowiedzi na chybił-trafił, podczas gdy starsze, dwunastoletnie, udzielały poprawnych odpowiedzi.

- C) Hipoteza III: *Wystąpi relacja odwrotna pomiędzy czasem odpowiedzi a poprawnością rozumowania, która będzie zanikać wraz z wiekiem dzieci.*

Za tak sformułowaną hipotezą stoi rozumowanie, że im problem łatwiejszy dla badanego, tym jego rozwiązanie wymaga mniejszej ilości kroków i czasu. Okazało się, że znacząca korelacja pomiędzy czasem i wynikami wystąpiła tylko w trzech przypadkach, a mianowicie w klasie trzeciej, piątej oraz w szkole średniej. W tych trzech przypadkach im krótszy był czas odpowiedzi, tym uzyskiwano wyższe wyniki. Jednak raczej trudno znaleźć jakąś ogólną znaczącą korelację pomiędzy uzyskiwanymi wynikami i czasem odpowiedzi, który nie wydaje się być adekwatnym wskaźnikiem trudności.

- D) Hipoteza IV: *Rozumienie zbioru, obecne w wyjaśnieniach uczestników badania, koresponduje ze zrozumieniem relacji pomiędzy zmiennymi zdaniowymi tworzącymi prawdziwą implikację: $p \Rightarrow q$ dla $p=1$ i $q=1$; $p=0$ i $q=0$; $p=0$ i $q=1$; $\sim(p=1$ i $q=0)$. Uzyskane dane tylko częściowo potwierdziły postawioną hipotezę. Wraz z wiekiem u dzieci nastąpiło pełniejsze zrozumienie relacji podporządkowania i nadrzędności zbiorów, które jest podstawą relacji pomiędzy zmiennymi implikacji. Odnośnie postawionej hipotezy nie zostały zaobserwowane w wyjaśnieniach badanych cztery możliwe kombinacje zmiennych tworzących prawdziwą implikację. Może to wskazywać na to, że logiczne rozumowanie będące podstawą odpowiedzi dzieci, nie jest do końca*

logiczne w rozumieniu logiki formalnej, nawet u dzieci które, jak się przyjmuje, są w stanie myśleć na poziomie formalnym (trzynastolatkiem)³⁶⁰.

Z kolei celem badań Ronald E. Leshera było znalezienie odpowiedzi na następujące pytania: czy uczniowie klas 4-7 równie sprawnie posługują się myśleniem synkretycznym oraz myśleniem logicznym, czy chłopcy lepiej niż dziewczynki posługują się oboma wyżej wspomnianymi typami myślenia, a także czy uczniowie, których rodzice charakteryzują się wyższym wykształceniem lepiej sobie radzą z oboma typami myślenia niż uczniowie rodziców z niskim wykształceniem.

W badaniach wzięło udział 361 uczniów, których przebadano testem przysłów (proverb test), na myślenie synkretyczne oraz testem logicznym składającym się z trzech sekcji badających poszczególne elementy logicznego myślenia, a mianowicie: logikę zdań, klasyczne sylogizmy oraz rozumienie kwantyfikatorów logicznych. Na podstawie uzyskanych wyników badań z testu przysłów wykazano znaczne różnice pomiędzy uczniami poszczególnych klas, największe zaobserwowano między klasą 6 i 7. Nie zauważono natomiast różnic z uwagi na płeć oraz stopień wykształcenia rodziców. Z kolei na podstawie testu logicznego stwierdzono znaczącą różnicę wśród siódmoklasistów, gdzie dziewczęta w przeciwieństwie do chłopców uzyskały lepsze rezultaty w rozumieniu kwantyfikatorów logicznych, co może wskazywać na to, że szybciej rozwijają niektóre zdolności logicznego myślenia. Nie dostrzeżono różnic z uwagi na stopień wykształcenia rodziców. Generalnie w teście logicznym średnie wyniki wzrastały liniowo, jedynie w klasie 6 nastąpiło drobne zaburzenie trendu.

Na podstawie uzyskanych wyników, nie znaleziono istotnej zależności pomiędzy testem przysłów i logicznym. W związku z tym myślenie synkretyczne zdaje się być skorelowane w mniejszym stopniu z myśleniem logicznym niż można by sądzić z obserwacji Jeana Piageta³⁶¹.

Bardzo ciekawe badania w obszarze słowno-językowym nad logicznym myśleniem zostały przedstawione przez japońskiego uczonego Hajime Nakamura, który wyszedł z założenia, że myślenie większości Japończyków jest intuicyjne i emocjonalne w związku z czym nie ma charakteru logicznego. Z kolei Yasuhiro Oyama i Jose A.

³⁶⁰ Por. E.J. Mason, *The Development of Logical Thinking in Children*, op. cit.

³⁶¹ R.E. Leshera, *A study of logical thinking*, <http://eric.ed.gov/PDFS/ED063548.pdf> (20.03.2010)

Ramirez³⁶² na podstawie przeprowadzonych badań starali się udzielić odpowiedzi na następujące problemy badawcze: jaki jest poziom zdolności logicznego rozumowania japońskich studentów? Jaka jest rola japońskiej wyższej edukacji w kształtowaniu logicznych umiejętności rozumowania wśród studentów? Czy język i kulturowe czynniki utrudniają japońskiemu społeczeństwu, a w szczególności studentom japońskiego uniwersytetu rozwój logicznego rozumowania?

Badacze wyszli z założenia, że proces kształcenia na uniwersytecie japońskim nie sprzyja rozwojowi logicznego rozumowania studentów, zaś język i kulturowe czynniki stanowią przeszkodę dla japońskiego społeczeństwa, a zwłaszcza japońskich studentów uniwersytetu w rozwoju ich logicznych zdolności rozumowania, w związku z czym mogą oni osiągnąć niższe wyniki w teście na logiczne myślenie w porównaniu do studentów z Meksyku.

Badania przeprowadzono na grupie japońskich studentów pierwszego i czwartego roku Wydziału Edukacji na jednym z najbardziej prestiżowych uniwersytetów w Japonii podczas roku akademickiego 1996-1997. Przebadano w sumie 60 studentów po 30 z pierwszego i odpowiednio czwartego roku. W badaniach posłużono się przetłumaczonym na język japoński testem wielokrotnego wyboru – „The New Jersey Test of Reasoning”, rozwiniętym przez Institute for the Advancement of Philosophy for Children w połączeniu z Educational Testing Service.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że cztery lata edukacji na uniwersytecie japońskim wydają się nie oddziaływać ani pozytywnie ani też negatywnie na rozwój zdolności logicznego rozumowania studentów. Osiągali oni zarówno na pierwszym, jak i na czwartym roku studiów porównywalne wyniki w teście na logiczne myślenie. Jednakże wyniki badań uzyskanych na dwóch jakościowo różnych pod względem prestiżu uniwersytetach w Meksyku wykazały, iż uczelnia z dobrą naukową reputacją przyczynia się do wzrostu poziomu logicznego rozumowania studentów w przeciwieństwie do tej reprezentującej niższą rangę.

Wyniki badań wykazały również, że japońscy studenci osiągnęli statystycznie znacznie wyższe wyniki w teście na logiczne myślenie aniżeli studenci z Meksyku. Tak więc studenci z japońskiego uniwersytetu są zdolni do logicznego rozumowania, o ile test jest dobrze przetłumaczony na język japoński.

³⁶² J.A. Ramirez, Y. Oyama, Japanese logical thinking a quantitative assessment of university student's reasoning abilities, <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/53559/1/KJ00000201153.pdf>

Równie ciekawe badania zostały przeprowadzone przez chińskiego badacza Yiyuan Tang z Dalian University of Technology w Dalian³⁶³ (Chiny), który stwierdził, że rodowici Chińczycy w porównaniu do rodowitych Anglików, używają innych części mózgu podczas wykonywania prostych matematycznych obliczeń. Uczestnicy badania zostali poproszeni o rozwiązanie prostego arytmetycznego problemu związanego z dodaniem do siebie dwóch pojedynczych cyfr. Kiedy wykonywali obliczenia na arabskich liczebnikach, standardowo przyjętych w obu kulturach, aktywność ich obszarów mózgowych była rejestrowana za pomocą rezonansu magnetycznego. Wyniki badań pokazały różnice u obu grup w obszarach mózgu odpowiedzialnych za przetwarzanie. Okazało się, że Anglicy do wykonania obliczeń użyli obszaru mózgu związanego z przetwarzaniem języka, zaś Chińczycy obszaru łączącego się z przetwarzaniem obrazu. To pozwala wyprowadzić wniosek, że język może odgrywać znaczenie przy dokonywaniu obliczeń. Jest to tym bardziej uzasadnione z tego względu, że słowa w chińskiej kaligrafii przedstawiane są w postaci zawiłych wizualnie obrazów. Oprócz języka wpływ na różne style obliczania mogą też mieć czynniki kulturowe, wynikające chociażby z odmiennych w obu krajach strategii nauczania matematyki.

Inne badania przeprowadzone na Azjatach i mieszkańcach Ameryki Północnej przez Richarda Nisbett'a³⁶⁴, pokazały że obie grupy różnie postrzegają obrazy. Azjaci skupiają swoją uwagę na tle obrazu z kolei Amerykanie na pierwszym planie. Okazuje się, że na to w jaki sposób postrzegane i przetwarzane są obrazy, a także otaczający świat, ma wpływ kultura. Zdaniem autora, te różnice, jakie pojawiły się w odniesieniu do badanych grup, mogą przyczyniać się do ich odmiennych sposobów rozumowania.

W odniesieniu do obszaru matematyczno-informatycznego, nauka logicznego myślenia najskuteczniejsza jest wówczas, gdy uczeń nie przejawia trudności z dotychczasowo nabytą wiedzą matematyczną. Jeśli występują kłopoty ze zrozumieniem zagadnień matematycznych i zbiegają się one z problemami związanymi z opanowaniem sztuki logicznego myślenia, to uczeń może nie tylko nie potrafić przeprowadzić analitycznego wywodu, ale też nabyć przeświadczenia, że jego niepowodzenia są wynikiem braku predyspozycji do logicznego myślenia.

Zdaniem amerykańskich dydaktyków matematyki, umiejętność przyczynowo-skutkowego myślenia najlepiej osiąga się poprzez rozwiązywanie zadań logicznych,

³⁶³ <http://www.msnbc.msn.com/id/13560741/#storyContinued>

³⁶⁴ Ibidem.

które wchodzą w zakres tzw. matematyki rozrywkowej. Za ich pośrednictwem można poznać różne metody logicznego myślenia, niewymagające wiedzy matematycznej. Podczas rozwiązywania tego rodzaju zadań nie trzeba wykonywać żadnych obliczeń ani przekształceń wyrażeń algebraicznych³⁶⁵.

W podręcznikach do matematyki pochodzących z lat sześćdziesiątych dla szkoły podstawowej, było bardzo dużo zadań tekstowych, których uczniowie nie lubili, zaś nie mieli praktycznie nic przeciwko rozwiązywaniu równań czy nierówności. Powód takiego stanu rzeczy tkwił w tym, że rozwiązywanie zadań tekstowych wymagało umiejętności logicznego myślenia, natomiast obliczanie równań czy nierówności - opanowania pewnych algorytmów³⁶⁶.

Myślenie matematyczne przez wielu badaczy było różnie interpretowane i rozumiane. Henri Poincare³⁶⁷ dostrzegł w nim dwie drogi – pierwszą logiczną, stanowiącą niejako przedłużenie arytmetyki, a drugą opartą na intuicji, posiłkującą się geometrią. Badacz ten stwierdził również, iż podobne dwa typy myślenia można zaobserwować u studentów³⁶⁸. Na przełomie wieków wyróżniono co najmniej trzy drogi myślenia matematycznego: intuicyjne (Leopold Kronecker), formalistyczne (David Hilbert) i logiczne (Bertrand Russell)³⁶⁹.

W każdej teorii odnoszącej się do psychologii nauczania matematyki należy brać pod uwagę nie tylko koncepcje, jakie mają wykładowcy lecz także studenci. Muszą one uwzględniać szeroki kontekst społeczny i kulturowy, bowiem zróżnicowanie myślenia matematycznego uwarunkowane jest kulturowo. Największą przeszkodą jest konflikt między nowymi koncepcjami a starym sposobem nauczania³⁷⁰.

Inną kwestią jest stosunek intuicyjności do dyscypliny, które w powszechnym mniemaniu są rozdzielone. Vincent J. Glennon zasugerował, iż w badaniach nad myśleniem matematycznym nie należy myśleć oddzielnie o obu półkulach mózgu, jak to bywa w neurologii. Intuicja jest wynikiem ogólnych wizji jednostki, dlatego też osoba przyzwyczajona do logicznego myślenia będzie czerpać ze swojej wyobraźni

³⁶⁵ Por. E. Sikorki, Zgłębienie tajników matematyki poprzez zabawę, <http://www.swiatmatematyki.pl/index.php?p=37>

³⁶⁶ Por. ibidem.

³⁶⁷ D. Tall za: H. Poincare, The foundations of science, 1913 [w:] The Psychology of advanced mathematical thinking, <http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1991k-psychology-of-amt.pdf>.

³⁶⁸ D. Tall, The Psychology of advanced mathematical thinking, <http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1991k-psychology-of-amt.pdf>.

³⁶⁹ Por. ibidem.

³⁷⁰ Por. D. Tall, ibidem.

logiczne odpowiedzi. Studenci przechodzą od etapu myślenia intuicyjnego, charakterystycznego dla okresu przed rozpoczęciem profesjonalnego zajmowania się matematyką, do bardziej udoskonalonego myślenia intuicyjnego wraz ze wzrostem ich doświadczenia³⁷¹. O wielu typach intuicji wspominają też Henri Poincare i Efraim Fischbein³⁷².

Generalnie myślenie intuicyjne wykorzystywane jest w tworzeniu syntezy, podczas gdy myślenie logiczne służy analizie. W nauczaniu dzieci stosuje się przede wszystkim syntezę, zaś studia akademickie stawiają na analizę³⁷³.

Na etapie przechodzenia do dojrzałego myślenia intuicyjnego istotne jest umożliwienie studentowi wglądu w wizję całości. Częstym błędem w schematach nauczania jest dzielenie programu na sekwencje, które z punktu widzenia wykładowcy składają się w logiczną całość, jednak z punktu widzenia studenta pozostają od siebie odseparowane. David Tall zaproponował wykorzystanie obu półkul mózgu przez połączenie sposobów numerycznych i algebraicznych z komputerową wizualizacją, dzięki której łatwiej jest ukazać ogólną wizję matematycznej koncepcji, tzn. jej mocne i słabe punkty³⁷⁴.

Konstruktywne podejście do zagadnienia rozwiązywania problemów przez studentów prezentowali George Polya, John Mason i Alan Schoenfeld koncentrując się na różnych fazach matematycznego myślenia. Takie podejście pomaga w wypracowaniu indywidualnych strategii rozwiązywania problemów, dodaje pewności siebie i stymuluje myślenie refleksyjne³⁷⁵.

Z kolei Richard R. Skemp stwierdził, iż w nauczaniu matematyki częściej prezentuje się wyniki matematycznego myślenia aniżeli uczy się samego procesu myślenia. Próba matematycznej teorii powinna być logiczna i skuteczna. W postrzeganiu matematycznego myślenia niezwykle istotny jest też szeroki kąt widzenia i inspiracje czerpane z innych teorii³⁷⁶.

Eksperymentalne lekcje matematyki, jakie były prowadzone w różnych krajach, wykazały, że już czteroletnie dzieci są w stanie przyswoić sobie elementy logiki i teorii

³⁷¹ V.J. Glennon, *Neuropsychology and the Instructional Psychology of Mathematics*. The Seventh Annual Conference of the Research Council for Diagnostic and Prescriptive Mathematics, Vancouver 1980.

³⁷² E. Fischbein, *Intuition and mathematical education*, [w:] *Osnabrücker Schriften zur Mathematik* 1, 1978, s. 148-176.

³⁷³ D. Tall, *op. cit.*

³⁷⁴ *Ibidem.*

³⁷⁵ *Por. D. Tall, ibidem.*

³⁷⁶ R. Skemp, *Intelligence, Learning and Action*, Wiley 1979.

zbiorów. Jednakże w przypadku tak małych dzieci nie należy używać zbyt wielu słów, tylko starać się je zastępować czynnościami, które mają być przez nie wykonane. Jest to związane z tym, że dzieci są zdolne do pewnych rozumowań logicznych odnoszących się do konkretnego materiału, niemniej jednak bardzo często nie potrafią wyrazić ich słowami, zaś słowne wyjaśnienia nauczyciela nie docierają do nich³⁷⁷.

Okazuje się, że w nauczaniu uczniów skutecznego rozwiązywania matematycznych problemów niezwykle ważną rolę odgrywa nie tylko ciekawa forma zajęć, ale też język, od którego właściwej interpretacji zależy odnalezienie sensu w matematycznych sytuacjach. Celem przeprowadzonych badań autorstwa Laurie D. Edwarda³⁷⁸, było zbadanie umiejętności rozwiązywania problemów matematycznych u rodowitych angielskich i hiszpańskich uczniów pracujących w małych grupach. Pomocna okazała się tu praca Lwa Wygotskiego, który twierdził, że ludzie rozwijają swe zdolności poznawcze w działalności społecznej polegającej na interakcji z innymi i internalizacji (Lew Wygotski 1978). W związku z tym Laurie D. Edward chciał się dowiedzieć, czy uczniowie którzy pracowali wspólnie w małych grupach nad rozwiązywaniem problemów, posiadają większą biegłość w znajdowaniu rozwiązań w podobnych problemach na własną rękę. Poza tym był ciekaw, czy interakcja może być pomocą czy przeszkodą w procesie rozwiązywania problemów, a także w jaki sposób stanowi wsparcie w zrozumieniu istoty problemów przez uczniów nieposługujących się biegle językiem angielskim. Przykłady zadań problemowych pochodziły z książki Tima Ericksona (1989), pt. „Get It Together: Math Problems for Groups”.

Przebadano 122 uczniów, których mniej niż połowa była rodowitymi angielskimi mówcami, zaś pozostali rodowitymi hiszpańskimi mówcami. Podzielono ich na pięć mniejszych, mieszanych językowo grup. Każda z nich otrzymała problem do rozwiązania, a także miała do dyspozycji hiszpańskie tłumaczenia wskazówek. Podczas badania zebrano dwa rodzaje danych: pierwsze odnosiły się do indywidualnych rozwiązań podawanych przez poszczególnych uczniów, a drugie przedstawiały grupowe rozwiązanie podobnego problemu. Ilościowa analiza wykazała, że uczniowie pracujący w grupie lepiej sobie radzili z problemami aniżeli w pojedynkę. Największy przyrost umiejętności związanych z rozwiązywaniem matematycznych zadań

³⁷⁷ Por. Z. Semadeni, *Matematyka współczesna w nauczaniu dzieci*, Warszawa 1980, s. 106.

³⁷⁸ L.D. Edwards, Collaborative problem solving in mixed-language groups, *Teaching Children Mathematics*, 01-MAY-03, http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-3441561_ITM

odnotowano u uczniów, którzy bardzo dużo czasu spędzali w grupie i przysłuchiwali się prowadzonym w niej dyskusjom, a także u tych, którzy samodzielnie oraz wspólnie z grupą pracowali nad rozwiązaniem problemu. Brak płynności w posługiwaniu się językiem angielskim stanowił niekiedy przeszkodę w znajdowaniu poprawnych rozwiązań.

Co więcej praca uczniów w grupie o różnorodnych zdolnościach matematycznych i językowych pokazała, że nie wszyscy członkowie w pełni uczestniczyli w rozwiązywaniu zadania. Niektórzy byli mniej a inni bardziej aktywni. W związku z tym wskazane jest przypisywanie poszczególnym członkom grupy określonych ról, aby zwiększyć ich aktywność. W efekcie tego, jedne osoby powinny być odpowiedzialne za podsumowanie wszystkich wskazówek składających się na dane zadanie, a jeszcze inne winne pełnić funkcję „kontrolerów” sprawdzających poprawność rozwiązania dla różnych podanych w zadaniu wskazówek. Taki podział ról może być przydatny bowiem wyraźnie wzmacnia reguły obowiązujące podczas pracy w małych grupach. Badania wykazały ponadto brak znaczących różnic między dziewczętami a chłopcami w indywidualnym rozwiązywaniu matematycznych zadań. Udowodniono zatem, że praca w małych grupach może mieć różnorodną wartość pod względem społecznego i kognitywnego rozwoju uczniów w procesie rozwiązywania problemów. Korzyści będą największe wówczas, gdy będą oni wspierani w nauce języka angielskiego i gdy powstaną grupy, które zachęcą wszystkich swych członków do aktywnego udziału w rozwiązywaniu zadań³⁷⁹.

Podobne badania przeprowadzili Veronica G. Carlan, Renee Rubin oraz Bobbette M. Morgan. Istotne stało się dla nich określenie postrzegania przez uczniów współpracy w uczeniu się rozwiązywania problemów słowno-matematycznych. Zaprojektowane badanie opierało się na bazie teorii społecznych współzależności, kognitywnym rozwoju i behawioralizmie³⁸⁰. Próbkę badawczą stanowili uczniowie w wieku od 10-12 lat, którzy pochodzili z drugiego pokolenia imigrantów z Meksyku, południowej Ameryki i Kuby. Porozumiewali się w językach hiszpańskim i angielskim o różnym stopniu zaawansowania. Badani w wyniku podjętej współpracy w grupach nad rozwiązywaniem problemów słowno-matematycznych, wykazali następujące zmiany w zakresie zachowania:

³⁷⁹ Por. L.D. Edwards, op. cit.

³⁸⁰ Por. V.G. Carlan, R. Rubin, B. M. Morgan, Cooperative Learning, Mathematical Problem Solving, and Latynos, <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/morgan.pdf>

1. stali się bardziej zaangażowani w rozwiązywanie problemów;
2. zrezygnowali z postawy rywala (konkurenta) i zaczęli prezentować postawę współpracownika;
3. odkryli kilka poprawnych dróg znajdowania rozwiązania.

Nastąpiły też dwie zmiany w zachowaniu nauczyciela, który stał się bardziej dostępny dla grupy i przez to dużo bardziej świadomy matematycznych zdolności swych studentów³⁸¹.

Inne badania przeprowadził Oleksiy Yevdokimov³⁸². Miały one na celu analizę relacji pomiędzy pozalogicznymi procesami iluminacji oraz procesami logicznymi w trakcie aktywności badawczej uczniów. Istotne było również znalezienie odpowiedzi na to, czy możliwe jest rozwinięcie umiejętności rozumienia zagadnień matematycznych poprzez odpowiednio dobrane zadania problemowe oraz w jakim stopniu, podczas wykonywania zadań problemowych, w argumentacji pojawiać się będą związki logiczne. W badaniach tych wzięli udział uczniowie pięciu dziesiątych klas o profilu matematycznym z różnych szkół w wieku 16 lat. Zorganizowano dla nich zaawansowany kurs planimetrii. Przebiegał on trójfazowo. Każda faza trwała dwa miesiące i badała różne formy nabywania wiedzy potrzebnej do odkrycia matematycznego. W fazie pierwszej uczniowie samodzielnie, bez pomocy nauczyciela, wypełniali arkusze rejestrujące przebieg badania, w fazie drugiej pracowali w parach oraz z nauczycielem, a w trzeciej pracowali indywidualnie z możliwością uzyskania pomocy ze strony nauczyciela.

Do badań użyto AFKS (Active Fund of Knowledge of a Student) rozumiane jako znajomość przez uczniów definicji i własności obiektów matematycznych oraz umiejętność zastosowania ich w rozwiązywaniu zadań problemowych. AFKS reprezentuje logiczne procesy rozumowania dedukcyjnego i indukcyjnego. Nauczyciele korzystali ze specjalnych arkuszy, w których za pomocą binarnego kodu {1,0} oceniali progres u badanych. Pierwszy dotyczył *wyjaśnień uczniów*, jakie były przesłanki użycia poszczególnych sugestii lub też dokonania takich a nie innych kroków podczas

³⁸¹ Por. ibidem.

³⁸² O. Yevdokimov, Inquiry activities in a classroom: extra-logical processes of illumination vs logical process of deductive and inductive reasoning. A case study, styczeń 2005, http://eprints.usq.edu.au/3354/1/Yevdokimov_2006_PME.pdf

wykonywania zdania. Nauczyciele oceniali wyjaśnienia na 1, gdy przedstawione były logicznie, z użyciem odpowiedniej argumentacji. W przeciwnym razie dawali 0. W drugim przypadku nauczyciele oceniali *działania* uczniów na poszczególnych etapach zadań. Gdy zostały one uznane za przeprowadzone logicznie, nauczyciele oceniali je na 1, nawet wtedy, gdy uczniowie nie byli w stanie dostarczyć satysfakcjonującego wyjaśnienia dla podjętych działań. Analogicznie, brak spójności logicznej skutkowało oceną 0.

Dzięki przeprowadzonemu badaniu wyróżniono etap iluminacji w zakresie nabywania wiedzy potrzebnej do odkrycia matematycznego, aby odpowiednio z niego skorzystać w zależności od potrzeb zadań wykonywanych w klasie, czy też w stosunku do procesów myślowych poszczególnych uczniów. Zaobserwowano, że uczniowskie wyjaśnienia, komentarze i sposoby argumentacji pomysłów innych uczniów, nauczycieli i matematyków były lepsze niż uzasadnienia ich własnych sugestii. Uzyskane rezultaty wskazały na dużą rolę nauczyciela w rozwoju myślenia uczniów. We wszystkich zadaniach wyróżniono kluczowe sytuacje dydaktyczne, które nazwano *hills of discovery*. Sukces poszczególnych etapów zależał od umiejętności przejścia przez uczniów przez owe *hills of discovery*³⁸³.

Z kolei celem badań Lay Y. Fah³⁸⁴ było oszacowanie umiejętności logicznego myślenia malezyjskich uczniów obszarów wiejskich czwartej klasy szkoły średniej w wieku 16 lat, a także zbadanie czy istnieją znaczące różnice z uwagi na płeć oraz z uwagi na osiągnięcia z przedmiotów ścisłych na wcześniejszych etapach edukacji. W związku z powyższym badano: zdolność ogólnego rozumowania oraz rozumowanie kombinatoryczne, probabilistyczne i dotyczące proporcji, a także operowanie zmiennymi i umiejętność znajdowania korelacji.

Przyjęto w hipotezach, że płeć nie wpływa w znaczący sposób na umiejętności logicznego myślenia oraz że osiągnięcia w dziedzinie nauk ścisłych na wcześniejszych etapach edukacji nie wpływają znacząco na powstawanie różnic w zdolnościach logicznego myślenia. Do zbadania zdolności logicznego myślenia użyto testu **GALT** (Group Assessment of Logical Thinking) oraz testu **TOLT** (Test of Logical Thinking).

Okazało się, że przeciętne wyniki dla wszystkich badanych zdolności (z wyjątkiem zdolności ogólnego rozumowania) były niskie. Prawie wszyscy uczniowie

³⁸³ O. Yevdokimov, ibidem.

³⁸⁴ L.Y. Fah, Logical thinking abilities among form 4 students in the interior division of Sabah, Malaysia, <http://furnware.co.nz/Portals/0/Documents/25%20Lay%20Yoon%20Fah.pdf> (20.03.2010).

(97.2%) i uczennice (98.7%) zostali określani na poziomie operacji konkretnych, pozostali zaś na poziomie operacji pośrednich. Chłopcy uzyskali wyniki nieznacząco lepsze niż dziewczynki. Jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała, że występują znaczne różnice w zdolnościach logicznego myślenia w zależności od wcześniejszych osiągnięć w dziedzinie nauk ścisłych. Uczniowie z dobrymi wynikami z przedmiotów ścisłych uzyskali znacznie lepsze rezultaty we wszystkich badanych zdolnościach niż uczniowie ze średnimi czy niskimi wynikami³⁸⁵.

Zdaniem James Gribble, forma prowadzonych ćwiczeń w szkołach nie jest zbyt wartościowa. Pojawia się pytanie o to, czy nauczyciele rozwijają u uczniów zdolności związane z rozumowaniem oraz eksperymentowaniem. Wiedzę, którą zdobywają oni podczas zajęć lekcyjnych, powinni umieć wykorzystać w praktycznym działaniu³⁸⁶. Z kolei Lev N. Landa twierdzi, że niektórzy nauczyciele uczą myślenia, a inni tego nie robią w ogóle. W związku z tym uczniowie nie potrafią rozwiązywać problemów³⁸⁷ i mają trudności z uczeniem się matematyki. Z pomocą przyszedł Seymour Papert, który zaproponował zastosowanie komputerów do wspomaganie myślenia i procesu kształcenia uczniów. Za cel postawił sobie stworzenie oprogramowania, które w przyjazny i łatwy sposób wspierałoby logiczne myślenie i tym samym przyczyniałoby się do lepszego zrozumienia matematyki³⁸⁸.

Rozwój logicznego myślenia uczniów okazał się możliwy za sprawą prostej maszyny w postaci zabawkowego czołgu BIGTRAK, który należało zaprogramować w taki sposób, aby poruszał się w przód i w tył, skręcał, a także strzelał³⁸⁹. To właśnie ta maszyna, a także badania Jeana Piageta, podsunęły Seymour'owi Papertowi (1980) pomysł na stworzenie języka programowania - LOGO, opartego na motywie żółwia. W latach 1968-1969, dwanaścioro „przeciętnych” uczniów uczęszczających do siódmej klasy w Muzzy Junior High School w Lexington, w stanie Massachusetts, przez cały rok szkolny pracowało z językiem LOGO³⁹⁰, zamiast normalnie uczyć się matematyki. Uczniowie ci pisali programy, co stanowiło niepodważalny dowód na to, że potrafią

³⁸⁵ Ibidem.

³⁸⁶ J. Gribble, *An Introduction to the Philosophy of Education*, (1969) [w:] W. Bell, *Artificial Intelligence in the classroom*, <http://ijcai.org/Past%20Proceedings/IJCAI-83-VOL-1/PDF/019a.pdf>.

³⁸⁷ L. Landa, *Algo-Heuristic Approach to Thinking and Learning: Does CAL Teach Thinking*, in *Proceedings CAL 79 Symposium*, University of Exeter, 1979 [w:] W. Bell, *Artificial intelligence in the classroom*, <http://ijcai.org/Past%20Proceedings/IJCAI-83-VOL-1/PDF/019a.pdf>

³⁸⁸ Por. S. Papert, *Burze mózgow. Dzieci i komputery*, Warszawa 1996, s. 28.

³⁸⁹ Por. W. Bell, *Artificial intelligence in the classroom*, <http://ijcai.org/Past%20Proceedings/IJCAI-83-VOL-1/PDF/019a.pdf>.

³⁹⁰ System Logo w tym czasie nie posiadał grafiki.

przyswoić sobie ów język. Ucząc żółwia działania lub „myślenia”, sami musieli zastanowić się nad własnymi działaniami i myśleniem. W miarę upływu czasu ich programowanie było coraz bardziej złożone i skomplikowane pod względem proceduralnym, za sprawą ich „angażowania się w projekcję swego własnego myślenia”³⁹¹.

LOGO zostało też na próbę wprowadzone do szkół w Wielkiej Brytanii (szkoły w Bedfordshire) oraz Walii. Badania nad jego skutecznością, były koordynowane przez „Chiltern Advisory Unit” w Anglii i zakończyły się w lipcu 1983 roku. Okazało się, że program ten został przyjęty z wielkim zainteresowaniem zarówno przez uczniów, jak i nauczycieli, zaś dzieci mające trudności w matematyce, dzięki pracy w nim reprezentowały wyższy poziom zrozumienia zagadnień matematycznych. Badania wykazały ponadto, że dziewczęta z reguły gorzej radzące sobie z komputerem w porównaniu do chłopców, w pracy w LOGO osiągały lepsze wyniki. Co więcej J. Benedict H. du Boulay (1978) stwierdził, że również studenci, dzięki pisaniu programów sterujących żółwiem, prezentowali lepsze zrozumienie różnych obszarów tematycznych w matematyce, które wcześniej sprawiały im trudności³⁹².

Na podstawie uzyskanych wyników badań, LOGO na dobre został wprowadzony do brytyjskich i amerykańskich szkół, a także do szkół francuskich, gdzie stał się nieodłącznym elementem systemu edukacyjnego. Następcą języka LOGO, stał się opracowany przez Alain Colmerauer i jego kolegów w 1972 roku PROLOG, który w 1980 roku został rozwinięty przez Frank G. McCabe w formę MICROPROLOG. Badania nad jego zastosowaniem w klasie były prowadzone od października 1981 roku przez Roberta Kowalskiego w ramach projektu badawczego - „Logika jako język komputera dla Dzieci”. MICROPROLOG nie tylko przyczyniał się do rozwoju logicznego myślenia, ale dzięki temu, że nie miał „maszynowej struktury” był odpowiedniejszy do użycia przez dzieci, aniżeli inne języki (John R. Ennals, 1983³⁹³). John R. Ennals wyraził ponadto podziw dla szybkości, z jaką dzieci uczyły się tego języka i budowały własne bazy danych, rozwijając tym samym swoje jasne myślenie i ekspresję³⁹⁴.

³⁹¹ Por. S. Papert, op. cit., s. 237.

³⁹² Por. W. Bell, op. cit.

³⁹³ J. R. Ennals, *Beginning micro-PROLOG*, Ellis Horwood, 1983.

³⁹⁴ Por. W. Bell, op. cit.

Z udziałem języka LOGO, Henry Gorman, i Lyle E. Bourne³⁹⁵ zaprojektowali badanie, którego celem było znalezienie odpowiedzi na pytanie o to, czy nauka formalnych języków komputerowych, przyczynia się do rozwoju logicznego myślenia. Uczestnikami badania było 15-stu trzecioklasistów wybranych losowo spośród 49 uczniów trzech klas szkoły Lamplighter w Dallas (po 5 z każdej klasy). W dwóch klasach uczniowie spędzali po 0.5h (pół godziny) tygodniowo, a w jednej klasie 1h (jedną godzinę) tygodniowo na indywidualnych zajęciach komputerowych z nauki programowania. Zdolność logicznego myślenia uczniów była sprawdzana w ten sposób, że mieli oni za zadanie znaleźć reguły zależności pomiędzy zmiennymi. W tym celu utworzono cztery potrójne zbiory zmiennych obejmujących: kolory (czerwony, żółty, zielony), kształty (okrąg, kwadrat, trójkąt), rozmiar (mały, średni, duży), cyfry (jeden, dwa, trzy). Następnie utworzono 81 kombinacji tych zmiennych. Każdorazowo przy pokazie slajdów poszukiwano trzech reguł pomiędzy zmiennymi, opartych na formule warunkowej (jeżeli..., to). Uczniowie byli testowani indywidualnie. Samo zaś badanie przebiegało w formie gry, w której wyświetlane na slajdach przedmioty określały pewną regułę. Uczniowie mieli za zadanie odkryć tę regułę i sprawdzić czy obowiązuje ona w slajdzie testowym.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że uczniowie z grupy jednogodzinnych zajęć komputerowych (1h) popełnili znacznie mniej błędów niż z grupy 0.5 h. Średnia ilość błędów wynosiła odpowiednio: 14.2 i 24.5. Jedynie czterech uczniów grupy 0.5h uzyskało lepsze rezultaty niż najslabszy uczeń grupy 1h³⁹⁶.

Z kolei celem badań zaprojektowanych przez Pninę S. Klein, Ofra Nir-Gal'a oraz Efraima Darom'a było sprawdzenie, jakie są skutki współdziałania trzech typów nauczycieli z dziećmi w wieku przedszkolnym używającymi komputerów na ich umiejętność rozwiązywania problemów i rozwój zdolności poznawczych. Trzy typy dorosłych to: nauczyciel-mediator (rozbudzający w dzieciach ciekawość, zachęcający je do skupienia uwagi i do działania), nauczyciel odpowiadający na pytania oraz nauczyciel nie udzielający żadnej pomocy poza minimalnym technicznym wsparciem³⁹⁷. Badania były prowadzone na grupie 150 dzieci w wieku od 5 do 6 lat.

³⁹⁵ H. Gorman, L.E. Bourne, Learning to think by learning LOGO: Rule learning in third-grade computer programmers, *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21, s. 165-167.

³⁹⁶ H. Gorman, L.E. Bourne, *ibidem*.

³⁹⁷ Por. P.S. Klein, O. Nir-Gal & E. Darom, The Use of Computers in Kindergarten, With or Without Adult Mediation: Effects on Children's Cognitive Performance and Behavior, *Computers in Human*

Ekspertyment trwał 17 tygodni, podczas których dzieci pracowały na komputerze po 20 minut przez trzy dni w tygodniu. Wyniki pokazały, że dzieci pracujące z nauczycielem-mediatorom prezentowały wyższy poziom zdolności poznawczych aniżeli pozostałe współpracujące z pozostałymi typami nauczycieli. Te badania ujawniły również, że dzieci programujące w Logo przy obecności nauczyciela-mediatora, miały lepiej rozwinięte procesy poznawcze, takie jak abstrakcyjne rozumowanie, logiczne, analogiczne czy refleksyjne myślenie, w przeciwieństwie do dzieci pracujących na innym oprogramowaniu w obecności nauczyciela³⁹⁸.

Podobne badania przeprowadzili koreańscy badacze z Uniwersytetu w Seulu. Zainteresowali się oni zbadaniem związku między wzrostem umiejętności logicznego myślenia a nauczaniem języka programowania. Seungwook Yoo, Seungeun Cha i Wongyu Lee, zwrócili ponadto swą uwagę na wykorzystywanie podstaw informatyki oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych w kreatywnym rozwiązywaniu problemów, a także na procesy, metody oraz zdolności przedstawienia procesu rozwiązywania problemów³⁹⁹. Badania przeprowadzono wśród młodszych uczniów szkół średnich w Korei, którzy zapoznawani byli z edukacyjnym językiem programowania. Była to 265 osobowa grupa uczniów klasy dziewiątej ucząca się w dziesięciu grupach i obejmująca w sumie 137 chłopców oraz 128 dziewczynek. Tylko troje uczniów miało uprzednie doświadczenia w programowaniu.

W badaniach wykorzystano test GALT (Group Assessment of Logical Thinking) opracowany w 1983 r. przez Vantipa Roadranka, Russell H. Yeany i Michael J. Padilla oraz podobny do Logo język programowania Dolittle, który cechuje się prostotą, opiera się na tekście i posiada strukturę algorytmiczną. Umiejętność logicznego myślenia uczniów zbadano zarówno przed, jak i po przeprowadzeniu eksperymentalnego nauczania programowania. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że nauczanie programowania z wykorzystaniem edukacyjnego języka Dolittle przez godzinę tygodniowo w ciągu jednego semestru ma wyraźnie korzystny wpływ na rozwój logicznego myślenia. Wykazano, że badani uczniowie bardzo zainteresowali się programowaniem. Uzyskane wyniki mogą się zatem przyczynić do podniesienia roli

Behavior, 16, s. 591-608, <http://web.macam98.ac.il/~nirgalo/a-publish&study/artical-klein&nirgal&darom.htm>.

³⁹⁸ Por. ibidem.

³⁹⁹ S. Yoo, S. Cha, W. Lee, Improving K-12's Logical Thinking Abilities using Educational Programming Language 'Dolittle', <http://www.wseas.us/e-library/transactions/education/2007/30-639N.pdf>

komputera w procesie rozwiązywania problemów i rozwijania zdolności logicznego myślenia uczniów w nowym koreańskim programie nauczania⁴⁰⁰.

Jeszcze inni badacze: Eric T. Matson, Robyn Pauly oraz Scott DeLoach⁴⁰¹, wyszli z założenia, że jest wiele programów, które rozwijają u uczniów zainteresowania dyscyplinami naukowymi i matematycznymi. Toteż ze swojej strony zaprezentowali program Robot – Symulator, który pozwala zbudować prostego robota.

Celem tego programu jest rozwój logicznego i krytycznego myślenia, stworzenie uczniom dostępu do ciągłego i swobodnego korzystania z edukacyjnych zasobów, a także zachęcenie ich do wczesnego zainteresowania się naukowymi, logicznymi i technicznymi dyscyplinami oraz kreowanie lekcji wzmacniających u uczniów chęć do permanentnego uczenia się. Symulator składa się z 20 lekcji, z których każda ma charakter interaktywny i stanowi wzmocnienie, a także uzupełnienie poprzedzającej ją o nową wiedzę. Na każdą lekcję składają się trzy elementy: budowa robota, napisanie programu oraz gra (sterowanie robotem w środowisku z przeszkodami, ścianami, ludźmi itp. w taki sposób, aby zadanie zostało zrealizowane). Program ten jest nieoceniony dla rozwoju logicznego i krytycznego myślenia. Chociaż trudno jest zmierzyć długotrwały skutek wynikający z jego użycia, można prześledzić on-line sukces użytkowników⁴⁰².

Rozwój logicznego myślenia jest również możliwy za sprawą gier komputerowych. W związku z tym László Aszalós, Mária Bakó i Katalin Bognár, zaproponowali kilka zabaw, które ich zdaniem wspomagają ten rodzaj myślenia. Co więcej wyszli z założenia, że poziom rozumowania i szybkość myślenia u poszczególnych uczniów jest różna w rezultacie czego wskazane jest, by pracowali oni samodzielnie z komputerem, który stanowi do tego celu idealne narzędzie. Oprócz tego stwierdzili, że komputerowe wspomaganie logicznego myślenia dobrze jest zacząć już na poziomie szkoły podstawowej za pomocą następujących gier:

- **Nonogram** – to specjalny rodzaj układanki, opartej na logice i polegającej na odkryciu pewnego obrazu na podstawie podanych liczb określających rząd i kolumnę siatki obrazka.

⁴⁰⁰ Por. ibidem.

⁴⁰¹ E.T. Matson, R. Pauly, S. DeLoach, Robotic Simulators to Develop Logic and Critical Thinking Skills in Under Served K-6 School Children, <http://people.cis.ksu.edu/~sdeloach/publications/Conference/robot%20simulator.pdf>

⁴⁰² Por. E.T. Matson, R. Pauly, S. DeLoach, ibidem.

- **Sokoban** – to klasyczna gra puzzle, w której celem jest odpowiednie ustawienie skrzyń, przy jak najmniejszej liczbie wykonanych ruchów.
- **Minesweeper** – stanowi przykład gry polegającej na zlokalizowaniu wszystkich min na polu przez odkrycie wszystkich komórek ich niezawierających⁴⁰³.

Badania pokazały, że poszczególni uczniowie w różnym tempie rozwiązują problemy. Drukowane przykłady są doskonałe do pracy w domu, ale w klasie zdecydowanie lepszy jest komputer, ponieważ informuje natychmiast o popełnionych błędach. Jeżeli ta informacja jest niewystarczająca, wówczas pomocą służy nauczyciel. Wszystkie logiczne gry charakteryzują się tym, że rozwijają procesy poznawcze graczy związane z ich logicznym rozumowaniem i myśleniem⁴⁰⁴.

Z kolei zdaniem Geoff Romeo, praca z bazą danych może wspomóc logiczny i analityczny sposób myślenia ucznia oraz ukształtować w nim umiejętności związane ze zbieraniem, organizowaniem, identyfikowaniem i interpretowaniem danych. Uczeń może również nauczyć się krytycznego oceniania danych, planowania, dostrzegania przyczyn i skutków, rozwiązywania problemów, a także przewidywania rezultatów⁴⁰⁵. Środowisko bazy danych charakteryzuje się matematycznymi pojęciami takimi, jak: dane, równość, nierówność, procenty, operacje logiczne, a także wizualna prezentacja w postaci, np. wykresu. Tak więc przy konstruowaniu bazy danych umiejętności matematyczne mogą być bardzo przydatne⁴⁰⁶.

Kiedy uczeń pierwszy raz ma styczność z bazą danych, potrzebuje pomocy ze strony nauczyciela w zrozumieniu i zdobyciu umiejętności związanych z jej choćby używaniem czy obsługiwaniem. Dlatego ważne jest, by nauczyciel w pierwszej kolejności zapoznał ucznia ze strukturą bazy danych, po czym nauczył go prostego i złożonego przeszukiwania informacji. Istotne jest również to, by uczeń spojrzął na bazę danych jako na coś więcej niż tylko zbiór faktów. Informacje w niej zawarte można przecież

⁴⁰³ Por. M. Bakó, Why we need to teach logic and how can we teach it?, <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/bakom.pdf>

⁴⁰⁴ Por. ibidem.

⁴⁰⁵ Por. G. Romeo, Convicts, Bushrangers and Explorers: Databases in the Primary Classroom, <http://users.monash.edu.au/~gromeo/romeo/documents/Convicts%20Bushrangers%20and%20Explorers%201994.pdf>

⁴⁰⁶ Por. ibidem.

w różny sposób analizować i interpretować, dochodząc przez to do rozmaitych wniosków⁴⁰⁷.

Podsumowując należy zauważyć, że znaczna część badań, koncentruje się na problematyce wykorzystania komputerów w pracy z dziećmi, w celu rozwoju ich umiejętności poznawczych, społecznych i językowych. (Seok-Hoon Seng, 1998)⁴⁰⁸. Technologia oferuje zdobywanie unikalnych doświadczeń i przyczynia się do rozwoju możliwości intelektualnych dzieci. Komputery pozwalają podejmować działania, które nie zawsze są możliwe w świecie fizycznym. Na przykład, dzieci za sprawą odpowiedniego oprogramowania mogą manipulować zmiennymi takimi, jak waga lub prędkość i odkrywać wynikające z tego skutki. (Douglas H. Clements, 1999⁴⁰⁹; Seok-Hoon Seng, 1998⁴¹⁰).

Badania wskazują ponadto pozytywne efekty wykorzystania technologii na rozwój poznawczy, społeczny czy naukowy. Dzieci w wieku trzech, czterech lat, które korzystały z komputerów przy wsparciu osób dorosłych, wykazywały lepiej rozwinięte umiejętności słowno-językowe, wyższy poziom abstrakcyjnego myślenia, a także sprawniej rozwiązywały problemy (Susan W. Haugland, 1992⁴¹¹).

Z kolei Douglas H. Clements uważa, że współczesna technologia może zmienić sposób myślenia dzieci, wesprzeć ich twórcze rozwiązywanie problemów, a także usprawnić proces uczenia się oraz interakcje z rówieśnikami i dorosłymi⁴¹². Tymczasem Melissa A. Fischer i Catherine W. Gillespie twierdzą, że oprogramowanie komputerowe zachęca dzieci do poszukiwania i zdobywania wiedzy, wspomaga ich konkretne i abstrakcyjne myślenie, a także stymuluje ich do współpracy z rówieśnikami⁴¹³.

Zaprezentowane w niniejszym podrozdziale badania nad logicznym myśleniem koncentrują się w dwóch obszarach: słowno-językowym i matematyczno-informatycznym. Na podstawie przytoczonych wyników badań można stwierdzić, że

⁴⁰⁷ Por. Ibidem.

⁴⁰⁸ S. Seng, Enhanced learning: Computers and early childhood education. Paper presented at the Educational Research Association Conference, Singapore 1998.
<http://www.nwrel.org/request/june01/child.html>

⁴⁰⁹ D.H. Clements, The effective use of computers with young children [w:] J.V. Copley (red.), Mathematics in the early years, Reston, s. 119-128

⁴¹⁰ Seng, S., Enhanced learning, op. cit.

⁴¹¹ S.W. Haugland, Effects of computer software on preschool children's developmental gains. Journal of Computing in Childhood Education, 3(1), 1994, s. 15-30.

⁴¹² S.A. Lynch, L. Warner, Computer Use in Preschools: Directors' Reports of the State of the Practice, Sam Houston State University, <http://ecrp.uiuc.edu/v6n2/lynch.html>

⁴¹³ M.A. Fischer, C.W. Gillespie, Computers and young children's development. Young Children, 58(4), 2003, s. 85-91.

szczególnie wartościowa dla tego rodzaju myślenia jest nauka programowania edukacyjnego, która w oparciu o metodę problemową polega na zapisywaniu wytworów myśli w ujęciu funkcjonalnym, strukturalnym, systemowym przy zastosowaniu rozmaitych algorytmów⁴¹⁴. Innymi słowy nauka programowania stanowi wysiłek intelektualny, który sprzyja rozwojowi logicznego, kombinatorycznego i twórczego sposobu myślenia, a także służy wyrabianiu koncentracji uwagi, spostrzegawczości, precyzji oraz wytrwałości i cierpliwości. W związku z tym celem mojej pracy stało się sprawdzenie tezy, czy praca uczniów w oparciu o system programowania edukacyjnego wspomaga ich logiczne myślenie. Skłonił mnie do tego również fakt, że dotąd nie przeprowadzono tego typu badań w Polsce.

⁴¹⁴ Por. K. Wenta, Wprowadzenie do metodyki nauczania elementów informatyki w szkole. Podstawy teoretyczne dydaktyki w informatyce stosowanej, Szczecin 1997, s. 16, a także J. Juszczak, J. Janczyk, D. Morańska, M. Musioł, Dydaktyka informatyki i technologii informacyjnej, Toruń 2006, s. 35.

ROZDZIAŁ II

Komputerowe wspomaganie logicznego myślenia

Wzrost znaczenia komputera w obszarze edukacji nastąpił dzięki dostrzeżeniu w nim cech narzędzia poznawczego wspomagającego procesy intelektualne. Liczne badania pokazują, że współczesna technologia zmienia sposób myślenia człowieka, wspiera jego twórcze i logiczne rozwiązywanie problemów, a także usprawnia uczenie się oraz interakcje z innymi ludźmi.

Niniejszy rozdział poświęcony jest więc zagadnieniu komputerowego wspomagania logicznego myślenia uczniów. Przedstawię w nim komputer z multimedialnym oprogramowaniem, hipertekst i hipermedia jako narzędzia poznawcze wspierające procesy umysłowe. Dokonam m.in. próby klasyfikacji hipermediów wspomagających logiczne myślenie. Omówię fundamentalne zmiany w zakresie myślenia na skutek nauki programowania, a także różne zdolności poznawcze, jakie są prawdopodobnie konieczne do jej opanowania. Na koniec zaprezentuję zasady tworzenia interakcyjnego oprogramowania edukacyjnego wspierającego logiczne myślenie.

III 1. Komputer jako narzędzie kształtujące procesy poznawcze

Współczesny świat, zdominowany ogromnym postępem elektroniczno – informatycznym, trudno sobie wyobrazić bez komputera. Można śmiało powiedzieć, że jest on nieodzownym elementem niemal każdej dziedziny życia. Coraz częściej znajduje też praktyczne zastosowanie w szkolnictwie na przedmiotach przyrodniczych, matematycznych i humanistycznych. Uatrakcyjnia zajęcia i wspomaga proces zdobywania, przyswajania, a także przetwarzania wiedzy przez ucznia. Komputer jako narzędzie pełni zatem wiele funkcji użytkowych. Niezwykle istotne wydaje się jednak ustalenie, czy w każdym wypadku pełni on rolę narzędzia poznawczego? Odpowiedź na to pytanie wymaga zdefiniowania pojęcia – narzędzie poznawcze.

Przez narzędzia poznawcze Roy D. Pea rozumie każde medium pomagające pokonać ograniczenia umysłu związane np. z pamięcią, myśleniem logicznym oraz

twórczym, uczeniem się czy rozwiązywaniem różnorodnych problemów⁴¹⁵. Tymczasem Sharon J. Derry narzędzia poznawcze definiuje jako urządzenia umysłowe i obliczeniowe, które prowadzą, wspomagają i rozwijają procesy poznawcze ich użytkowników, a także pomagają w konstruowaniu wiedzy⁴¹⁶. Z obu przytoczonych definicji wynika, że narzędzia poznawcze od narzędzi standardowych odróżnia to, że wspomagają rozwój procesów poznawczych podczas uczenia się. Stąd wynika istotny wniosek dla edukacji, że nie wszystkie programy komputerowe można określać mianem narzędzi poznawczych. „Będą to tylko te, które zostały zaadoptowane lub wynalezione z myślą o uczeniu się z uwzględnieniem zasad dydaktycznych”⁴¹⁷.

Komputer sam z siebie nie powoduje uczenia się. Zachodzi ono dopiero wówczas, gdy występują określone procesy poznawcze. Myślenie wyzwalane jest przez czynność uczenia, które z kolei wspomagane jest przez różnego rodzaju środki dydaktyczne, w tym m.in. przez komputer. Toteż z dydaktycznego punktu widzenia o wiele ważniejsze jest ustalenie, jakiego myślenia oczekuje się od ucznia rozwiązującego jakiś problem, aniżeli tworzenie skomplikowanych narzędzi i oprogramowań. Istotne jest znalezienie odpowiedzi na pytanie o to, jak myśleć efektywniej? Po pierwsze, od momentu pójścia do szkoły uczeń powinien być zapoznawany z procesami poszukiwania oraz przetwarzania informacji. Po drugie, w procesie nauczania-uczenia się nauczyciele powinni stosować wydajne pod względem intelektualnym techniki myślenia. A po trzecie, w procesie kształcenia rola komputera powinna sprowadzać się do wspomagania obszarów myślenia twórczego i logicznego⁴¹⁸.

Jak zauważa Bronisław Siemieniecki, narzędzia poznawcze można zastosować do wszystkich strategii komputerowego wspomagania kształcenia. Wybór strategii uwarunkowany jest funkcją, jaką ona pełni w procesie wspierania czynności intelektualnych ucznia. Komputer stanowi więc narzędzie poznawcze wtedy, gdy umożliwia generatywne przetwarzanie wiadomości, będące podstawą wiedzy produktywnej. Taki rodzaj przetwarzania cechuje uczącego się, który nadaje znaczenie

⁴¹⁵ Por. B. Siemieniecki, Komputer w edukacji. Podstawowe problemy technologii informacyjnej, Toruń 1998, s. 86, za: R. Pea, Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning, *Educational Psychologist*, 20, 1985, s. 167-182.

⁴¹⁶ Por. B. Siemieniecki, op. cit., s. 86, za: J.S. Derry, Flexible cognitive tools for problem solving instruction. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association Boston, MA, April 1990, s. 16-20.

⁴¹⁷ B. Siemieniecki, Komputer w edukacji. op. cit., s. 86.

⁴¹⁸ Por. B. Siemieniecki, Komputer w edukacji. op. cit., s. 86.

nowej wiadomości poprzez powiązanie jej z wiedzą nabytą⁴¹⁹. Proces ten jest jednak ograniczany pojemnością pamięci krótkotrwałej, zakresem dostępu do informacji przechowywanych w pamięci długotrwałej, a także nieefektywnym stosowaniem przez uczącego się strategii poznawczych mających na celu pozyskiwanie, łączenie i przekształcanie informacji⁴²⁰. Okazuje się więc, że komputer jako narzędzie poznawcze najlepiej stosować wówczas, gdy:

- dostarcza dużej ilości informacji gotowych do użytku i uzupełnia pamięć krótkotrwałą,
- pozwala odzyskiwać wcześniej zapisane informacje,
- służy tworzeniu i łączeniu nowych wiadomości ze starymi, a także umożliwia prezentowanie ich w sposób werbalny i obrazowy,
- wspomaga przemieszczanie, utrwalanie (konsolidację) oraz przekształcanie (restrukturyzację) niezbędnych wiadomości w miarę rozszerzania wiedzy zawartej w pamięci⁴²¹.

Z powyższych rozważań wynika, że komputer umożliwia uczącemu się nabycie wiedzy generatywnej. Wiedza ta wraz z jednoczesną unifikacją pojęć niezbędnych w procesie komunikowania się ogrywa znaczącą rolę przy powstawaniu indywidualnej wizji rzeczywistości⁴²².

Komputer jako narzędzie poznawcze powinien przede wszystkim wspomagać rozwój logicznego myślenia i umożliwiać przetwarzanie informacji w taki sposób, aby uczący się mógł: przeprowadzać wnioskowania i wyprowadzać z nich trafne wnioski, rozwiązywać problemy o charakterze konwergencyjnym, dostrzegać związki przyczynowo-skutkowe, klasyfikować i porządkować informacje ze względu na określone kryterium, zrozumieć relacje zachodzące między zjawiskami, a także posługiwać się różnymi operacjami umysłowymi takimi, jak analiza i synteza, porównywanie, abstrahowanie, uogólnianie i inne. Wzmacnianie logicznego myślenia wymaga zatem skupienia uwagi na hipermedialnych i inteligentnych systemach kształcenia, gdyż przekazują one wiedzę w sposób interdyscyplinarny i systemowy⁴²³.

⁴¹⁹ Por. B. Siemieniecki, *ibidem*, s. 87 za: M.C. Wittrock, Learning as a generative process, *Educational Psychologist*, 11, 1974, s. 87-95.

⁴²⁰ Por. B. Siemieniecki, *op. cit.*, s. 87-88.

⁴²¹ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, *op. cit.*, s. 88.

⁴²² *Ibidem*, s. 88.

⁴²³ *Ibidem*, s. 87.

W koncepcjach odnoszących się do celów komputerowego wspomaganie kształcenia oraz przebiegu tegoż kształcenia wyróżnia się dwa przeciwstawne stanowiska. Pierwsze zakłada, że celem kształcenia jest bierny odbiór i przyswojenie przez uczącego się wiedzy, jaką posiada nauczyciel. Takie jednokierunkowe przeniesienie wiedzy z nauczyciela-eksperta na uczącego się jest dość powszechne w konstrukcji programów kształcenia. W podejściu tym komputer pełni jedynie funkcję pomocniczą⁴²⁴. Tymczasem drugie stanowisko zakłada istnienie aktywności intelektualnej jako podstawy wszelkiego uczenia się. W tym znaczeniu, komputer jako narzędzie poznawcze wspomaga procesy myślenia logicznego i twórczego, a także ułatwia przetwarzanie informacji oraz konstruowanie wiedzy w mózgu człowieka⁴²⁵.

Współcześnie dominują dwa poglądy na naturę ludzkiego systemu poznawczego. Pierwsze podejście poznawczo-rozwojowe opiera się na pracach szwajcarskiego psychologa Jeana Piageta⁴²⁶. Z kolei drugie, opracowane w ramach nurtu przetwarzania informacji, traktuje człowieka jako użytkownika języka symboli o ograniczonych możliwościach ich przetwarzania⁴²⁷ i bazuje na dwóch metaforach: komputerowej oraz wielomagazynowej. Ta ostatnia opiera się na modelu pamięci, którego początkiem jest bodziec, np. informacje ze świata zewnętrznego, zaś wyjściem, czyli punktem końcowym – reakcja. Pomiędzy nimi zachodzi szereg procesów psychologicznych. Zakłada się, że w przypadku pamięci uczący się działa na pierwotnych danych wejściowych, które ulegają pewnym zmianom⁴²⁸. Jeśli na przykład uczący się usłyszy po raz pierwszy w życiu jakieś słowo, to wchodzi ono wpierw do rejestru sensorycznego (słuchowego), w którym przetrzymywany jest do jednej sekundy dokładny obraz bodźca. Następnie słowo przedostaje się do pamięci krótkotrwałej, gdzie podlega aktywnemu i świadomemu przetworzeniu. Przechowywane jest w niej krótko (przez kilka sekund) lub nieco dłużej w zależności od rodzaju zastosowanych strategii. W ostatnim etapie słowo zostaje przekazane do pamięci długotrwałej, w której pozostaje na czas nieokreślony⁴²⁹.

⁴²⁴ Ibidem, s. 89.

⁴²⁵ Por. B. Siemienicki, Doświadczenia i wnioski reform szkolnych w Hiszpanii i Anglii w kl. 4-8 [w:] J. Półturzycki (red.), Edukacja systematyczna w szkole podstawowej. Ekspertyzy i Raporty IBE, Warszawa 1995.

⁴²⁶ Teoria rozwojowa J. Piageta została omówiona w podrozdziale I 2 niniejszej pracy.

⁴²⁷ Por. R. Siegler, Information processing approaches to development, [w:] W. Kessen (red.), Handbook of child psychology, t. 1, New York 1983.

⁴²⁸ Por. R. Vasta, M.M. Haith, A.M. Scott, Psychologia dziecka, Warszawa 1995, s. 313.

⁴²⁹ Por. R. Vasta, ibidem, s. 313.

W przytoczonym modelu, niezwykle istotnym elementem są różnorodne strategie pamięciowe, które nie tylko wpływają na jakość przetwarzania, ale też zmieniają się w zależności od wieku i rodzaju materiału. Do momentu rozpoczęcia nauki szkolnej stosowane są strategie niewerbalne oparte na dotyku i przyglądaniu się. Między 6-7 a 10 rokiem życia przeważają procedury typu: wyliczanie, powtarzanie, semantyczne organizowanie, tworzenie wskazówek czy elaboracja. W 10 roku życia dominuje hierarchiczna kategoryzacja lub wskazówki dotyczące kategorii, pozwalające skutecznie się uczyć i operować coraz bardziej złożonymi informacjami. Z kolei pod koniec 12 roku życia o wyborze strategii decyduje ilość czasu i wysiłku potrzebnego do opanowania danego materiału, a także jego objętość i stopień trudności⁴³⁰.

Zdolność wypracowywania coraz bardziej złożonych strategii pamięciowych, uwarunkowana jest zmianami w zakresie myślenia. Oznacza to, że skuteczniejsze zapamiętywanie i przetwarzanie informacji jest wynikiem pojawienia się logicznego myślenia⁴³¹. Z drugiej jednak strony im lepsza pamięć, tym lepsze przetwarzanie informacji i funkcjonowanie poznawcze umysłu.

W odniesieniu z kolei do metafory komputerowej umysł człowieka jest traktowany analogicznie jak komputer. Jednostki informacji są przechowywane w ludzkim umyśle jako wspomnienia, podobnie jak bity informacji są zapisane w komputerze jako dane z tą tylko różnicą, że mózg w przeciwieństwie do komputera działa w sposób bardziej złożony. Komputer wyposażony w urządzenia reagujące tylko na dwa sygnały: 1 (włączony) i 0 (wyłączony) jest w stanie przetworzyć naraz w danej jednostce czasu jeden bit informacji (stary model). Tymczasem mózg potrafi uczynić pożytek ze stopniowalnych i zmieniających się sygnałów, a także przetworzyć w danym momencie różnego rodzaju wiadomości. Takie jednoczesne przetwarzanie jednego elementu informacji nazywa się przetwarzaniem szeregowym, a wielu rozmaitych danych – przetwarzaniem równoległym. Obecnie komputery zdolne są do przetwarzania równoległego⁴³².

Człowieka i komputer różni również stałość wspomnień. Komputer sam od siebie nie modyfikuje ani też niczego nie dodaje do przechowywanej w pamięci informacji. Z kolei tryliony synaps w mózgu o różnych zdolnościach pobudzania i hamowania

⁴³⁰ Por. R. Stefańska-Klar, *Późne dzieciństwo. Młodszy wiek szkolny* [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, *Psychologia rozwoju człowieka*, Warszawa 2002, s. 135.

⁴³¹ Por. *ibidem.*, s. 135.

⁴³² Por. Ph.G. Zimbardo, *Psychologia i życie*, Warszawa 1999, s. 359.

umożliwiają przetwarzanie danych w sposób bardziej złożony⁴³³. Jednakże samo odtwarzanie zachowanej w pamięci wiadomości może ją z upływem czasu zmienić. Dzieje się tak za sprawą tego, że pamięć człowieka bywa zawodna, a komputera nie.

Zdobywanie wiedzy przez uczącego się ma charakter procesu konstruktywistycznego wtedy, gdy przebiega według schematu poznawczego. W związku z tym narzędzia w postaci programów komputerowych, które wspomagają myślenie i ułatwiają gromadzenie wiedzy, można uznać za konstruktywistyczne. Jest to uzasadnione tym, że narzędzia poznawcze wywołują u uczącego się taki sposób gromadzenia wiedzy, który dostosowany jest do jego sposobu rozumowania oraz pojmowania. Cały zaś proces przetwarzania informacji jest w pełni zamierzony. Wraz z budową schematu rozumienia wiadomości powstaje mechanizm samoczynnego uczenia się. Zatem nowa wiadomość, jeśli jednocześnie podlega procesowi rozumienia, trafia do pamięci uczącego się⁴³⁴.

Współcześnie coraz większe poparcie zyskuje pogląd, że opanowanie wiedzy przebiega od formy deklaratywnej do formy proceduralnej. Po raz pierwszy zwrócił na to uwagę John R. Anderson, a na gruncie polskiej dydaktyki m.in. Krzysztof Kruszewski⁴³⁵. Okazuje się, że wiedza deklaratywna (wiedza o tym, „co”) przedstawia się w pamięci jako sieć twierdzeń, zaś wiedza proceduralna (wiedza o tym, „jak”) odnosi się do kodowanych w pamięci trwałej procedur realizacji czynności umysłowych i ruchowych. Jest to po prostu wiedza zwana potocznie umiejętnościami. Filozof Gilbert Ryle dostrzega trzy podstawowe różnice między omawianymi rodzajami wiedzy. Po pierwsze, wiedzę deklaratywną posiada się w sposób zero-jedynkowy rozumiany jako wszystko albo nic, zaś wiedzę proceduralną można posiadać w różnym stopniu i można przetwarzać ją równolegle (paralelnie). Po drugie, wiedzę deklaratywną nabywa się dyskretnie poprzez włączanie jakiejś wiadomości w istniejące struktury wiedzy, a wiedzę proceduralną stopniowo w miarę wielokrotnego wykonywania tych samych czynności. Po trzecie, wiedzę deklaratywną można przedstawić werbalnie, a wiedzę proceduralną jedynie pokazać na zasadzie: jak się to robi⁴³⁶.

⁴³³ Por. J.D. Sinclair, *The hardware of the brain*, *Psychology Today*, 11-12, 1983, s. 8.

⁴³⁴ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, op. cit., s. 90.

⁴³⁵ K. Kruszewski, *Zmiana i wiadomość. Perspektywa dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1987.

⁴³⁶ Por. E. Nęcka, J. Orzechowski, B. Szymura, *Psychologia poznawcza*, Warszawa 2006, s. 138, za: G. Ryle, *The concept of mind*, New York 1949.

Ponadto John R. Anderson twierdzi w opracowanej przez siebie teorii ACT (adaptive control of thought), że nabywanie wiedzy proceduralnej stanowi powolny proces transformacji jawnej wiedzy deklaratywnej w niejawną wiedzę proceduralną. Proces ten, zwany **proceduralizacją**, przebiega w trzech etapach: *deklaratywnym*, *kompilacyjnym* i *proceduralnym*. Podczas pierwszego etapu uczący się dostaje zestaw instrukcji dotyczących jakiejś określonej umiejętności i sposobu jej nabywania. Następnie wobec dostarczonej wiedzy deklaratywnej stosuje ogólne procedury interpretacyjne i tworzy procedury działania, np. podczas nauki pisania, dziecko otrzymuje informacje deklaratywne takie, jak: nazwa litery, jej graficzne składniki czy wyrazy zaczynające się od tej litery. W drugim etapie *kompilacyjnym*, uczący się ćwiczy reguły, które wytworzył dzięki procedurom interpretacji. Proces ten wymaga sporego wysiłku, świadomej kontroli i składa się z dwóch mechanizmów. Pierwszy z nich to **kompozycja**, która znacząco obciąża pamięć roboczą i polega na łączeniu co najmniej dwóch lub więcej procedur w jedną (np. łączenie odmiennych procedur rysowania części składowych liter, w przypadku litery „a” jest to „owal” i „laseczka”). Z kolei drugi mechanizm to **automatyzacja**, za sprawą której połączone w większe całości procedury w znacznym stopniu odciążają pamięć roboczą. To odciążenie jest wynikiem wyeliminowania udziału wiedzy deklaratywnej i wykonywania procedury bezpośrednio z pamięci trwałej. Etap kompilacji powoduje zatem: zwiększenie tempa wykonywania czynności, usunięcie pośrednictwa wiedzy deklaratywnej i połączenie wielu czynności w jedną niezależną procedurę. Z kolei na trzecim etapie – *proceduralnym* uczący się stosuje reguły w sposób automatyczny, niemalże bezwysiłkowy z dużą integracją, koordynacją, szybkością oraz dokładnością. Przytaczana jako przykład nauka pisania stanowi dla niego automatyczną umiejętność niewymagającą udziału świadomości, która może teraz w pełni kontrolować treść zapisywanych informacji⁴³⁷.

Proceduralizacji wiedzy towarzyszą jeszcze dwa zjawiska. Są to **generalizacja**, tj. stosowanie nabywanej wiedzy proceduralnej w nowych warunkach oraz **różnicowanie**, czyli uruchamianie właściwych procedur w różnych sytuacjach. Oprócz tego proces proceduralizacji może powodować utratę wiedzy deklaratywnej, np.

⁴³⁷ Por. E. Nęcka, op. cit., s. 164-165.

werbalistyczne odtworzenie najczęściej wybieranego numeru telefonu może być możliwe dopiero w momencie jego wybierania⁴³⁸.

Okazuje się jednak, że nabywanie wiedzy proceduralnej może następować bez udziału wiedzy deklaratywnej. Taką możliwość przewiduje poznawczy model Roberta J. Sternberga i współpracowników. Według nich są dwie drogi zdobywania wiedzy proceduralnej. Pierwsza jest całkowicie podobna do procesu proceduralizacji z teorii Johna R. Andersona i wiąże się z przekształcaniem dostarczanej z zewnątrz wiedzy jawnej w wiedzę proceduralną w postaci umiejętności. Natomiast druga droga polega na ukrytym (niejawnym) uczeniu się reguł proceduralnych. Wiedza ta jest niejawna, praktyczna, nabywana za pośrednictwem życiowych doświadczeń i zwykle niezwerbalizowana. Z reguły też pozostaje ukryta, co przekłada się z korzyścią na jej szybkość i adekwatność użycia⁴³⁹.

Nieco odmienne od J.R. Andersona oraz Roberta J. Sternberga poglądy na zdobywanie wiedzy prezentują Robert Glaser oraz Barbara Y. White i John R. Frederiksen. Ci ostatni, wychodzą z założenia, że uczniom powinno się w pierwszej kolejności przedstawiać modele odpowiadające ich własnym intuicyjnym modelom. Każdy bowiem z tych modeli umożliwi współdziałanie na wystarczająco skomplikowanym poziomie. Innymi słowy, najważniejsza droga prowadząca do zrozumienia zmotywuje uczącego się do działania. Takie połączenie narzędzi poznawczych i modeli może stanowić niezwykle interesujące rozwiązanie⁴⁴⁰.

Z kolei Robert Glaser zakłada, że uczeń jest wewnętrznie zmotywowany do poszukiwania i odnajdywania rozwiązań. Takiej postawie służą z pewnością narzędzia poznawcze, które stymulują uczącego się do angażowania się w różnorakie zadania, stanowiące dla niego wyzwanie. Ponadto badacz ten widzi potrzebę monitorowania rozwoju umiejętności nabywanych w toku rozwiązywania problemów w celu zminimalizowania błędów. U podstaw takiego sposobu rozumowania leży skinnerowskie nauczanie programowane⁴⁴¹.

Z powyższych rozważań wynika, że celem edukacyjnego zastosowania komputera jest rozwój aktywności poznawczej stanowiącej podstawę efektywnego

⁴³⁸ Por. E. Nęcka, *ibidem*, s. 165-166.

⁴³⁹ Por. E. Nęcka, *ibidem*, s. 166 za: R.J. Sternberg, *Intelligence and wisdom* [w:] R.J. Sternberg, *Handbook of intelligence*, Cambridge 2000, s. 631-649.

⁴⁴⁰ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, op. cit., s. 91.

⁴⁴¹ Por. *ibidem*, s. 91.

procesu kształcenia. W tym sensie komputer poprzez np. pracę z hipertekstem i hipermediami, a także naukę programowania i symulacje stanowi doskonałe narzędzie wspomagające logiczne i twórcze myślenie⁴⁴². Przeprowadzone badania eksperymentalne⁴⁴³ wykazały, że edukacyjne programy komputerowe podnoszą poziom aktywności poznawczej przy rozwiązywaniu problemów. Niezwykle skuteczne w tym względzie są zwłaszcza programy demonstracyjne i dialogowe. Te pierwsze za sprawą symulacji obrazują abstrakcyjne zjawiska lub zależności i efektywnie oddziałują na wyobraźnię użytkownika. Nie tylko animują przebieg różnych zjawisk czy wygląd rozmaitych obiektów, ale przede wszystkim ułatwiają znalezienie rozwiązań dla wielu problemów z różnych dziedzin życia. Z kolei programy dialogowe umożliwiają przeobrażanie animowanych zjawisk, weryfikowanie hipotez i de facto samodzielne wynajdywanie poprawnych rozwiązań. Osoby korzystające z pomocy tego typu edukacyjnych programów komputerowych zdobywają wiedzę, lepiej rozumieją problemy, szybko i poprawnie je analizują, a także znajdują skuteczne sposoby ich rozwikłania⁴⁴⁴.

Edukacyjne programy komputerowe efektywnie wspomagają procesy poznawcze również przez to, że różnicują tempo uczenia się oraz zakres treści kształcenia stosownie do wieku i możliwości intelektualnych uczącego się. Z punktu widzenia dydaktyki najbardziej korzystne dla procesu kształcenia jest stosowanie tychże programów w połączeniu z tradycyjnymi metodami i środkami uczenia się. Udowodniono bowiem, że szczególnie skuteczne jest korzystanie z różnych uzupełniających się źródeł wiedzy. W związku z tym niezwykle ważne jest opracowywanie wartościowych pod względem dydaktycznym programów komputerowych dostosowanych do wszystkich poziomów i typów kształcenia, a także podręczników umożliwiających naukę wspomaganą komputerowo⁴⁴⁵.

⁴⁴² Por. M. Kozielska, *Komputerowe wspomaganie edukacji*, Szczecin 2003, s. 40-58.

⁴⁴³ Badania eksperymentalne przeprowadzone były podczas zajęć fizyki na uczelni technicznej – M. Kozielska, *Wpływ wielostronnego studiowania wspomaganego komputerem na aktywność poznawczą studentów*, Poznań 1997.

⁴⁴⁴ Por. M. Kozielska, *Komputerowe wspomaganie edukacji*, Szczecin 2003, s. 46-47.

⁴⁴⁵ Por. *ibidem*, s. 47.

III 2. Hipertekst i hipermedia jako narzędzia rozwijające logiczne myślenie

Komputer jest narzędziem umożliwiającym gromadzenie i udostępnianie informacji, a w efekcie ich przekazywanie od i do jego użytkownika. Robi to m.in. za pośrednictwem hipertekstu, który może być rozumiany jako: tekst elektroniczny wzbogacony w odsyłacze do innych tekstów; jako komputerowa metoda prezentacji połączonych ze sobą wiadomości lub jako system interaktywnej nawigacji między powiązаныmi jednostkami tekstu, w którym wyróżnione za sprawą hiperłączy słowa, prowadzą do uzyskania dalszych informacji⁴⁴⁶.

Zdaniem Bronisława Siemienieckiego, hipertekst jest skutecznym sposobem zbierania i przedstawiania informacji, umożliwiającym ich strukturalizowanie i szybkie wyszukiwanie bez potrzeby czytania całych tekstów⁴⁴⁷. Sam tekst dzielony jest na mniejsze autonomiczne jednostki zwane węzłami lub leksjami. Ich wielkość ma charakter nieliniowy i niesekwencyjny⁴⁴⁸. Oznacza to, że organizacja danych w węźle przypomina różnej wielkości notatki wsparte narzędziami informatyki umożliwiającymi ich interakcyjne przeglądanie, przeszukiwanie, porządkowanie i łączenie. Wszystkie węzły są względem siebie równoprawne i połączone związkami przyczynowo-skutkowymi. Ich wielkość uzależniona jest od percepcji wiadomości, a także od możliwości technicznych komputera.⁴⁴⁹

Hipertekst należy do narzędzi poznawczych przez to, że wspiera i rozwija procesy poznawcze, pomaga w tworzeniu wiedzy na płaszczyźnie zrozumienia i przyswajania wiadomości, a także ukierunkowuje zaangażowanie i wymusza aktywność uczącego się. Ben Shneiderman dostrzega trzy reguły zastosowania hipertekstu. Pierwsza mówi, że należy stosować hipertekst, gdy celem jest zebranie dużej ilości informacji podzielonych na autonomiczne jednostki. Druga reguła mówi, że warto stosować hipertekst, gdy między poszczególnymi jednostkami istnieją związki semantyczne, syntaktyczne lub pragmatyczne, które powinny zostać ukazane odbiorcom. Tymczasem trzecia reguła, sugeruje stosowanie hipertekstu w sytuacji, gdy

⁴⁴⁶ Por. J. Grzenia, *Komunikacja językowa w Internecie*, Warszawa 2006, s. 82.

⁴⁴⁷ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, op. cit., s. 92.

⁴⁴⁸ Por. J. Morbitzer, *Edukacja wspierana komputerowo a humanistyczne wartości pedagogiki*, Kraków 2007, s. 220.

⁴⁴⁹ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, op. cit., s. 92.

użytkownicy wykazują zainteresowanie niewielkimi fragmentami wiadomości. Związki semantyczne, syntaktyczne lub pragmatyczne stanowią jedno z kryteriów wyboru czytanych jednostek informacji⁴⁵⁰.

Wspomaganie rozwoju logicznego myślenia za pośrednictwem hipertekstu polega z jednej strony na pracy z gotowym tekstem podzielonym odpowiednio na mniejsze jednostki informacji, a z drugiej strony na jego tworzeniu, czyli samodzielnym konstruowaniu bazy wiadomości⁴⁵¹. Jest to o tyle trudne, że wymaga od uczącego się: zdefiniowania poszczególnych węzłów, określenia ścieżek dostępu do danych skupionych w węzłach, zaprojektowania sposobu poruszania się oraz szukania wiadomości w hipertekście. Konieczne jest również określenie algorytmów lub heurystyk dla spodziewanych trudności, co znajduje odzwierciedlenie w procedurach programu komputerowego. W związku z tym uczący się musi wykazać się umiejętnością biegłej pracy z programem, znajomością zasad pragmatyki tworzenia bazy wiadomości, a także wiedzą z zakresu przekazywanych treści⁴⁵². Podczas projektowania napotkać może na szereg problemów, które wynikają z samodzielnego poszukiwania informacji i wiążą się:

- ze zbytnią liczbą wyborów przy znikomym sterowaniu procesem kształcenia. Jest to istotne w sytuacji posiadania wiedzy ułożonej w powierzchowne struktury powiązań.
- z trudnością przeglądania i rozumienia materiału, co jest np. wynikiem utraty określonej partii materiału niezwykle ważnego dla zrozumienia zagadnienia.
- z utratą orientacji w zbyt dużym obszarze wiedzy ujętej w postaci hipertekstu.
- z problemem dotarcia do informacji mimo pewności jej istnienia w określonej strukturze.

Inne problemy dotyczą sztywnego podążania za wiedzą na skutek ścisłego i instruktazowego sterowania procesem uczenia się⁴⁵³. Tak więc stworzenie bazy wiadomości o określonej logicznie strukturze powiązań nie jest takie proste i wymaga

⁴⁵⁰ Por. B. Siemieniecki, *ibidem*, s. 97, za: W. Abramowicz, *Hiperteksty w edukacji. Materiały IX Konferencji Informatyka w szkole, Toruń 15-18 IX 1993*.

⁴⁵¹ Por. R. Wegerif, *Literature Review in Thinking Skills, Technology and Learning, REPORT 2*, za: R. Bromme, E. Stahl, *Writing and Learning: Hypertext as a renewal of an old and close friendship*, [w:] R. Bromme, E. Stahl (eds), *Writing Hypertext and Learning: conceptual and empirical approaches. Advances in Learning and Instruction Series*, Oxford 2002.

⁴⁵² Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, op. cit., s. 96-97.

⁴⁵³ Por. *ibidem.*, s. 96-97.

z pewnością analityczno-syntetycznego oraz przyczynowo-skutkowego sposobu myślenia.

Tymczasem praca z hipertekstem rozwija logiczne myślenie wówczas, gdy uczący się w sposób aktywny dokonuje analizy i syntezy treści, ingeruje w ich wartość merytoryczną, nadaje im nowe znaczenie oraz kontekst i tworzy nowe połączenia między węzłami. W pracy z hipertekstem niezwykle ważne jest właściwe odczytywanie znaczenia informacji, które uzależnione jest od procesu odbioru oraz uczącego się i jego odpowiedniego przygotowania merytorycznego, wiedzy, zakresu pojęć, percepcji, zrozumienia, a także doświadczenia i systemu wartości⁴⁵⁴.

Zdaniem Bronisława Siemienieckiego, jeśli obszar pojęciowy treści zawartych w hipertekście zostanie przedstawiony uczącemu się w pewnej skali znaczeń, to istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia u niego myślenia twórczego. Opisuując jakiś przedmiot z różnych punktów widzenia lub wiele przedmiotów o wspólnych cechach, tworzy się hierarchiczny i zarazem spiralny układ znaczeniowy wiadomości. Zakres skali znaczenia stanowi jeden z czynników pobudzających twórcze myślenie z pomocą hipertekstu⁴⁵⁵.

Z powyższych rozważań wynika, że hipertekst służy rozwojowi logicznego i twórczego myślenia. Połączone za jego pomocą informacje o charakterze multimedialnym, w postaci tekstu, obrazu statycznego i ruchomego, filmu oraz dźwięku, tworzą hipermedia⁴⁵⁶. W literaturze przedmiotu często się zdarza, że pojęcia multimedia i hipermedia używane są zamiennie. Według słownika języka polskiego przedrostek „multi” oznacza dużą ilość tego, co wyraża drugi człon słowa, zaś pojęcie mediów odnosi się do środków komunikowania. W związku z tym multimedia można rozumieć jako wielość różnych środków komunikowania. Należą do nich: prasa, książki, czasopisma, taśmy audio i wideo, radio oraz telewizja, sprzęt audiowizualny, środki fotograficzne itp. W tym znaczeniu multimedia odnoszą się do technologicznej strony procesu edukacyjnego, gdyż akcentują nośnik przekazu informacji⁴⁵⁷.

⁴⁵⁴ Por. J. Morbitzer, *Edukacja wspierana komputerowo a humanistyczne wartości pedagogiki*, Kraków 2007, s. 221.

⁴⁵⁵ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji...*, op. cit., s. 95.

⁴⁵⁶ Por. J. Morbitzer, *Edukacja wspierana ...*, op. cit., s. 220.

⁴⁵⁷ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji...*, op. cit., s. 102.

Tymczasem współczesne podejście do multimediiów z pozycji procesu komunikowania traktuje je jako narzędzia rozwoju poznawczego obejmujące całokształt komunikatów docierających do uczącego się. Takie z kolei ujęcie jest bliskie pojęciu hipermedium, gdyż stanowi z jednej strony zintegrowane połączenie komunikatów dźwiękowych, filmu, obrazu statycznego, ruchomego i tekstu, wsparte możliwościami przetwarzania komputerowego, a z drugiej strony stymuluje do myślenia. Jedyna tak naprawdę różnica dotyczy sposobu funkcjonowania tekstu w systemie komunikowania. Mając na uwadze tę niezgodność, Bronisław Siemieniecki proponuje pojęcia multimedia i hipermedia stosować zamiennie⁴⁵⁸. Jednym z obszarów zastosowań hipermediów jest rozwijanie zdolności poznawczych człowieka. W związku z tym w dalszej części niniejszego podrozdziału dokonam próby klasyfikacji hipermediów wspomagających logiczne myślenie (Rys.2).

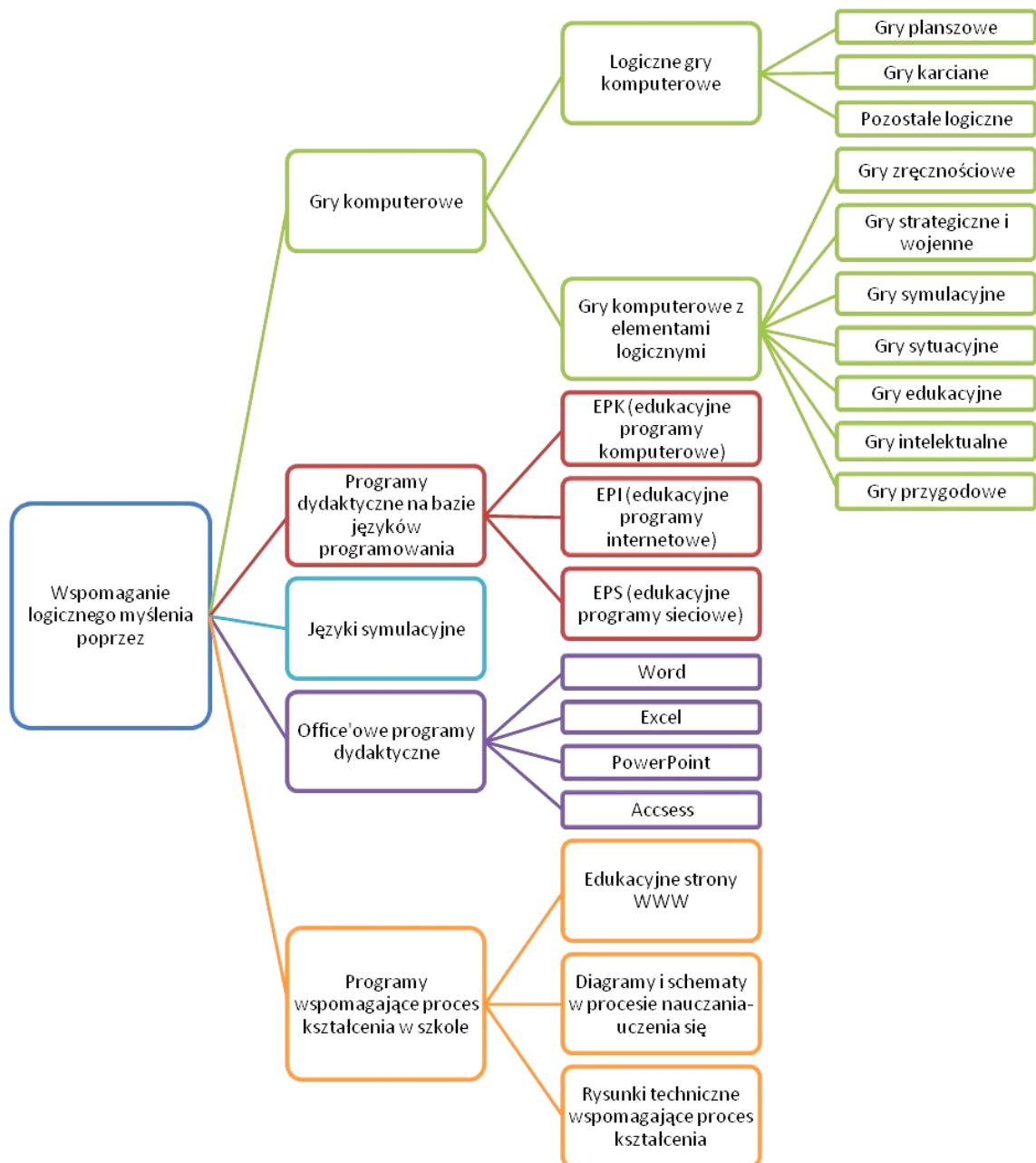
W obszarze hipermediów stymulujących rozwój logicznego myślenia są różnego rodzaju gry komputerowe. Stanowią one „zapisane w dowolnej postaci i na dowolnym nośniku cyfrowym programy komputerowe, spełniające funkcję ludyczną poprzez umożliwienie manipulacji generowanymi elektronicznie na ekranie wizyjnym obiektami graficznymi lub tekstem, zgodnie z określonymi przez twórców gier regułami”⁴⁵⁹. Zdaniem Davida Whitebread’a gry komputerowe wspomagają rozwój umiejętności myślenia wówczas, gdy umożliwiają zrozumienie i reprezentację problemu, rozpoznanie rodzaju informacji istotnych dla rozwiązania problemu, zgromadzenie i organizację tychże informacji, opracowanie strategii działania, stawianie hipotez, testowanie ich i podejmowanie decyzji, a także używanie różnych narzędzi do rozwiązania problemu⁴⁶⁰. Z kolei Kori Inkpen i inni twierdzą, że w grach umożliwiających nawiązanie kontaktu z realnym przeciwnikiem, uczący się przejawiają większą motywację i rozwiązują więcej łamigłówek aniżeli w grach, w których wchodzi w interakcję jedynie z komputerem⁴⁶¹.

⁴⁵⁸ Por. *ibidem*, s. 102.

⁴⁵⁹ S. Łukasz, *Magia gier wirtualnych*, Warszawa 1998, s. 11.

⁴⁶⁰ Por. D. Whitebread, *Developing children’s problem-solving: The educational uses of adventure games*, [w:] McFarlane, A. (red.) *Information Technology and Authentic Learning*, London 1997, s. 17.

⁴⁶¹ Por. K. Inkpen, K.S. Booth, M. Klawe, R. Upitis, *Playing Together Beats Playing Apart, Especially for Girls*. *Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) '95*. Lawrence Erlbaum Associates: 177-181.



Rys. 2. Schemat przedstawiający klasyfikację hipermediów wspomagających logiczne myślenie.
Źródło: opracowanie własne.

Wśród gier komputerowych na szczególną uwagę zasługują gry logiczne. Wymagają one dużego wysiłku intelektualnego przejawiającego się zwłaszcza w myśleniu przyczynowo-skutkowym, a także w analizie informacji istotnych dla prawidłowego rozwiązywania różnorodnych problemów czy łamigłówek. Część komputerowych gier logicznych to znane gry planszowe takie, jak: *szachy*, *warcaby* czy *Otello*, a także gry karciane, w których komputer może zastępować jednego lub wielu

partnerów rozgrywki. Należą do nich: *poker*, *brydż* i *Black Jack*, a także liczne *pasjansy* przeznaczone do samodzielnego rozwiązywania. W tych ostatnich szczególne znaczenie ma logiczne i kombinatoryczne myślenie oraz element losowy w postaci korzystnego rozkładu kart⁴⁶².

Oprócz gier planszowych i karcianych są jeszcze innego rodzaju gry logiczne. Należą do nich np.: układanki logiczne - „*CRAZY MACHINES*”, gdzie od gracza wymagana jest znajomość podstawowych praw fizyki. Jego zadanie polega bowiem na konstruowaniu dość dziwnych maszyn i urządzeń, które mają służyć różnym celom takim, jak: przesunięcie jakiegoś przedmiotu czy wystrzelenie pocisku z armaty⁴⁶³.

Z kolei wśród gier komputerowych z elementami logicznymi należy wyróżnić:

1. **Gry zręcznościowe (sprawnościowe)** – kształcą sprawność manualną zazwyczaj jednej ręki powodując z czasem automatyzm działania i utrwalenie myślenia reproduktywnego. Niemniej jednak bardzo często mają charakter wielofunkcyjny. Cechuje je różnorodność oddziaływań oraz wielowarstwowość fabuły od dość prostej do bardziej złożonej⁴⁶⁴. Poza tym zasadniczym celem tych gier jest rozwijanie określonych umiejętności i sprawności, np. matematycznych wyrażających się w biegłym liczeniu, porządkowaniu elementów w zbiorze i ich klasyfikowaniu⁴⁶⁵.

Za przykład gry zręcznościowej z licznymi elementami logicznymi może posłużyć gra, pt. „*TRINE*”. Jej akcja rozgrywa się w fikcyjnym świecie fantasy pełnego zamków i rozmaitych machin. Do dyspozycji gracza są trzej bohaterowie: Mag, Złodziejka oraz Wojownik, których zadaniem jest uratowanie zagrożonego przez Hordy Nieumarłych – Królestwa przy pomocy zagadkowego narzędzia zwanego Trine. Na drodze do celu muszą oni pokonać wielu groźnych przeciwników, a także rozwiązać mnóstwo zagadek oraz łamigłówek. Niniejsza gra wymaga zatem nie tylko umiejętności zręcznościowych ale też kombinatorycznych i logicznych⁴⁶⁶.

⁴⁶² Por. Skrzypczak J. (red.), *Popularna encyklopedia mass mediów*, Poznań 1999, s. 171-174.

⁴⁶³ <http://www.gry-online.pl/S016.asp?ID=7384> (20.03.2010).

⁴⁶⁴ Por. B. Siemieniecki, *Komputer w edukacji*, op. cit., s. 74-76.

⁴⁶⁵ Por. J. Grzesiak, *Gry i zabawy matematyczne - zadania dla dzieci w młodszym wieku szkolnym*, *Życie Szkoły*, 4, 1984.

⁴⁶⁶ <http://www.cdprojekt.pl/game/2952/TRINE> (20.03.2010).

2. **Gry strategiczne i wojenne** – umożliwiają poszukiwanie jak najlepszej strategii wygrania. Wymagają przede wszystkim logicznego i twórczego myślenia⁴⁶⁷. Ich fabuła nie jest jednolita, zmusza do szybkiego podejmowania decyzji i niezmiernie mocno angażuje intelektualnie gracza, którego zadaniem jest kierowanie formacjami zbrojnymi w rozmaitych bitwach rozgrywanych w realiach historycznych, rzeczywistych lub fantastycznych⁴⁶⁸.

Świetnym przykładem gry strategicznej jest gra pt. „*CIVILIZATION IV*”. Jej istota polega na budowaniu cywilizacji, która żyje wśród sporej konkurencji w świecie o ograniczonej ilości ziemi i surowców. Całe imperium cywilizacyjne składa się odpowiednio z miast oraz osad przekształcających się w czasie gry w mniej lub bardziej imponujące metropolia, centra przemysłowe, ośrodki naukowe, świątynie itp. To wszystko przyciąga uwagę sąsiadów (barbarzyńców) oraz obcych cywilizacji. W związku z tym konieczne jest tworzenie armii, czuwającej nad bezpieczeństwem imperium. Niniejsza gra wymaga więc podejmowania trafnych decyzji, a także planowania strategii działania, ataku i obrony⁴⁶⁹.

3. **Gry symulacyjne** – przedstawiają rzeczywistość w dowolnym czasie i wymagają aktywnego odtworzenia ról. Umożliwiają szczegółową analizę różnorodnych problemów, które były kiedyś dla kogoś autentycznymi dylematami⁴⁷⁰.

Przykładem tego typu gry jest „*SILENT HUNTER 4*”. Przedstawia ona działania wojenne na Pacyfiku pomiędzy USA i Japonią. Zadaniem gracza jest nadzorowanie pracy całej łodzi podwodnej, kierowanie załogą, nawigowanie, a także eliminowanie łodzi oponentów. Niniejsza gra stanowi zatem podwójną symulację, gdyż z jednej strony pozwala odtworzyć działania wojenne na Pacyfiku, a z drugiej strony umożliwia rzeczywiste sterowanie łodzią podwodną.

4. **Gry sytuacyjne** – odnoszą się zazwyczaj do sytuacji fikcyjnych aczkolwiek całkiem prawdopodobnych. Uczą analizowania informacji, podejmowania słusznych decyzji i właściwego zachowania się w sytuacjach trudnych⁴⁷¹.

Za przykład gry sytuacyjnej może posłużyć „*TEES-2*”. Jej celem jest wspomaganie procesu kształcenia kadry menadżerskiej poprzez: poznanie zasad

⁴⁶⁷ Por. J. Grzesiak, op. cit.

⁴⁶⁸ Por. Skrzypczak J. (red.), *Popularna encyklopedia mass mediów*, Poznań 1999, s. 175.

⁴⁶⁹ <http://www.gry-online.pl/S016.asp?ID=4952> (20.03.2010).

⁴⁷⁰ Por. Cz. Kupisiewicz: *Podstawy dydaktyki ogólnej*, PWN, Warszawa 1980.

⁴⁷¹ Por. ibidem.

kierowania firmą w warunkach konkurencji, integrację wiedzy z zakresu zarządzania, marketingu i analiz finansowych, a także ćwiczenie zasad opracowywania oraz monitorowania biznes planu⁴⁷².

5. **Gry edukacyjne** – wiążą się ze zdobywaniem nowej wiedzy i umiejętnym rozwiązywaniem problemów. Wspierają rozwój intelektualny, uczą logicznego oraz krytycznego myślenia, ćwiczą wyobraźnię, a także stymulują do angażowania się w proces kształcenia, konstruowania znaczeń i pojęć⁴⁷³.

Do tego rodzaju gier należy m.in. gra pt. „*IDEJ DO SZKOŁY*”. Stanowi ona zbiór różnych zabaw, w ramach których pięciolatki poznają cyfry, litery, figury, kolory, rośliny i zwierzęta. Zabawy te ćwiczą pamięć, a także zdolności kojarzenia i logicznego myślenia⁴⁷⁴.

6. **Gry intelektualne** – wszechstronnie wspomagają rozwój procesów poznawczych, na które składają się zwłaszcza: logiczne i twórcze myślenie, percepcja, uwaga oraz pamięć.

Do gier tego typu zaliczyć można grę pt.: „*WORLD OF GOO!*” Polega ona na budowaniu z pomocą kulek wież, które zgodnie z prawami fizyki uginają się pod swoim ciężarem i przewracają, gdy ich konstrukcja jest nieprawidłowa. W trakcie budowy gracz musi się uporać z różnymi przeszkodami, w tym m.in. z kulkami o postaci łatwopalnej, wybuchowej czy przyklejającej się do elementów otoczenia. Gra ta z pewnością wymaga myślenia przyczynowo-skutkowego, konstruktywnego projektowania, dobrej spostrzegawczości, a także koncentracji uwagi. Nawet minimalny błąd może spowodować katastrofę budowlaną⁴⁷⁵.

7. **Gry przygodowe** – cechuje je rozbudowana fabuła i niekiedy skomplikowany wątek detektywistyczny. Zadaniem gracza jest rozmawianie z napotykanymi w grze postaciami, zdobywanie od nich cennych informacji pomocnych w rozwikłaniu rozmaitych zagadek.

Przykładem tego rodzaju gry jest „*SHERLOCK HOLMES: TAJEMNICA MUMII*”. Gra jest inspirowana opowiadaniem sir Artura Conan Doyle’a. Zawiera około trzydziestu zagadek logicznych, ponad sto przedmiotów pomagających lub

⁴⁷²Por. http://merlin.pl/Symulacyjna-gra-decyzyjna-TEES-2_Jerzy-Skrzypek-Mariusz-Szuba/browse/product/1,5661.html (20.03.2010).

⁴⁷³Por. http://ppp.lezajsk.pl/podstrona,Gry_komputerowe (20.03.2010)

⁴⁷⁴Por. <http://www.miastogier.pl/encyklopedia,pc,o7217.html> (20.03.2010).

⁴⁷⁵<http://dobragra.pl/world-of-goo-recenzja/>

utrudniających śledztwo. Fabuła gry rozgrywa się w pełnej sekretów posiadłości Lorda Montcalfe'a. Zadaniem gracza jest wcielenie się w postać angielskiego detektywa Sherlocka Holmesa i w oparciu o własną inteligencję oraz dostępne możliwości przeprowadzenie skrupulatnego śledztwa⁴⁷⁶.

W zakres hipermediów wspomagających logiczne myślenie wchodzi różnego rodzaju programy dydaktyczne na bazie języków programowania, stanowiących zbiory abstrakcyjnych definicji i zasad syntaktycznych przełożonych na kod maszynowy⁴⁷⁷. Więcej na ten temat napiszę w podrozdziale II.3 niniejszej pracy.

Na bazie języków programowania zorientowanych obiektowo, w których dane i procedury są obiektami, można tworzyć:

1. **Edukacyjne programy komputerowe (EPK)** – są przeznaczone do odtwarzania na stanowisku komputerowym. Przed użytkowaniem wymagają instalacji na komputerze lub uruchomienia z nośnika pamięci zewnętrznej (np. dysku).
2. **Edukacyjne programy internetowe (EPI)** – to edukacyjne dokumenty html'owe bogate w obraz, animację, dźwięk i film, w których uczący się steruje zdarzeniami za pomocą swego głosu lub urządzeń peryferyjnych wejścia takich, jak: klawiatura, mysz czy joystick oraz dokonuje oceny tych zdarzeń⁴⁷⁸. Ze względu na swą konstrukcję, programy tego rodzaju mogą być zamieszczane w Internecie i uruchamiane w przeglądarce internetowej.
3. **Edukacyjne programy sieciowe (EPS)** – wymagają od ich użytkownika przynależności do danej sieci teleinformatycznej. Ich istotą jest komunikacja sieciowa umożliwiająca wymianę informacji między uczestnikami interakcyjnego połączenia sieciowego. Praca z poziomu użytkownika takiego systemu może przebiegać w sposób:
 - synchroniczny – komunikacja sieciowa odbywa się w czasie rzeczywistym pomiędzy użytkownikami danego połączenia sieciowego lub między

⁴⁷⁶ Por. <http://www.city-interactive.com/index.php?title=gamepage&m=150>

⁴⁷⁷ Por. W. Duch, *Fascynujący świat programów komputerowych*, Poznań 1997, s. 99.

⁴⁷⁸ Por. A. Skarbińska, *O konstrukcji edukacyjnych stron WWW* [w:] Cz. Daniłowicz (red.) *Multimedialne*

i sieciowe systemy informacyjne, Wrocław 1998, a także K. Wiśniewska, *Projektowanie interaktywnego oprogramowania edukacyjnego on-line w oparciu o system Logomocji-Imagine* [w:] T. Lewowicki, B. Siemieniecki, *Kształcenie na odległość w praktyce edukacyjnej*, Toruń 2009, s. 270.

użytkownikiem a programem serwerowym umożliwiającym lub (i) kontrolującym wykonanie programu edukacyjnego⁴⁷⁹

- asynchroniczny – komunikacja sieciowa użytkownika z serwerem odbywa się w danej sieci. Jeśli „użytkownik wygeneruje informacje w określonym przez siebie celu, serwer przechowa je zgodnie z celem postawionym przez użytkownika”⁴⁸⁰.

W obrębie hipermediów wspierających logiczne myślenie mieszczą się również języki symulacyjne. Należą one do języków programowania umożliwiających projektowanie problemów symulacyjnych. Ich celem jest tworzenie modeli (np. zjawisk fizycznych, biologicznych, ekonomicznych czy matematycznych), ułatwienie programowania (dzięki czemu programista może skupić całą swoją uwagę na problemie symulacyjnym), a także szybka reorganizacja struktury modelu symulacyjnego oraz uproszczenie procesu wyszukiwania błędów formalnych i logicznych w modelu⁴⁸¹. Do najbardziej znanych i zarazem popularnych symulacyjnych języków programowania należą: SIMULA, SIMULINK, GPSS, a także VRML (modelowanie wirtualnej rzeczywistości).

Wśród hipermediów stymulujących rozwój logicznego myślenia należy wymienić jeszcze Office’owe programy dydaktyczne wchodzące w skład pakietu MS Office. Są to: **Microsoft Word** (idealny program do pisania, zakładania blogu, tworzenia hipertekstu i specjalnych programów macro), **Microsoft Excel** (służący do opracowywania wyników w postaci liczbowej i graficznej, tworzenia skomplikowanych logicznie obliczeń i ich reprezentacji, a także do szacowania błęd pomiaru i tworzenia instrukcji warunkowych. Z jego pomocą można również tworzyć modele różnych zjawisk i przedstawiać je w formie symulacji⁴⁸²), **Microsoft Access** (przeznaczony do śledzenia, raportowania i udostępniania informacji w środowisku zarządzanym, a także do wykorzystywania programów macro) oraz **Microsoft PowerPoint** (stanowiący program do tworzenia prezentacji hipermedialnych oraz złożonych programów prezentacyjnych).

⁴⁷⁹ A. Skarbińska, P. Klimowski, Edukacyjne programy sieciowe w ujęciu konstrukcyjnym [w:] materiałach konferencyjnych z VII konferencji naukowej, nt. Współczesne kształcenie na odległość w teorii i praktyce, Toruń 2008.

⁴⁸⁰ A. Skarbińska, P. Klimowski, ibidem.

⁴⁸¹ http://aragorn.pb.bialystok.pl/~walenty/symulacje/htm/teoria_sym.htm#2

⁴⁸² Por. J. Juszczak i In., Dydaktyka informatyki..., op. cit., s. 444.

W zakres hiperemdiów stymulujących omawiany rodzaj myślenia wchodzi również programy wspomagające proces projektowania w szkole. Ułatwiają one tworzenie stron internetowych, rysowanie diagramów i schematów, a także kreślenie rysunków technicznych. Wymagają przede wszystkim twórczego i logicznego myślenia. Do tworzenia edukacyjnych stron WWW idealnie służą takie programy, jak: Microsoft FrontPage, Zajączek 4.1 czy Joomla 1.5.20. Budowanie różnego rodzaju diagramów i schematów w procesie nauczania-uczenia się ułatwiają takie programy, jak: SnapGrafx (Micrografx), Chartist-2, ABC Flowcharter, Windows Orgchart. Natomiast do tworzenia rysunków technicznych wspomagających proces kształcenia służą programy typu: CAD 2D i 3D. Dzięki nim nauczyciel może przygotować np. rozkład lekcji.

Podsumowując powyższe rozważania należy stwierdzić, że traktowanie hipertekstu i hipermediów jako narzędzi poznawczych jest możliwe dopiero wówczas, gdy ich stosowanie angażuje procesy intelektualne użytkownika. Tylko w takim wypadku jest możliwy rozwój logicznego i twórczego myślenia.

III 3. Efekty i ograniczenia w rozwijaniu logicznego myślenia za sprawą nauki programowania. Strategie algorytmiczne i heurystyczne

Najogólniej mówiąc programowanie komputerów polega na „zapisaniu pewnej listy poleceń do wykonania przez komputer w pewnym umownym języku. Taką listę poleceń nazywa się programem. Innymi słowy program to tekst zapisany w symbolice obowiązującej w danym języku programowania”⁴⁸³, który może być przetworzony przez komputer. Tak więc „myślenie maszyny” rządzi się określonymi regułami logicznymi wymagającymi od programującego umiejętnego przeniesienia problemu rozpatrywanego w języku naturalnym na język symboliczny zrozumiały przez komputer. W związku z tym programujący pośredniczy między dwoma rodzajami języka, który z jednej strony jest wieloznaczny, metaforyczny i złożony, a z drugiej strony jest jednoznaczny, jasny i formalny. Dzięki temu, że naprzemiennie myśli

⁴⁸³ A. Struzińska-Walczak, K. Walczak, Nauka programowania dla początkujących. Turbo Pascal, Warszawa 1993, s. 7

i rozumuje w dwóch tak różnych językach, wspomaga swój rozwój intelektualny, a zwłaszcza logiczne myślenie⁴⁸⁴.

W trakcie programowania uczeń rozwiązuje problemy poprzez ich dostrzeżenie i umiejętne zdefiniowanie, następnie przez analizowanie, planowanie, opracowanie oraz testowanie możliwych dla nich rozwiązań, a także poprzez konstruktywne modyfikowanie ewentualnych błędów⁴⁸⁵. Zanim jednak uzyska cel końcowy podejmuje czynności umysłowe regulowane przez reguły algorytmiczne (algorytmy) lub reguły heurystyczne (heurystyki). Jak zauważa Józef Koziński, algorytm to „niezawodny przepis, który określa jaki skończony ciąg operacji należy wykonać kolejno, aby rozwiązać wszystkie zadania danej klasy”⁴⁸⁶. Zdaniem Stanisława Juszczaka, nie każdy przepis jest algorytmem. Z informatycznego punktu widzenia będzie to taki przepis, który nadaje się do wykonania przez komputer⁴⁸⁷.

Algorytm charakteryzuje się tym, że po pierwsze jest *niezawodny*, gdyż gwarantuje rozwiązanie zadania danej klasy, po drugie jest *dobrze określony* bowiem jednoznacznie wskazuje na łańcuch operacji, jaki należy poczynić w danym zadaniu, po trzecie jest *przepisem masowym* pozwalającym rozwiązywać nawet całą klasę zadań⁴⁸⁸.

Ł.N. Łanda definiuje pojęcie algorytmu przez pojęcie sposobu. Sposób to system wskazań mówiący co należy zrobić, aby znaleźć rozwiązanie niektórych zadań. Może być on wyrażony w systemie wiedzy, gdy uczeń zna sposób lub może przejawiać się w systemie umiejętności, gdy uczeń włada sposobem, tj. potrafi krok po kroku wykonywać operacje przedstawione w przepisie. Zdarza się jednak, że uczeń mimo, że zna sposób, to nim nie włada albo nie zna sposobu i nim nieświadomie włada, względnie zna sposób i włada nim⁴⁸⁹.

Algorytm oprócz tego, że można definiować przez pojęcie sposobu, to jeszcze można go przedstawiać na wiele sposobów, tj. za pośrednictwem języka naturalnego, przy pomocy języka programowania lub za pomocą pseudo-kodu, czyli techniki pośredniej między językiem naturalnym a językiem programowania. „Pseudo-kod jest to narzędzie częściowo sformalizowane, w którym obok pewnych ustalonych struktur

⁴⁸⁴ Por. B. Siemieniecki, Komputery i hipermedia w procesie edukacji dorosłych, Toruń, 2001, s. 20.

⁴⁸⁵ Por. Roy D. Pea, D. M. Kurland, On the cognitive effects of learning computer programming, 1984 http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/05/32/PDF/A18_Pea_Kurland_84.pdf

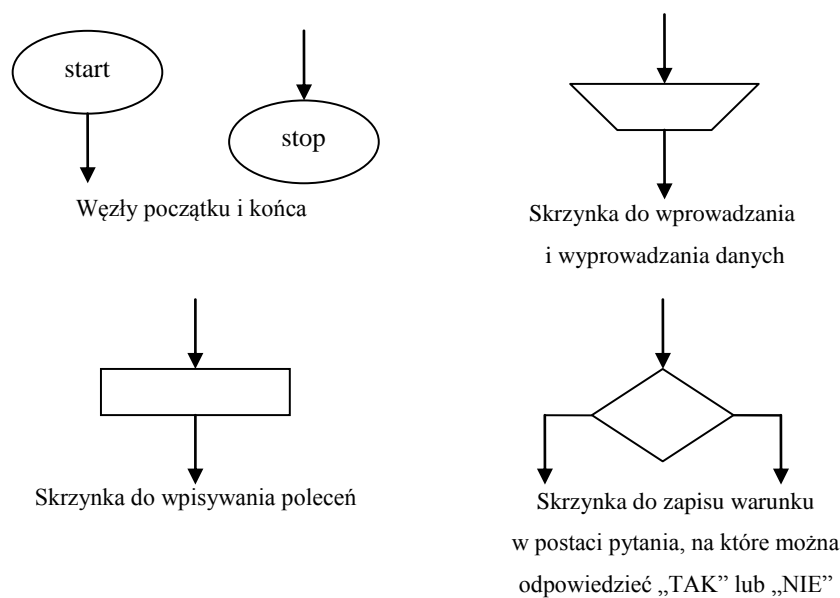
⁴⁸⁶ J. Koziński, Myślenie i rozwiązywanie problemów, Warszawa 1995, s. 110.

⁴⁸⁷ Por. S. Juszczak (red.), Metodyka nauczania informatyki w szkole, Toruń 2003, s. 223.

⁴⁸⁸ Por. J. Koziński, Myślenie i rozwiązywanie problemów, Warszawa 1995, s. 110.

⁴⁸⁹ Por. K. Kotlarski, Wartości kształcące zadań problemowych, Neodidagmata XXI, Poznań 1992, s. 48
za: Ł.M. Łanda, Prijom, metod, algorithn, Woprosy Psichologii, 4, 1973.

można używać języka naturalnego do opisu różnych czynności⁴⁹⁰. Przedstawia się go różnie, np. w postaci schematów blokowych, stanowiących graficzne przedstawienie ciągu kroków algorytmu. Każdy tego typu schemat składa się z powiązanych strzałkami węzłów z odpowiednio zdefiniowanymi operacjami. Istnieje wiele rodzajów węzłów (skrzynek), ale tylko jeden rodzaj strzałki, która wyznacza kolejność wykonywanych operacji. Są to (Rys. 3):

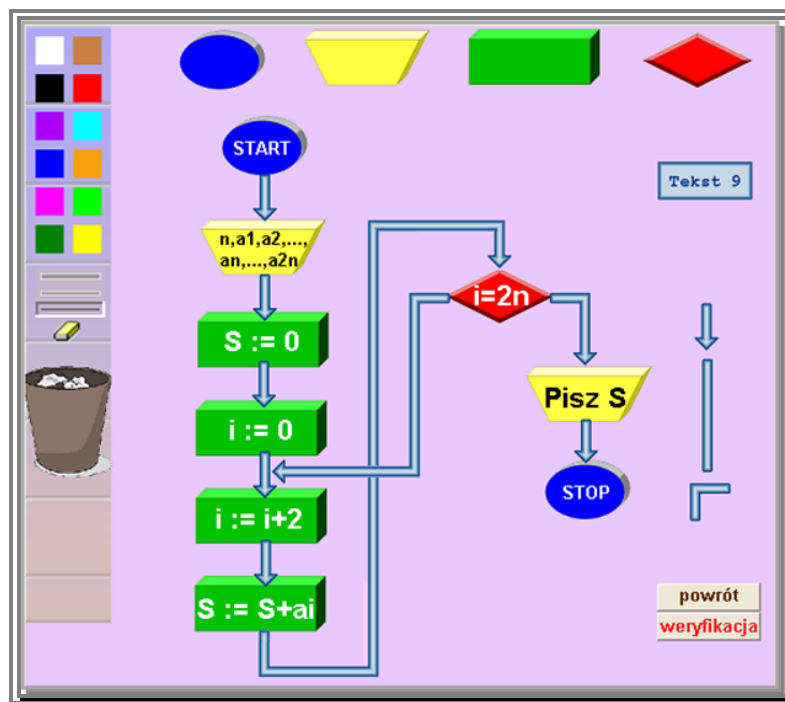


Rys. 3. Rodzaje węzłów. Źródło: opracowanie własne.

Przy przedstawianiu graficznym algorytmu, powinno się przestrzegać następujących zasad. Po pierwsze, każda operacja musi być zamieszczona w skrzynce. Po drugie, schemat blokowy powinien zawierać tylko jeden węzeł początku i przynajmniej jeden końca (start i stop), wszystkie zaś węzły winne być połączone ze sobą strzałkami. Po trzecie, ze skrzynek powinno wychodzić jedno połączenie, wyjątek w tym względzie stanowią: skrzynka „stop”, (z której nie wychodzą żadne połączenia) oraz „warunkowa”, (z której wychodzą dwa połączenia opisane jako „TAK” i „NIE”. Oznaczają one dwie alternatywne drogi w zależności od spełnienia bądź niespełnienia warunku). Po czwarte, w skrzynce operacyjnej służącej do wpisywania poleceń, zamiast zwykłego znaku równania „=”, należy stosować oznaczenie przypisania „:=”. Taki zapis ma pozwolić obliczyć wartość wyrażenia stojącego po prawej stronie znaku przypisania

⁴⁹⁰ A. Struzińska-Walczak, K. Walczak, Nauka programowania dla początkujących. Turbo Pascal, Warszawa 1993, s. 11.

i przypisać ją zmiennej stojącej po lewej stronie tego znaku⁴⁹¹, np. zmiennej „i” przypisuje się wartość zera poprzez niniejszy zapis $i:=0$. Przed znakiem przypisania umieszczona jest więc nazwa zmiennej. Tymczasem sam znak równania „=”, bez poprzedzającego go dwukropka „:” oznacza operację porównania, które odpowiada za sprawdzenie warunku logicznego, np., zachodzi czy nie zachodzi równość dwóch liczb, wyrażeń, zmiennych ($i=n$). Przykład algorytmu zapisanego w schemacie blokowym ilustruje poniższy zrzut ekranowy (Rys. 4).



Rys. 4 Interfejs narysowanego schematu blokowego na obliczenie sumy n liczb o indeksach parzystych⁴⁹²

Takie graficzne przedstawienie algorytmu w postaci schematu blokowego stanowi podstawę do napisania programu i ułatwia zapis w określonym języku programowania.

W praktyce pojęcie algorytmu ma dwa znaczenia. W pierwszym należy je rozumieć jako mechaniczną sekwencję kroków dającą zawsze jakąś odpowiedź, a w drugim jako ogólną procedurę prowadzącą do jakiegoś celu. To drugie znaczenie powinno odnosić się do heurystyki, która nie daje takiej pewności w znalezieniu

⁴⁹¹ por. M. M. Sysło, Algorytmy, Warszawa 1997, s. 32.

⁴⁹² Schemat blokowy został narysowany w stworzonym przeze mnie projekcie pt. „Wprowadzenie do algorytmów”. Aplikacja ta umożliwia samodzielne rozwiązywanie problemów, zapisywanie ich rozwiązań w postaci schematów blokowych, a także sprawdzanie i weryfikowanie ich poprawności zapisu oraz działania. Więcej na temat tego projektu można znaleźć w moim artykule, pt. Wspomaganie nauczania algorytmów uczniów szkół ponadgimnazjalnych na bazie systemu Logomocja-Imagine [w:] M. Kozielska (red.), Technologie informacyjne w poznawaniu wiedzy matematyczno-przyrodniczej, Toruń 2010, s. 156-165.

rozwiązania. W tym jednak sensie algorytm jest pojęciem o ogólnej procedurze postępowania, więc każdy program komputerowy, niezależnie od tego, jak bardzo jest skomplikowany, stanowi algorytm. Z kolei heurystyka jest regułą, która nie zawsze może być przydatna. Takie zresztą podejście zostało spopularyzowane przez George'a Polye i rozpowszechnione w sztucznej inteligencji dla „nie-logicznego wnioskowania”⁴⁹³. Innymi słowy heurystyka to „zawodna zasada, reguła, taktyka i intuicja, która nie gwarantuje rozwiązania danego zadania”⁴⁹⁴. Cechuje się tym, że po pierwsze jest *zawodna*, gdyż nie zapewnia znalezienia rozwiązania zadania, po drugie jest *mniej określona* przez to, że nie zawsze dokładnie wskazuje łańcuch operacji, jaki należy wykonać w danym zadaniu, po trzecie jest ogólna (niespecyficzna) stosowana do większości zadań bądź szczegółowa (specyficzna) przeznaczona tylko do określonych zadań, np. reguły szachowe.

Zasadnicza różnica między omawianymi regułami polega na tym, że algorytm zawsze daje rozwiązanie, choć jego znalezienie jest niekiedy czasochłonne, podczas gdy heurystyka nie gwarantuje znalezienia rozwiązania i jest niekiedy zawodna⁴⁹⁵. Inna kwestia wiąże się z twierdzeniem, że reguła heurystyczna jest przydatna zwłaszcza przy tworzeniu czegoś nowego, wymagającego twórczego myślenia, podczas gdy reguła algorytmiczna znajduje zastosowanie przy rozwiązywaniu problemów wymagających logicznego myślenia. Twierdzenie te jednak należy uznać za błędne, gdyż stosowanie powyższych reguł zależy przede wszystkim od wariantów rozwiązania. Jak podkreśla Kazimierz Kotlarski, obie reguły cechuje wewnętrzna spójność, a istotna różnica między nimi polega na przydatności zastosowania ich do danej klasy problemów. Dlatego też przy problemie z niewielką liczbą wariantów rozwiązania, lepiej sprawdzi się reguła algorytmiczna, natomiast przy problemie z wieloma wariantami rozwiązania przydatniejsza będzie reguła heurystyczna⁴⁹⁶. Podobny pogląd w tej sprawie prezentuje A.W. Napałkow, który zauważa, że „im szersza jest klasa zagadnień przetwarzania informacji, tym mniej skuteczny może okazać się algorytm rozwiązania tych zadań. W związku z tym przy opracowywaniu cybernetycznej teorii, nie należy dążyć – jak się wydaje – do tworzenia na obecnym etapie algorytmów dla najogólniejszych

⁴⁹³ Por. K. Piech, Wprowadzenie do heurystyki, <http://akson.sgh.waw.pl/~kpiech/text/2003-kzif-heurystyka.pdf>

⁴⁹⁴ J. Koziński, op. cit., s. 111.

⁴⁹⁵ Por. K. Piech, Wprowadzenie do heurystyki, op. cit.

⁴⁹⁶ Por. Wartości kształcące zadań problemowych, Neodidagmata XXI, Poznań 1992, s. 48.

przypadków, ale należy uznać za konieczne dokonanie dokładnej klasyfikacji zadań i ustalenie, jakie algorytmy i heurystyki nadają się do każdego z poszczególnych zadań⁴⁹⁷.

Co więcej Kazimierz Kotlarski przytacza za Walter R. Reitman stwierdzenie, iż samo posiadanie przez podmiot algorytmu, nie może uchronić go przed popełnieniem błędu podczas rozwiązywania problemu. Należy bowiem odróżnić od siebie pewność algorytmu od pewności systemu pracy według danego algorytmu. Oznacza to, że czym innym jest posiadanie reguły algorytmicznej stanowiącej rozwiązanie jakiegoś problemu, a czym innym jest umiejętne jej zastosowanie w praktyce⁴⁹⁸.

W odniesieniu do nauki programowania najistotniejszą rzeczą jest nauczanie dziecka ogólnej metody, tj. procedury heurystycznej, która „próbuję ugruntować trwałą związek pomiędzy osobistą aktywnością i tworzeniem wiedzy formalnej”⁴⁹⁹. Dowodzi tego przywołany już George’a Polye, który oprócz tego zaleca jeszcze, by w zetknięciu z problemem, przywołać w pamięci listę heurystycznych pytań takich, jak: Czy to zadanie da się podzielić na prostsze zagadnienia? Czy można je powiązać z zadaniem, które potrafię już rozwiązać? Aby rozwiązać zatem problem, trzeba za radą George’a Polyi, doszukiwać się w nim czegoś podobnego do tego, co się samemu dobrze rozumie⁵⁰⁰.

Współczesne teorie popierające efekty uczenia się programowania w celu rozwijania umiejętności myślenia, są szczegółowo przedstawione na przykładach zawartych w publikacjach: Wallace Feurzeig, Seymour Papert, Marjorie Bloom, Richard Grant, Cynthia Solomon, 1969⁵⁰¹; Wallace Feurzeig, Paul Horwitz, Raymond S. Nickerson, 1981⁵⁰²; Ira Goldstein, Seymour Papert 1977⁵⁰³; Seymour

⁴⁹⁷ A.W. Napałkow, Programowanie heurystyczne i badanie mechanizmów przetwarzania informacji [w:] A.I. Berg (red.), Informacja i cybernetyka, Warszawa 1970, s. 193.

⁴⁹⁸ Por. K. Kotlarski, Wartości kształcące ..., op. cit., s. 49 za: W.R. Reitman, Heuristic decision procedures, open constraints and the structure ill-defined problems, [w:] M.W. Shelly, G.L. Bryan (red.), Human judgements and optimality, New York 1964.

⁴⁹⁹ S. Papert, Burze mózgów. Dzieci i komputery, Warszawa 1996, s. 78-79.

⁵⁰⁰ Por. S. Papert, ibidem., s. 84 za: G. Polya, Jak to rozwiązać, Warszawa 1993.

⁵⁰¹ Por. W. Feurzeig, S. Papert, M. Bloom, R. Grant, C. Solomon, Programming languages as a conceptual framework for teaching mathematics (Report No. 1899), Cambridge MA, 1969.

⁵⁰² Por. W. Feurzeig, P. Horwitz, R.S. Nickerson, Microcomputers in education (Report No. 4798) Prepared for Department of Health, Education and Welfare. National Institute of Education and Ministry for the Development of Human Intelligence, Republic of Venezuela, Cambridge MA, October 1981.

⁵⁰³ Por. I. Goldstein, S. Papert, Artificial intelligence, language and the study of knowledge Cognitive Science, 1, 1977, s. 84 – 123.

Papert 1972a⁵⁰⁴, 1972b⁵⁰⁵, Seymour Papert, Daniel Watt, Andrea DiSessa, Sylvia Weir, 1979⁵⁰⁶, a zwłaszcza w pracy naukowej Seymoura Paperta, pt. „Mindstorms” („Burze mózgow. Dzieci i komputery”). Autor ten postawił w swej książce jedną z bardziej odważnych tez, która mówi o tym, że jeśli dziecko miałoby całkowicie odmienne doświadczenia w nauce matematyki aniżeli ma, to „nie widzi on powodu, by wątpić, że tę różnicę można by przypisać do luki pięciu lub więcej lat między wiekiem, w którym przyswaja [ono] zasady zachowania liczb, i wiekiem, w którym opanowuje (...) zdolności kombinatoryczne”⁵⁰⁷. Oznacza to, że pozytywne doświadczenia w nauce matematyki mogłyby zmniejszyć różnicę wiekową, jaka dzieli opanowanie zasad zachowania liczb od osiągnięcia zdolności kombinatorycznych i logicznych⁵⁰⁸.

Na przeszkodzie do osiągnięcia tego celu stoi jednak „matafobia”, tj. rozpowszechniony w kulturze lęk przed matematyką⁵⁰⁹. Zdaniem Seymoura Paperta tego, by mieć kłopoty z uczeniem się czegokolwiek, a zwłaszcza matematyki, dziecko uczy się w szkole i poza nią. Innymi słowy wzrasta w kulturze, w której dzieli się ludzi na dobrych (zdolnych) z matematyki i na „tępych” nie radzących sobie z nią. Takie podejście każe dziecku przypisywać niepomyślnie doświadczenia w uczeniu się np. matematyki, własnemu brakowi zdolności i utożsamiać się z grupą ludzi tępych z tego przedmiotu⁵¹⁰.

Badania Jeana Piageta nad genezą wiedzy u dzieci pokazują, że dorośli nie doceniają zakresu oraz natury tego, czego ich pociechy się uczą, ponieważ pewne struktury wiedzy uważają za całkowicie oczywiste, przez co wiele etapów uczenia się jest dla nich niedostrzegalnych. Widać to zwłaszcza na przykładach „piagetowskich zachowań” odnoszących się do objętości cieczy czy liczb. Dziecko musi się nauczyć, że policzenie obiektów wchodzących w skład pewnego zbioru w różnej kolejności daje ten sam wynik. Dla dorosłych liczenie jest zwykłą metodą pozwalającą ustalić ile jest wszystkich elementów. Wynik operacji jest więc faktem niezależnym od procesu

⁵⁰⁴ Por. S. Papert, Teaching children thinking, Programmed Learning and Educational Technology, 9, 1972, s. 245-255.

⁵⁰⁵ Por. S. Papert, Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics, International Journal for Mathematical Education, Science and Technology, 3, 1972, s. 249-262.

⁵⁰⁶ Por. S. Papert, D. Watt, A. DiSessa & S. Weir, An assessment and documentation of a children's computer laboratory. Final Report of the Brookline Logo Project, Brookline MA, 1979.

⁵⁰⁷ S. Papert, Burze mózgow., op. cit., s. 195.

⁵⁰⁸ Por. ibidem, s. 194.

⁵⁰⁹ Por. ibidem, s. 58-60.

⁵¹⁰ Por. ibidem, s. 63.

liczenia⁵¹¹. „Ale oddzielenie liczb od liczenia (produktu od procesu) opiera się na epistemologicznych założeniach, które nie tylko są dziecku niewprowadzonemu jeszcze w zasady zachowania nieznane, ale są obce jego widzeniu świata. Te zasady zachowania są tylko częścią rozległej struktury ukrytej wiedzy matematycznej, którą dziecko samo opanowuje”⁵¹².

Inna kwestia wiąże się z tym, że kultura nie dostarcza dziecku uczącemu się matematyki odpowiednich środków, dzięki którym zrozumiałoby sens tego, czego się uczy. W związku z tym zostaje ono niejako zmuszone do opanowania w sposób pamięciowy zagadnień matematycznych tak, jakby były pozbawione sensu⁵¹³. A tymczasem rozwiązanie tego i powyższych problemów tkwi w odpowiednim zastosowaniu komputerów, które zdaniem Seymoura Paperta, mogą ludziom pomóc nawiązać nowy kontakt z matematyką i przyczynić się do zmiany ich stosunku zarówno do siebie, jak i do wszelkich dziedzin nauczania, których się boją. Innymi słowy „kontakt z komputerem może otworzyć dostęp wiedzy ludziom nie w sposób instrumentalny, na zasadzie dostarczenia im przetworzonej informacji, ale przez rzucenie wyzwania pewnym ograniczającym założeniami, które sami na swój temat poczynili”⁵¹⁴.

Niestety w wielu szkołach traktuje się nauczanie wspomagane komputerowo jako wykorzystywanie komputera do uczenia dzieci. Takie podejście sprowadza go poniekąd do roli narzędzia programującego dziecko. Tymczasem w wizji Seymoura Paperta to dziecko programuje, w wyniku czego nabywa poczucia władzy nad maszyną, a także poznaje najgłębsze idee nauk przyrodniczych, matematyki oraz uczy się sztuki budowania intelektualnych modeli⁵¹⁵. Nauka programowania, zwłaszcza w języku Logo, stwarza dziecku okazję do myślenia o myśleniu. Zanim nada żółwiowi określone właściwości, zastanawia się wpierw, jak samo zrobiłoby to, co pragnie żeby zrobił żółw. W ten sposób uczy go działania lub „myślenia”, a to z kolei skłania je samo do zastanowienia się nad własnym działaniem i myśleniem. W miarę upływu czasu dziecko programuje w coraz bardziej złożony i skomplikowany pod względem

⁵¹¹ Por. ibidem, s. 60.

⁵¹² S. Papert, ibidem, s. 61.

⁵¹³ Por. ibidem, s. 67.

⁵¹⁴ Ibidem, s. 67-68.

⁵¹⁵ Por. ibidem, s. 25.

proceduralnym sposób, w wyniku czego „angażuje się w projekcję swego własnego myślenia”⁵¹⁶.

Z powyższych rozważań wynika, że Seymour Papert dostrzega w komputerach środek dydaktyczny, dzięki któremu można zmienić sposób myślenia, pracy, nauki i komunikacji z całym otaczającym światem. Podobnego zdania są m.in. Wallace Feurzeig, Roy D. Pea czy D. Midian Kurland, którzy opisują możliwe rezultaty poznawcze, jakie można osiągnąć z nauki programowania. Wychodzą z założenia, że opanowanie zestawu pojęć związanych z programowaniem może stanowić fundament dla nauczania się matematyki i służyć rozwojowi logicznego myślenia. Ponadto uważają, że nauka programowania może powodować fundamentalne zmiany w zakresie myślenia⁵¹⁷ przez to, że:

- komputery obliczają konkretne algorytmy, będące wynikiem ścisłego myślenia pozwalającego w sposób logiczny przedstawiać założenia i precyzyjnie wyrażać myśli.
- nauka programowania ułatwia zrozumienie ogólnych pojęć takich, jak: procedura, rekurencja, iteracja, zmienna, czy funkcje, a także przyczynia się do opanowania różnych podejść w rozwiązywaniu problemu⁵¹⁸. Te podejścia to paradygmat imperatywny (czyli tzw. "programowanie strukturalne") oraz obiektowy (programowanie zorientowane obiektowo). Już Arystoteles zwracał uwagę na formę i materię otaczającej nas rzeczywistości. W odniesieniu do programowania zorientowanego obiektowo, formie odpowiada klasa, zaś materii – obiekt. Mózg ludzki w sposób naturalny dąży do klasyfikowania, czyli łączenia występujących w rzeczywistości obiektów w grupy, czyli klasy. W związku z tym programowanie obiektowe przybliża programy do ludzkiego sposobu postrzegania otaczającej rzeczywistości⁵¹⁹. Obiekt stanowi podstawową jednostkę programową charakteryzującą się strukturą, stanem (dane) i zachowaniem (procedury, metody). Zatem w sposób logiczny wiąże on dane

⁵¹⁶ Por. Ibidem, s. 48.

⁵¹⁷ R.D. Pea, D.M. Kurland, On the cognitive effects of learning computer programming, 1984
http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/05/32/PDF/A18_Pea_Kurland_84.pdf

⁵¹⁸ Ibidem.

⁵¹⁹ A. Stroiński, Modelowanie i programowanie obiektowe, materiały z wykładu na Politechnice Poznańskiej, 2012,
<http://www.cs.put.poznan.pl/anstroinski/data/uploads/mipo/materials/wyklad-i.pdf> (20.11.2012).

(zmienne) i operacje na nich (metody). Komunikacja między obiektami ma na celu realizowanie określonych przez programistę zadań⁵²⁰.

Z kolei programowanie strukturalne polega na wykonywaniu kolejnych instrukcji w oparciu o imperatywne pętle, instrukcje warunkowe. Pewna część kodu może być grupowana w procedurach lub funkcjach⁵²¹, aby łatwiej było wyszukiwać i poprawiać w nich błędy. Natomiast w programowaniu obiektowym programem jest „zbiór klas implementujących operacje abstrakcyjnych typów danych”⁵²². Mówiąc prościej jest to zbiór obiektów w jakiś sposób powiązanych ze sobą i w pewnym stopniu oddziałujących na siebie⁵²³;

- Nauka programowania przyczynia się do opanowania heurystycznej sztuki rozwiązywania problemów mających źródło w różnych dziedzinach życia i nauki. Na sztukę tą składa się umiejętność dzielenia problemu na prostsze zagadnienia i doszukiwanie się w nich czegoś podobnego do tego, co jest już dobrze znane i zrozumiałe. Analogicznie jest w nauce programowania, gdzie również wskazane jest tworzenie programów złożonych z procedur, gdyż łatwiej jest w ten sposób wyszukiwać i poprawiać w nich błędy.
- Dzięki programowaniu i ćwiczeniom opartym na dyskusji o procesie rozwiązywania problemów, zwiększa się samoświadomość i znajomość poszczególnych faz składających się na ten proces.
- Nauka programowania pozwala osiągnąć ten sam cel na różne sposoby, co przejawia się w istnieniu różnych wariantów poprawnego rozwiązania jakiegoś zadania. Niezwykle ważne w tej sytuacji jest dostrzeżenie między nimi różnic uwzględniających względne „wady i korzyści”⁵²⁴.
- Dobrze napisany i wykonywalny program wyzwala ogromne pozytywne emocje motywujące do tworzenia następnych programów.

⁵²⁰ A. Stroiński, Modelowanie i programowanie obiektowe, materiały z wykładu na Politechnice Poznańskiej, 2012, <http://www.cs.put.poznan.pl/anstroinski/data/uploads/mipo/materials/wyklad-i.pdf>

⁵²¹ Por. <http://www.php.pl/Wortal/Artykuly/PHP/Podstawy/Programowanie-obiektowe-dla-poczatkujacych>

⁵²² A. Stroiński, op. cit.

⁵²³ Ibidem.

⁵²⁴ R.D. Pea, D.M. Kurland, op. cit.

- Programowanie rozwija formalne rozumowanie, kombinatoryczne i logiczne myślenie, a także sprzyja wyrabianiu: koncentracji, spostrzegawczości, precyzji, uporczywości, zaangażowania oraz wytrwałości⁵²⁵.

Tak więc w wyniku nauki programowania uczeń rozwija swoje procesy poznawcze, w tym przede wszystkim logiczne myślenie. W związku z tym niezwykle istotne wydaje się ustalenie, na jakim poziomie rozwojowym musi on być, aby opanować sztukę programowania? Koncepcja rozwoju poznawczego Jeana Piageta jest przydatna dla psychologii, gdyż pozwala zrozumieć, w jaki sposób człowiek uczy się w oparciu o różne typy doświadczeń (Barbel Inhelder, Hermine Sinclair, Magali Bovet, 1974⁵²⁶). Jednakże ogólny opis czterech wyróżnionych przez Jeana Piageta etapów rozwojowych nie ma konkretnego przełożenia na rozwój obszarów wiedzy związanych np. z programowaniem.

Istnieją dwa powody, dla których badacze nie analizują rozwoju umiejętności programowania w ujęciu „poziomów rozwojowych” Jeana Piageta. Po pierwsze rozwój zdolności logicznych zdefiniowanych przez szwajcarskiego uczonego wiąże się z zakresem posiadanej wiedzy (David H. Feldman, 1980⁵²⁷; Howard Gardner, 1983⁵²⁸; Jean Piaget, 1972⁵²⁹), z wydobywaniem kontekstu (Laboratory of Comparative Human Cognition, 1983⁵³⁰) oraz z nabywanymi w ciągu życia konkretnymi indywidualnymi doświadczeniami (Douglass Price-Williams, William Gordon & Manuel Ramirez, 1969⁵³¹). Z tego względu, że nie jest oczywiste dlaczego i w jaki sposób różne rzeczy oddziałują na poziomy rozwojowe dziecięcych osiągnięć w doświadczalnych zadaniach Jeana Piageta, nie można przewidzieć związku pomiędzy nauką programowania a osiągnięciami w tychże zadaniach. Po drugie uczenie się programowania nie zostało ani poddane analizie rozwojowej, ani też scharakteryzowane pod względem poznawczych zdolności, jakie trzeba posiadać, by móc się go nauczyć. Przypuszcza się,

⁵²⁵ Por. D.N. Perkins, G. Salomon, Are cognitive skills context bound? *Educational Researcher*, 18(1), s. 16-25.

⁵²⁶ Por. B. Inhelder, H. Sinclair & M. Bovet, *Learning and the Development of Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1974.

⁵²⁷ Por. D.H. Feldman, *Beyond Universals in Cognitive Development*, Norwood NJ 1980.

⁵²⁸ Por. H. Gardner, *Frames of mind. The Theory of Multiple Intelligences*, New York 1983.

⁵²⁹ Por. J. Piaget, Intellectual evolution from adolescence to adulthood, *Human Development*, 15, 1972, s. 1-12.

⁵³⁰ Por. Laboratory of Comparative Human Cognition. *Culture and cognitive development* [in] Kessen W., Wiley J., *Mussen Handbook of Child Psychology, History, Theories and Methods*, New York 1983.

⁵³¹ Por. D. Price-Williams, W. Gordon & M. Ramirez, Skill and conservation: A study of pottery-making children, *Developmental Psychology*, t.769, 1969.

że istnieje przynajmniej sześć takich zdolności, które mogą mieć wpływ na naukę programowania. Są to:

1. Zdolności matematyczne

Bardzo często łączy się umiejętność programowania ze zdolnościami matematycznymi. Początkowo komputery znajdowały zastosowanie w rozwiązywaniu trudnych matematycznych problemów. Współcześnie są wykorzystywane niemal we wszystkich dziedzinach życia i nauki, umożliwiając m.in. zarządzanie bazami danych czy przetwarzanie informacji. Mimo to, dominuje pogląd, że zdolności matematyczne mogą stanowić zasadniczy warunek niezbędny do opanowania sztuki programowania. A jeśli nawet tak nie jest, to z pewnością wiedza matematyczna może znacząco wspomóc i ułatwić naukę programowania.

2. Pojemność przetwarzania

Programowanie jest dla pamięci dosyć intensywnym przedsięwzięciem, które wymaga sporej koncentracji i zdolności manipulowania dużą liczbą zmiennych w tym samym czasie. Indywidualne różnice w zakresie pojemności przetwarzania stanowią prawdopodobnie czynnik wpływający na proces uczenia się oraz wybór strategii rozwiązywania problemów. Tym samym czynnik ten może zasadniczo decydować o tym, czy dana osoba będzie mogła zostać dobrym programistą czy też nie.

3. Analogiczne rozumowanie

Bywa, że uczeń posiada wiedzę i możliwości aby programować, a mimo to nie potrafi połączyć ich z dziedziną programowania, ani też przenieść wiedzy nabytej podczas programowania do innych dziedzin życia i nauki. Przeniesienie wiedzy i strategii rozwiązywania problemów zarówno „do” jak i „z” uczenia się programowania może zależeć od umiejętności analogicznego myślenia. Jego zmierzenie pozwala z kolei przewidzieć poziom rozwoju programowania (Mary L. Gick, Keith J. Holyoak, 1980⁵³²; Robert J. Sternberg, Bathsheva Rifkin, 1979⁵³³).

⁵³² Por. M.L. Gick, K.J. Holyoak, Analogical problem solving, *Cognitive Psychology*, 12, 1980, s. 306-355.

⁵³³ Por. R.J. Sternberg, B. Rifkin, The development of analogical reasoning process, *Journal of Experimental Child Psychology*, 27, 1979, s. 195-232.

4. Rozumowanie warunkowe

Zadania warunkowe stanowią ważną część nauki programowania, gdyż sterują operacjami pętli, a także sprawdzają dane wejściowe i inne funkcje. Przypuszcza się, że uczeń, który posiada wystarczające zrozumienie logiki warunkowej i potrafi budować zdania decyzyjne jeśli...to i w przeciwnym wypadku, a także operuje spójnikami logicznymi koniunkcji, alternatywy, negacji czy równoważności, będzie zdolniejszym programistą w przeciwieństwie do ucznia, który takiej wiedzy nie posiada.

5. Myślenie proceduralne

Człowiek posiada wiedzę proceduralną i stosuje ją w wielu aspektach życia podczas np. planowania strategii gry czy udzielania informacji zagubionej osobie, która nie wie, jak dotrzeć do celu. Procedury dnia codziennego są żywe i używane, aczkolwiek nie zawsze są jednoznaczne. Niemniej jednak mogą ułatwić zrozumienie istoty procedury jako czegoś, co ma w programowaniu nazwę, „czym się manipuluje i co się rozpoznaje, gdy [uczeń] dochodzi do opanowania jej idei”⁵³⁴.

6. Rozumowanie czasowe

Czynność czasowego rozumowania niejako łączy się z myśleniem proceduralnym. Tworzenie programów wymaga bowiem zrozumienia czasowej sekwencyjności następujących po sobie instrukcji. Konieczne jest zatem zaplanowanie kolejności wywoływania poszczególnych podprocedur składających się na program i sprawdzenie, czy taka struktura służy spełnieniu np. warunku. Rozumienie czasowe jest znaczącym osiągnięciem dzieci w wieku 7-8 lat (William J. Friedman, 1982⁵³⁵; Jean Piaget, 1969⁵³⁶).

Z powyższych rozważań wynika, że opisane powyżej zdolności mogą znacznie ułatwić naukę programowania, która sama w sobie jest trudna i niezrozumiała dla wielu uczniów. Jednakże przez to, że wspomaga rozwój procesów poznawczych, a zwłaszcza

⁵³⁴ S. Papert, *Burze mózgów...*, op. cit., s. 174.

⁵³⁵ Por. W.J. Friedman (red.) *The developmental Psychology of Time*, New York 1982.

⁵³⁶ Por. J. Piaget, *The Child Conception of Time*, New York 1969.

logiczne myślenie, wskazane jest opracowywanie instrukcji do języków programowania odpowiadających poziomowi wiedzy uczniów⁵³⁷.

III 4. Pragmatyka tworzenia interakcyjnego oprogramowania edukacyjnego wspomagającego logiczne myślenie uczniów

Zastosowanie komputera do wspierania rozwoju poznawczego człowieka spowodowało, że zaczął on pełnić rolę narzędzia poznawczego. Czym jednak jest komputer bez odpowiedniego oprogramowania? To za jego sprawą uczeń może zdobywać, przyswajać i przetwarzać wiedzę, a także podejmować intelektualne działania wymagające m.in. logicznego i twórczego myślenia. Dzięki interakcyjnym programom edukacyjnym zaadoptowanym lub wynalezionym z myślą o uczeniu się z uwzględnieniem zasad dydaktycznych i stanowiącym aplikacje bogate w obraz, dźwięk, animację i film, uczeń może rozwijać swoje procesy poznawcze i sterować zdarzeniami za pomocą swego głosu lub urządzeń peryferyjnych wejścia, takich jak: klawiatura, mysz czy joystick oraz dokonywać oceny tych zdarzeń⁵³⁸. Innymi słowy za sprawą tego typu programów, uczeń jest zmuszony do podejmowania aktywności intelektualnej przejawiającej się m.in. w logicznym i twórczym myśleniu.

Przy projektowaniu interakcyjnych programów edukacyjnych wspomagających logiczne myślenie należy brać pod uwagę szereg czynników, które w istotny sposób wpływają na ich wartość poznawczą, merytoryczną, komunikacyjną oraz estetyczną i implementacyjną. Najistotniejszym jednakże elementem są odbiorcy, do których powinny być dostosowane zadania (treści) oraz sposób przekazu informacji. Wszelkie zadania i składające się na nie treści powinny być zgodne z programem nauczania,⁵³⁹ i stanowić logiczną strukturę programu adekwatną do rozwoju poznawczego ucznia. Trudno bowiem wymagać od 6-lątka myślenia na poziomie 12-lątka. Z tego powodu twórcy oprogramowania powinni się kierować psychologiczno – pedagogicznymi

⁵³⁷ Por. R.D. Pea, D.M. Kurland, On the cognitive effects of learning computer programming, 1984
http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/05/32/PDF/A18_Pea_Kurland_84.pdf

⁵³⁸ Por. A. Skarbińska, O konstrukcji edukacyjnych stron WWW [w:] Cz. Daniłowicz (red.)
Multimedialne

i sieciowe systemy informacyjne, Wrocław 1998.

⁵³⁹ O. Choreń i In., Pragmatyka tworzenia oprogramowania edukacyjnego [w:] Informatyka w Szkole, XVIII, Toruń, 18-21.09.2002, s. 358.

uwarunkowaniami, aby ich projekty należycie wspomagały rozwój poznawczy⁵⁴⁰. Programy wspomagające logiczne myślenie powinny stwarzać uczącemu się możliwość:

- prawidłowego formułowania wypowiedzi;
- przeprowadzania wnioskowań i wyciągania z nich trafnych wniosków;
- rozwiązywania problemów konwergencyjnych w sposób werbalny, jak i niewerbalny;
- zrozumienia i operowania abstrakcyjnymi symbolami;
- dostrzegania związków przyczynowo-skutkowych między przedmiotami i zjawiskami;
- klasyfikowania oraz porządkowania obiektów w rosnące bądź malejące szeregi ze względu na określone kryteria;
- dostrzegania i rozumienia relacji zachodzących między całością i jej poszczególnymi częściami oraz w obrębie samych części;
- wykonywania różnych operacji umysłowych, na które składają się przede wszystkim analiza i synteza, a także: porównywanie, abstrahowanie, uogólnianie i inne;
- tworzenia symulacji zjawisk, zachowań oraz działań.

Oprócz tego programy stymulujące uczniów do logicznego myślenia powinny realizować funkcje sytuacyjne służące rozwojowi tego typu myślenia. Należą do nich:

- 1. Funkcja ilustrująca** – polega na ukazywaniu odległych w czasie i przestrzeni przedmiotów oraz zjawisk, których uczący się normalnie nie jest w stanie dostrzec w przyrodzie na skutek własnych ograniczeń poznawczych oraz szkodliwości badanego środowiska. Tymczasem kształtowanie logiczności myślenia wymaga umiejętności postrzegania, gdyż o rezultacie końcowym rozwiązywanego zadania decydują informacje wejściowe⁵⁴¹.

⁵⁴⁰ R. Morzak, A. Serdyński, T. Serdyński, Tworzenie edukacyjnych stron WWW [w:] E. Pyrzycka, A. Stachura (red.), Edukacja informacyjna. Technologie informacyjne w ponowoczesnym świecie, Szczecin 2005, s. 243.

⁵⁴¹ Por. B. Siemieniecki, Rozwijanie myślenia w szkole podstawowej w klasach IV-VI na drodze do społeczeństwa informacyjnego, [w:] K. Wenta, E. Perzycka (red.), Edukacja informacyjna. Neomedia w dydaktyce i działaniach wychowawczo-opiekuńczych, Szczecin 2007, s. 16.

2. **Funkcja analogii** – umożliwia porównywanie przedmiotów i wyszukiwanie między nimi podobieństw. Funkcja ta może być wykorzystywana w komputerowych programach edukacyjnych do artykułowania rozmaitych symboli wyrażających zarówno znane jak i nieznanne zjawiska, przedmioty bądź wydarzenia, za pośrednictwem których następuje rozwiązanie problemu.
3. **Funkcja symulacyjno-modelująca** – pozwala naśladować rzeczywiste zachowania. Dzięki niej, uczący się programuje komputer tak, by wykonywał on zadania poznawcze w taki sposób, w jaki robią to istoty żywe.
4. **Funkcja obiektywizmu** – wiąże się z wielostronnym przedstawianiem problemu w obrębie różnych obszarów wiedzy i doświadczenia.
5. **Funkcja systemowa** – ukazuje złożoność problemu, a także wieloaspektowość systemów występujących w przyrodzie. Dzięki niej, komputerowe programy edukacyjne przedstawiają zjawiska w kategoriach zintegrowanych relacji.
6. **Funkcja modułowa** – służy dzieleniu problemu jako całości na mniejsze podproblemy i poddawaniu ich dalszej szczegółowej analizie.
7. **Funkcja redukcyjna** – polega na przedstawianiu reguł rozwiązywania problemu przez redukcję zagadnień nieznanych i odniesienie ich do reguł znanych. W komputerowym programie edukacyjnym przejawia się to w systemie znaków: słowo – obraz, opis – przedmiot⁵⁴².

Z kolei w odniesieniu do uczącego się, programy wspomagające logiczne i twórcze myślenie powinny pełnić funkcje podmiotowe. Składają się na nie:

1. **Funkcja transgresyjna** – dzięki niej uczący się uwalnia się od narzuconej struktury problemu i analizuje go z innych – bardziej elastycznych i niekonwencjonalnych źródeł wiedzy.
2. **Funkcja otwartości** – wyrabia percepcję i umożliwia spostrzeganie wiadomości w sposób ogólny lub zróżnicowany. Podkreśla znaczenie układu figura – tło i kontekst występowania wiadomości.
3. **Funkcja abstrakcyjności** – poprzez prezentowanie informacji o różnym stopniu abstrakcyjności oddziałuje na kontekst poznawczy, wielość oraz odległość skojarzeń, a także na różnorodność poziomów poznania.

⁵⁴² Por. B. Siemieniecki, Komputery i hipermedia w procesie edukacji dorosłych, Toruń 2001, s. 85-87.

4. **Funkcja refleksyjności** – opóźnia podejmowanie decyzji podczas rozwiązywania problemu i wyzwala emocjonalne, intuicyjne oraz holistyczne podejście do analizowanego problemu.
5. **Funkcja tolerancji** – służy wyeliminowaniu postawy konserwatywnej i lęku przy podejmowaniu decyzji.
6. **Funkcja pobudzająca** – powoduje u uczącego się wzrost zaangażowania oraz wytrwałości w pracy nad problemem.
7. **Funkcja giętkości** – wspiera uczącego się w procesie przekształcania sytuacji problemowej i samego problemu, a także pomaga dopasować jego zachowanie do zmieniającego się kontekstu.
8. **Funkcja płynności** – poprzez prezentację układów figuralnych, pojęciowych lub obu naraz stymuluje proces wytwarzania różnorodnych pomysłów rozwiązania problemu. Sprzyja skupieniu uwagi uczącego się na pomysłe i wyzwala jego inwencję twórczą.
9. **Funkcja oryginalności** – pobudza ciekawość poznawczą. Stymuluje uczącego się do poszukiwania nowych rozwiązań i przewidywania ich następstw⁵⁴³.

W związku z powyższym, programy wspomagające logiczne myślenie powinny mieć atrakcyjną formę. Tylko w ten sposób mogą zachęcać do intelektualnego wysiłku i wzbudzać zainteresowanie, a w efekcie kształtować: motywację, koncentrację, percepcję, upór, wytrwałość, zaangażowanie i tolerancję.

Przy projektowaniu interakcyjnych programów edukacyjnych wspomagających logiczne myślenie należy pamiętać o systemie kontroli. Powinien on na bieżąco sprawdzać wyniki aktywności intelektualnej uczącego się i informować go o rezultatach jego pracy. Z systemem kontroli nierozzerwalnie wiąże się interakcyjność programu. Może się ona charakteryzować natychmiastowym dwukierunkowym sprzężeniem zwrotnym na zasadzie uczeń – medium, medium – uczeń lub opierać się na opracowanym przez Bronisława Siemienieckiego, interakcyjnym modelu kształcenia medialnego. Zakłada on wielokrotną komunikację (uczeń – medium, nauczyciel – medium, inni użytkownicy – medium) tworzącą wspólny system. Na podstawie tego modelu można wyodrębnić wiele interakcji w zależności od źródła, z którego nadawany jest komunikat. Są to niniejsze obwody:

⁵⁴³ Por. B. Siemieniecki, *ibidem*, s. 88-89.

- Nauczyciel ↔ medium ↔ uczeń;
- Nauczyciel ↔ medium ↔ inni odbiorcy;
- Uczeń ↔ medium ↔ nauczyciel;
- Uczeń ↔ medium ↔ inni użytkownicy;
- Inni użytkownicy ↔ medium ↔ nauczyciel;
- Inni użytkownicy ↔ medium ↔ uczeń.

Należy zatem zauważyć, że przy tego typu modelu informacja zwrotna płynąca od nauczyciela może być adresowana do uczącego się, medium, innych użytkowników lub jednocześnie do wszystkich naraz⁵⁴⁴. Ogromnym walorem tak rozumianej interakcji jest to, że wszyscy użytkownicy mogą obserwować dokonujące się w nich zmiany w zakresie procesu komunikowania, wiedzy czy umiejętności. Co więcej podczas wspólnego rozwiązywania jakiegoś problemu, mogą się nawzajem inspirować w dochodzeniu do rozmaitych rozwiązań⁵⁴⁵. Tak rozumiane komunikowanie sprzyja bez wątpienia kształtowaniu krytycznego, logicznego i twórczego myślenia, a także uczy konstruktywnego wyrażania myśli.

Inną istotną rzeczą jest szata graficzna programu, z którą wiąże się właściwa proporcja i pozycja elementów graficznych. Decydują one o wartości estetycznej oraz wpływają na czytelność i jasność przekazywanych informacji. Co więcej pozytywnie lub negatywnie oddziałują na poziom koncentracji uwagi, motywacji i stopień rozumienia zadań. Tak więc zamieszczone w programie obrazy dynamiczne i statyczne powinny być klarowne, tj. pozbawione zbędnych elementów, kolorystyka winna być wyraźna i przejrzysta w przeciwieństwie do stonowanego, delikatnego tła, zaś animacja niezwykle prosta i czytelnie przekazująca treść⁵⁴⁶. Wskazane jest, by swoistym dopełnieniem środowiska graficznego był wyraźny, przyjemny dla ucha dźwięk narratora, niezagłuszany muzyką dobiegającą z tła⁵⁴⁷.

Ostatnim etapem w projektowaniu interakcyjnych programów edukacyjnych jest implementacja. Polega ona na weryfikacji oprogramowania w środowisku odbiorców, których zadaniem jest poinformowanie autorów o błędach czy niedogodnościach

⁵⁴⁴ Por. S. Juszczak., Wybrane modele komunikowania [w:] B. Siemieniecki (red.), Pedagogika medialna, Warszawa 2007, s. 189.

⁵⁴⁵ Ibidem, s. 191.

⁵⁴⁶ Por. O. Choreń i In., Pragmatyka tworzenia oprogramowania edukacyjnego, [w:] Informatyka w Szkole, XVIII, Toruń, 18-21.09.2002, s.359.

⁵⁴⁷ Por. V. Ilieva, I. Ivanov, My first computer software, 2001, <http://www.ocg.at/activities/books/volumes/band%20156/FirstSoftware.doc>

w użytkowaniu ich programów. Dopiero pomyślne przejście tego etapu stanowi uwieńczenie prac nad oprogramowaniem⁵⁴⁸.

W oparciu o omówioną pragmatykę interakcyjnego oprogramowania edukacyjnego stworzone zostały metody i bazujące na nich projekty do wspomagania logicznego myślenia. Zostaną one zaprezentowane wraz z rzutami ekranowymi w podrozdziale IV 2. niniejszej pracy.

⁵⁴⁸ Por. O. Choreń i In., Pragmatyka tworzenia oprogramowania edukacyjnego, [w:] Informatyka w Szkole, XVIII, Toruń, 18-21.09.2002, s. 360.

ROZDZIAŁ III

Logomocja-Imagine jako narzędzie dydaktyczne wspomagające logiczne myślenie

W niniejszym rozdziale przedstawię środowisko Logomocja-Imagine jako język wspomagający logiczne myślenie. Łączy on w sobie programowanie zorientowane obiektowo z tradycyjnym Logo. Dostarcza hierarchię obiektów, przybornik malarski, umożliwia uruchamianie procesów równoległych i pracę w trybie bezpośredniego dialogu z komputerem. Pozwala tworzyć aplikacje w postaci stron WWW bogate w różnorodne animacje i multimedia, sterowane za pośrednictwem głosu, klawiatury, myszy lub joysticka.

System Logomocja-Imagine to w pełni interaktywne środowisko przeznaczone dla uczniów, studentów, nauczycieli i twórców aplikacji. Praca w nim uczy i wspomaga rozwój procesów poznawczych takich, jak: logiczne myślenie, pamięć, percepcja czy uwaga.

III 1. Opis działania i możliwości programu Logomocja-Imagine

Logomocja-Imagine to aplikacja stanowiąca rozwinięcie znanego z motywu żółwia języka Logo, stworzonego w latach 60-tych XX wieku w Stanach Zjednoczonych przez Daniela Bobrowa i Wallace'a Feurzeiga z firmy Bolt, Beranek and Newman, Inc. Do jego powstania przyczynił się również w znacznej mierze Seymour Papert, profesor informatyki pracujący w Laboratorium Sztucznej Inteligencji w Massachusetts Institute of Technology. Był on nie tylko uzdolnionym uczonym, ale też jednym z największych współczesnych teoretyków nauczania, a także wieloletnim współpracownikiem Jeana Piageta⁵⁴⁹.

Współczesna wersja Logo została zaprojektowana w 2001r. przez zespół naukowców Uniwersytetu Komenskigo w Bratysławie, tj. (Andreja Blaho, Petera Tomcsanyi, Ivana Kalasa i Lubomira Salanci) pod nazwą *Imagine Vytvaraj a poznawaj*.

⁵⁴⁹ Por. W. Duch, *Fascynujący świat programów komputerowych*, Poznań 1997, s. 117.

W wersji anglojęzycznej brzmi **Imagine Logo**, a w Polsce znana jest jako **Logomocja**. Aplikacja ta została oficjalnie w 2003r. wpisana do wykazu środków dydaktycznych zalecanych do użytku szkolnego przez ówczesne Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu⁵⁵⁰.

Logomocja-Imagine to przede wszystkim język zorientowany obiektowo, na który składają się takie obiekty, jak: żółwie, przyciski, pola tekstowe itd. Stanowią one jednostki pewnych predefiniowanych klas posiadające własne metody i zmienne. Praca w tym programie to przede wszystkim:

- Tworzenie obiektów (np. żółwi) i obsługa ich zdarzeń, procedur oraz zmiennych;
- Projektowanie warstwowej grafiki w Edytorze Postaci;
- Niczym nieograniczone operowanie przyciskami;
- Wielostronicowe zliczanie punktów bez serwera;
- „Drag & drop” wszystkich obiektów np. postaci, przycisków, tekstów itp., co daje ogromne możliwości edukacyjne;
- Niezwykle łatwe tworzenie animacji;
- Tworzenie edukacyjnych projektów internetowych (EPI) oraz edukacyjnych projektów sieciowych (EPS);
- Obsługa plików multimedialnych;
- Możliwość sterowania np. klockami Lego;
- Wbudowany system rozpoznawania mowy umożliwiający sterowanie obiektami za pośrednictwem dźwięku;
- Edytor graficzny i muzyczny o możliwościach porównywalnych z prostymi syntetyzatorami;
- Zapisywanie projektów w postaci plików EXE oraz stron WWW i publikowanie ich w Internecie.

Język Logomocja-Imagine uczy rozwiązywania problemów i logicznego myślenia przez to, że opiera się na elementarnych zagadnieniach logiki. W związku z tym pozwala on definiować funkcje logiczne przyjmujące wartości: prawda lub fałsz. Nazywa się je potocznie warunkami zaś formalnie predykatami

⁵⁵⁰ Por. <http://logo.oeiizk.waw.pl/>

i używa się ich jako danych procedur „jeśli” oraz „jeżeli”. Przykładami predykatów są $<$, $>$, $<=$, $>=$, $<>$, $i =$, oraz funkcje pierwotne zakończone pytajnikiem, czyli:

- Słowo?, np. prawda oznacza, że określony warunek jest spełniony, a słowo fałsz, że nie jest. Słowem może też być: Jasiu, |Kasia Wiśniewska|;
- Postać?, np. postać złożona z jednej fazy i jednej klatki;
- Lista?, np. [Kasia Basia Monika], [], [A B [C D [E] F]];
- Liczby?, np. 25, -25, 11,333456.

Zatem zapis warunku przyjmującego wartości logiczne prawda albo fałsz może przedstawiać się następująco: *Jeżeli $3 + 4 = 7$ [pisz "tak"] [pisz "nie"]*. Tak sformułowany predykat należy rozumieć w ten sposób, że jeżeli suma dwóch cyfr (3 i 4) równa jest 7, to prawdą dla tego wyrażenia jest słowo „tak”, a fałszem – słowo „nie”.

W definicjach warunków bardzo często występują spójniki logiczne, tj. operatory logiczne: koniunkcji „I”, alternatywy „LUB”, alternatywy wykluczającej „ALBO” oraz negacji „NIE”. Pisz się je zawsze przedrostkowo, tzn. najpierw definiuje się operator, a później wyrażenia. Na przykład:

Jeżeli i $[9 > 5]$ $[3 + 2 = 5]$ [pisz "prawda"] [pisz "fałsz"]. W tym predykanie, jeżeli wartość pierwszego i drugiego wyrażenia jest prawdą, to warunek oparty na koniunkcji jest również prawdą, w przeciwnym wypadku stanowi fałsz.

Jeżeli lub $[9 + 2 = 10]$ $[28 / 2 = 13]$ [pisz "prawda"] [pisz "fałsz"]. Wynikiem tego warunku opartego na alternatywie jest fałsz, gdy oba wyrażenia mają wartość fałsz. Jeśli natomiast oba wyrażenia lub przynajmniej jedno z nich ma wartość prawdą, to wynikiem warunku jest również prawdą.

Jeżeli albo $[7 - 3 = 4]$ $[5 + 6 = 13]$ [pisz "prawda"] [pisz "fałsz"]. W przypadku predykatu bazującego na alternatywie wykluczającej wynikiem jest prawdą tylko wtedy, gdy dokładnie jedno z dwóch wyrażen ma wartość prawdą. Jeśli jest 0 danych wynikiem jest fałsz.

*Jeżeli nie $[25 * 25 = 525]$ [pisz "prawda"] [pisz "fałsz"]*. W warunku o postaci negacji wynikiem jest prawdą, jeśli wyrażenie ma wartość fałsz i na odwrót.

W języku Logomocja-Imagine wszelkie polecenia można wydawać z paska poleceń lub z pozycji procedury. Każda definicja procedury składa się z nagłówka, czyli wiersza rozpoczynającego się od słowa OTO i nazwy. Zdarza się, że po nazwie występują dodatkowo parametry, czyli zmienne lokalne procedury, które zostają utworzone w momencie jej wywołania i automatycznie skasowane w momencie jej

zakończenia. Poniżej nagłówka znajduje się treść procedury określająca albo sposób wykonania zadania albo otrzymanie wyniku. Pod nią z kolei mieści się słowo kluczowe JUŻ zamykające definicję procedury.

Wskazane jest, by nazwa procedury wyraźnie sugerowała jej przeznaczenie. Na przykład nazwa KWADRAT podpowiada, że jest to procedura rysowania kwadratu⁵⁵¹. Pod względem treści może się ona przedstawiać na trzy sposoby:

| | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <i>oto kwadrat1</i> | <i>oto kwadrat2</i> | <i>oto kwadrat3 :bok</i> |
| <i>np 100 pw 90</i> | <i>powtórz 4 [np 100 pw 90]</i> | <i>powtórz 4 [np :bok pw 90]</i> |
| <i>np 100 pw 90</i> | <i>już</i> | <i>już</i> |
| <i>np 100 pw 90</i> | | |
| <i>np 100 pw 90</i> | | |
| <i>już</i> | | |

Pierwsze dwie procedury: *kwadrat1* i *kwadrat2* powodują rysowanie identycznych pod względem długości boku czworokątów. Tymczasem trzecia procedura umożliwia narysowanie różnych wielkościowo kwadratów. Dzieje się tak za sprawą zmiennej *:bok* wymagającej każdorazowo przy wywołaniu procedury zdefiniowania wartości liczbowej odpowiadającej długości boku kwadratu, np. *kwadrat3 150*.

Jak widać, procedury na kwadrat mogą być w różny sposób zdefiniowane. Treść pierwszej z nich jest bardzo prosta i możliwa do napisania przez dziecko. Z kolei treść dwóch pozostałych jest znacznie trudniejsza do zredagowania przez to, że wymaga większej wiedzy i bardziej analitycznego sposobu myślenia. Niemniej jednak język Logomocja-Imagine, w przeciwieństwie do innych języków programowania jest tak przyjemny, przystępny i zrozumiały, że może poprzez zabawę uczyć dzieci logicznego myślenia.

Podsumowując pragnę stwierdzić, że programowanie wymaga logicznego myślenia m.in. przez to, że opiera się poniekąd na syntaktycznej teorii abstrakcyjnych reguł. Jest to uzasadnione tym, że syntaktyka wchodzi w zakres ogólnej teorii znaków (semiotyki) i „zajmuje się strukturą oraz formą wyrażen”. W związku z tym zapis algorytmu w języku programowania jest traktowany jako zapis formalny. Z drugiej jednak strony programowanie opiera się jak gdyby na semantycznej teorii modeli

⁵⁵¹ Por. A. Walat, Elementy informatyki dla szkół średnich. Część I, Warszawa 1993, s. 37.

mentalnych, gdyż „semantyka zajmuje się interpretacją formuł zapisanych według określonych reguł syntaktycznych języka”.⁵⁵²

Poza tym w języku programowania bardzo wiele instrukcji przyjmuje postać predykatów, tj. warunków logicznych. Do ich tworzenia potrzebne jest rozumowanie dedukcyjne, tj. rozumowanie warunkowe i sylogistyczne. Te ostatnie przywiązują szczególną wagę do formy, co z programistycznego punktu widzenia jest o tyle istotne, że decyduje o poprawności zapisu i działania predykatów i całych algorytmów. Oprócz tego przy programowaniu, a zwłaszcza przy poszukiwaniu i eliminowaniu błędów w zapisie algorytmów niezwykle przydatne jest rozumowanie indukcyjne i probabilistyczne.

Logomocja-Imagine to z pewnością interesujące i nowoczesne środowisko przeznaczone do użytku zarówno przez uczniów, jak i nauczycieli. Stanowi bogatą multimedialną aplikację umożliwiającą tworzenie edukacyjnych projektów internetowych (EPI) wspomagających nauczanie różnych przedmiotów⁵⁵³, a także edukacyjnych projektów sieciowych (EPS) służących wymianie informacji w sieci i pozwalających za pośrednictwem komunikacji sieciowej, między uruchomionymi środowiskami Logomocja-Imagine, sterować procedurami na innych komputerach⁵⁵⁴.

Oprócz tego aplikacja ta służy kształtowaniu zdolności poznawczych takich, jak: logiczne i twórcze myślenie, uwaga, percepcja czy pamięć, a także sprzyja rozwijaniu: celowości podejmowanych działań, samokształcenia, interakcyjności oraz umiejętności pracy w grupie.

III 2. Metody tworzenia projektów w systemie Logomocja-Imagine i ich przydatność dla rozwoju logicznego myślenia

Logomocja-Imagine to aplikacja, która świetnie się nadaje do wspomaganie rozwoju logicznego myślenia i rozwiązywania różnych problemów z wielu dziedzin.

⁵⁵² B. Woźna, Wstęp do informatyki. Algorytmika. <http://projekty.pc.pl/materialy/ajd/wi/wiw05.pdf>. (20.03.2010).

⁵⁵³ Przykłady projektów EPI wspomagających nauczanie różnych przedmiotów w szkole można znaleźć w moim artykule, pt.: Logomocja-Imagine jako środowisko do nauczania różnych przedmiotów [w:] E. Perzycka, A. Stachura (red.), Pedagogika Informacyjna. Media w kształceniu ustawicznym, Szczecin 2007, s. 611

⁵⁵⁴ Więcej na ten temat można znaleźć w artykule A. Skarbińska, P. Klimowski, System Logomocja-Imagine jako uniwersalne e-narzędzie wspomagające zdalną edukację [w:] A.B. Kwiatkowska, M.M. Sysło (red.), Informatyka w edukacji V, Toruń 3-6 lipca 2008, s. 129-136.

Jest to program oparty na pierwotnym języku Logo, który zdaniem Ryszarda Tadeusiewicza rozwija „ pewne formy aktywności umysłowej i wpaja pewne schematy postępowania, (...) wyjątkowo korzystne z punktu widzenia przyszłych umiejętności formułowania zagadnień rozwiązywanych z wykorzystaniem komputera, uczy myślenia strukturalnego, generowania celów pośrednich przy złożonych zadaniach, a wreszcie używania struktur warunkowych, iteracji i rekursji jako naturalnych form wyrażania zadań, jeśli są one przekazywane do wykonania maszynie”⁵⁵⁵. Innymi słowy praca w języku Logo i w jego nowocześniejszej wersji Logomocja-Imagine rozwija procesy poznawcze ucznia, a zwłaszcza jego logiczne i twórcze myślenie, uczy formułowania i rozwiązywania problemów, a także kształtuje umiejętności programistyczne.

Rozwijać logiczne myślenie za pośrednictwem systemu Logomocja-Imagine można na dwa sposoby, które zostały przeze mnie szczegółowo omówione w rozdziale drugim niniejszej pracy. Pierwszy polega na nauce programowania, czyli na porozumieniu się z komputerem w języku zrozumiałym zarówno przez niego, jak i przez stosującego go użytkownika⁵⁵⁶. Z kolei drugi sposób sprowadza się do korzystania z gier komputerowych lub różnorodnych komputerowych programów dydaktycznych mających na celu rozwijanie logicznego myślenia oraz zdobywanie wiedzy⁵⁵⁷. W niniejszym podrozdziale zostaną zaprezentowane metody i projekty, które zarówno od strony programistycznej, jak i użytkowej wspomagają ten typ myślenia.

III 2.1. Metoda rebusu

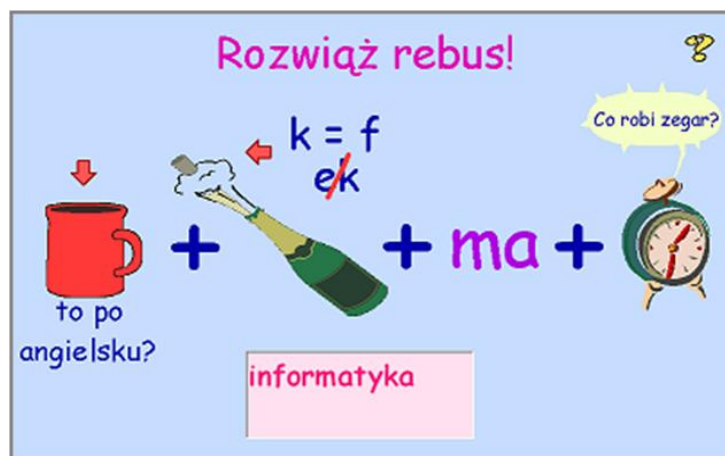
Metoda ta polega na przedstawieniu za pomocą rysunków i liter zagadek w formie wyrazów oraz pojęć. Doskonale ćwiczy percepcję, kojarzenie i logiczne myślenie. Za przykład może posłużyć poniższy rebus (Rys. 5).

Z programistycznego punktu widzenia jest to jedna z najprostszych metod, jakie można z powodzeniem wykonać w programie Logomocja-Imagine. Wystarczy w Edytorze Postaci przygotować w formie tła zagadkę, a następnie wstawić na nie pole tekstowe pt1 z niniejszym zdarzeniem: *jeśli pt1'zawartość = "informatyka [grajp "super.wav]*.

⁵⁵⁵ R. Tadeusiewicz, Programowanie w języku Logo, Kraków 1992.

⁵⁵⁶ Por. S. Papert, Burze mózgów. op. cit., s. 25-26.

⁵⁵⁷ Por. M. Kozielska (red.), Technologie informacyjne w poznawaniu wiedzy matematyczno-przyrodniczej, op. cit., s. 20.



Rys. 5 Interfejs autorskiego rebusu⁵⁵⁸

Jeśli zatem w pole tekstowe pt1 zostanie wpisany wyraz „informatyka”, to słyszalny będzie dźwięk super.wav, potwierdzający poprawne rozwiązanie rebusa. Omówione zdarzenie nie precyzuje jednak wyglądu samego pola tekstowego. Ustawianie parametrów związanych z rodzajem czcionki i jej rozmiarem wewnątrz samego pola jest niewystarczające. Najlepszym rozwiązaniem jest stworzenie procedury starter wywoływanej przy otwieraniu strony z rebusem. Powinna przedstawiać się ona następująco:

proszę [pt1] [ustalfont [[comic sans MS] [24 700 0 0 0 238]] ustalkolor "karminowy ustalawartość " ustalstałędyję "prawda ustaledycję "prawda ustalrozmiar [250 95]]

W ten sposób wpisywany w pole tekst przyjme wygląd i kolor czcionki odpowiadające naszemu gustowi, zaś samo okno przy każdorazowym otwarciu strony będzie puste, w stanie edycji i ustalonym rozmiarze.

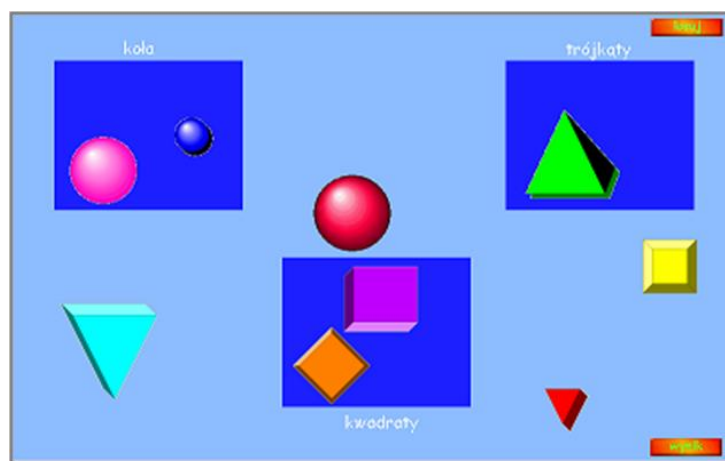
Tworzenie projektu wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego oraz indukcyjnego. Tymczasem praca w gotowym projekcie angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie probabilistyczne.

III 2.2. Metoda sortowania (porządkowania) lub przenoszenia obiektów

Niniejsza metoda polega na uchwyceniu przez ucznia kursorem myszy wybranego elementu i przesunięciu go w odpowiednie miejsce na stronie. W oparciu o nią został stworzony projekt pt. „Porządkowanie figur” (Rys. 6), w którym

⁵⁵⁸ Autor projektu: Katarzyna Anna Wiśniewska

przetasowane po otwarciu strony geometryczne kształty należy posortować i przeciągać na obszary odpowiadające kołom, kwadratowi i trójkątom. Na koniec istnieje możliwość poznania ilości zdobytych punktów. Dzięki temu projektowi uczeń nabywa umiejętności rozróżniania figur i ćwiczy logiczne myślenie, percepcję, a także koordynację wzrokowo – ruchową.



Rys. 6 Interfejs autorskiego projektu, pt. „Porządkowanie figur”⁵⁵⁹

W metodzie tej segregowanie figur odbywa się przez przeciąganie ich w pola niebieskich prostokątów, które tylko z pozoru są identyczne. Tak naprawdę różnią się w parametrach koloru, które jest w stanie zidentyfikować jedynie program.

Tworzenie projektu opartego na metodzie sortowania wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego, probabilistycznego oraz indukcyjnego. Tymczasem praca w tym projekcie angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy oraz rozumowanie przez analogię.

III 2.3. Metoda porównywania

Kolejną bardzo ważną dla rozwoju czynności myślowych ucznia jest **metoda porównywania**. Opiera się na niej projekt pt. „Żyrafy” (Rys. 7). Polega on na znalezieniu pomiędzy dwoma prawie identycznymi obrazkami z wizerunkami żyraf, ośmiu różnic. Kliknięcie w nie oznacza zdobycie punktu. Dodatkowym utrudnieniem jest tu wprowadzenie czasu jako elementu stresującego.

⁵⁵⁹ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

Od strony programistycznej wszystkie różnice między dwoma wizerunkami żyraf należy odklikać na lewym obrazku, gdzie rozmieszczonych jest osiem przezroczystych przycisków w miejscach stanowiących rozbieżności. Po kliknięciu w nie myszą, stają się niewidoczne, a w polu tekstowym dopisuje się punkt. Nad całością projektu czuwa procedura spr, która cały czas sprawdza ilość zdobytych punktów i tryumfalnym efektem dźwiękowym sygnalizuje, gdy wszystkie różnice zostaną zauważone.



Rys. 7 Interfejs autorskiego projektu, pt. „Żyrafy”⁵⁶⁰

Ustalenie widoczności obiektów (żółwi, przycisków, pól tekstowych) można spowodować na dwa sposoby. Pierwszy polega na zastosowaniu w poleceniu słów *prawda* lub *falsz*, np.: *ż1'ustalwidoczny "prawda* (obiekt jest widoczny), *ż1'ustalwidoczny "falsz* (obiekt jest niewidoczny). Tymczasem drugi sposób wiąże się z zastosowaniem wartości liczbowych, gdzie 1 oznacza prawdę, a 0 – fałsz.

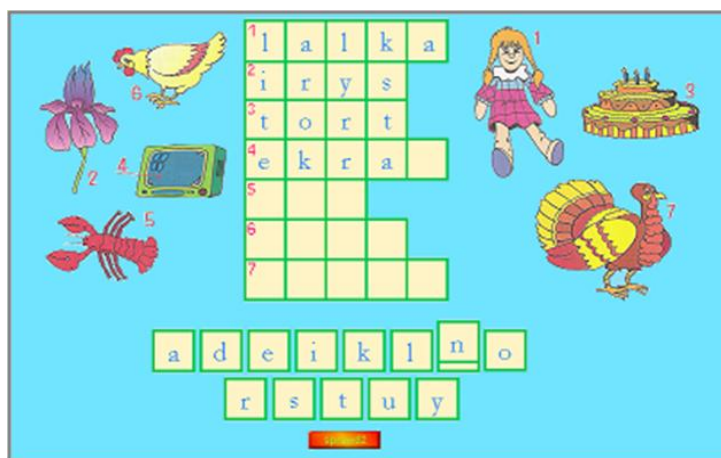
Tworzenie projektu wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego, a także indukcyjnego. Praca w prezentowanym projekcie angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie przez analogię.

III 2.4. Metoda krzyżówko-zagadki

Krzyżówko-zagadkę można w bardzo ciekawy sposób wykonać za pomocą metody nieskończonych stosów. Polega ona na kopiowaniu elementów poprzez kliknięcie myszą na ich macierzyste wzory, a następnie przeciągnięciu ich w dowolne obszary na stronie projektu. Uzyskane w ten sposób kopie mogą mieć zupełnie nowe

⁵⁶⁰ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

właściwości. W przypadku krzyżówko-zagadki macierzystymi wzorami są literki, które gdy tylko znajdują się w pobliżu swojego miejsca przeznaczenia, wskazują niczym puzzle, choć nimi w praktyce nie są (Rys. 8).



Rys. 8 Interfejs autorskiego projektu, pt. „krzyżówka”. Literka „n” jest kopią macierzystego wzoru⁵⁶¹

Od strony programistycznej krzyżówko-zagadka składa się z jednego żółwia o postaci wszystkich siedmiu haseł, których poszczególne litery są poprzykrywane żółwiami o postaciach pustych pól. Po kliknięciu w macierzystą literkę, pojawia się jej kopia o nowych właściwościach pozwalających m.in. na przeciąganie. W momencie, gdy nachodzi ona na obszar swego przeznaczenia, staje się niewidoczna, podobnie jak żółw o pustym polu. Wyłania się w ten sposób fragment uzupełnionej krzyżówki.

Kreowanie projektu opartego na powyższej metodzie wymaga przede wszystkim rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego oraz indukcyjnego. Z kolei rozwiązywanie krzyżówko-zagadki angażuje przede wszystkim operacje umysłowe analizy i syntezy.

III 2.5. Metoda labiryntu

Niezwykle zabawnym i ciekawym rozwiązaniem jest **metoda labiryntu**. Stanowi ona niewątpliwie atrakcyjną formę nauki poprzez zabawę rozwijającą logiczne myślenie. Za pomocą czterech strzałek steruje się postacią słonia, który ma do zdobycia cztery gwiazdki, pod którymi z kolei kryją się konkretne zadania do rozwiązania (Rys. 9). Jednakże klikanie myszką w strzałki i wprawianie w ten sposób w ruch postaci

⁵⁶¹ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

słonia jest nieco męczące, dlatego też nasunął się pomysł stworzenia labiryntu opartego na **metodzie kroków z klawiatury**. Polega ona na sterowaniu obiektem za pomocą przycisków z klawiatury po korytarzach labiryntu, dotknięcie których powoduje cofnięcie wprawionej w ruch postaci o krok w tył. Generalnie są dwa sposoby sterowania projektem za pomocą klawiatury. Pierwszy najprostszy polega na użyciu menu skrótów, które można zdefiniować dla każdego obiektu i równoległego procesu. Tymczasem drugi - tradycyjny sposób polega na sprawdzaniu klawiatury – w pętli bez końca – w oczekiwaniu na określone znaki sterujące i w międzyczasie wykonywanie aktywnej części pętli. Naszym celem jest, by żółw był w ciągłym ruchu: po naciśnięciu lewej strzałki – poruszał się w kierunku na zachód, po naciśnięciu strzałki w górę – w kierunku na północ, itd. Naciśnięcie klawisza Escape ma być znakiem kończącym grę.



Rys. 9 Interfejs autorskiego projektu, pt.: „Labirynt z alfabetem”⁵⁶²

Kreowanie projektu o charakterze labiryntu wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego, probabilistycznego, a także indukcyjnego. Przemieszczanie się po korytarzach labiryntu wymaga przede wszystkim analizy i syntezy oraz rozumowania probabilistycznego.

⁵⁶² Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

III 2.6. Metoda puzzli

Puzzle stanowią bardzo atrakcyjną formę zabawy, która doskonale rozwija spostrzegawczość, wyobraźnię, koncentrację uwagi, a także umiejętność określania stosunków między elementami, logiczne myślenie i pamięć. W swej konstrukcji metoda puzzli opiera się na omówionej już metodzie przenoszenia obiektów.

Za przykład projektu o charakterze puzzli może posłużyć układanka, pt. „Animowane puzzle z lwem” (Rys. 10). Projekt ten różni się od klasycznych puzzli tym, że uczeń ma do ułożenia kilka obrazków składających się na postać lwa. W momencie, gdy we właściwym miejscu usytuuje puzzel na obrazku – duchu stanowiącym pierwszą fazę animowanej postaci, ładuje się kolejny obrazek – duch, odpowiadający drugiej fazie lwa. Jest to spore utrudnienie. Uczeń nie może skoncentrować swojej uwagi tylko na jednej fazie, gdyż naprzemiennie układa ich zarazem pięć. W ten sposób powstaje animowana postać „ryczącego” lwa.



Rys. 10 Zrzut ekranowy czterech z pięciu faz układanki, pt. Animowane puzzle z lwem⁵⁶³

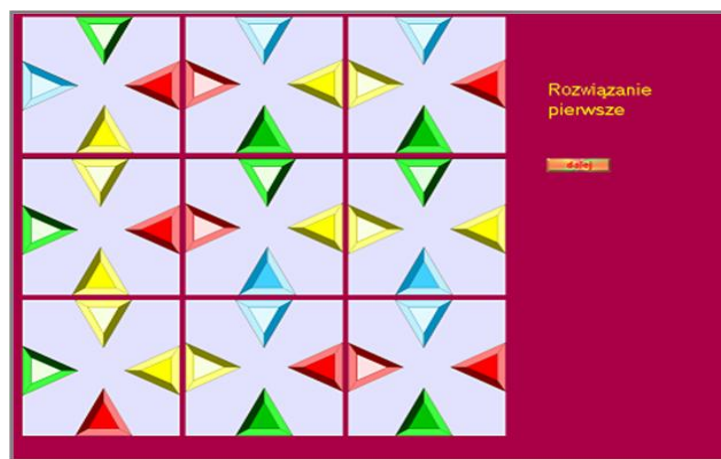
Projekt oparty na metodzie puzzli od strony programistycznej wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego oraz indukcyjnego. Z kolei układanie puzzli z duchem angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie probabilistyczne i przez analogię.

⁵⁶³ Autor projektu: Katarzyna Anna Wiśniewska

III 2.7. Metoda logicznej układanki

Na metodzie tej oparty jest projekt, pt.: „Kolorowe trójkąty” (Rys. 11) stanowiący swoistą układankę puzzli, polegającą na ułożeniu z dziewięciu małych kwadratów jednego, dużego kwadratu o bokach trzy na trzy. Układ będzie prawidłowy, jeżeli po złączeniu wszystkich kwadratów obrazki będą do siebie pasowały pod względem koloru i kształtu (muszą się stykać ze sobą dwa trójkąty równoboczne o jednakowym zabarwieniu krawędzi, ale z ciemniejszym i jaśniejszym wypełnieniem). Istnieją tylko dwa prawidłowe rozwiązania, a ich znalezienie nie jest proste i wymaga cierpliwości, spostrzegawczości, logicznego myślenia, a także koncentracji uwagi.

Szukając rozwiązania należy wziąć pod uwagę liczbę trójkątów o konkretnym zabarwieniu krawędzi i środka. Najmniej jest trójkątów niebieskich z ciemnym wypełnieniem (dwa), z kolei tego samego koloru trójkątów z jasnym środkiem jest aż pięć. Wniosek z tego, że istnieje możliwość stworzenia maksymalnie dwóch par trójkątów niebieskich. Od strony programistycznej projekt ten opiera się na metodzie przenoszenia obiektów. Poszczególne kwadraty można obracać w prawo po kliknięciu w nie prawym przyciskiem myszy. Dzieje się to za sprawą polecenia: *pw 90*



Rys. 11 Interfejs jednego z dwóch rozwiązań układanki, pt.: Kolorowe trójkąty⁵⁶⁴

Tworzenie projektu na bazie metody logicznej układanki wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego oraz indukcyjnego. Tymczasem praca w gotowym projekcie angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie probabilistyczne, warunkowe, dedukcyjne oraz indukcyjne.

⁵⁶⁴ Autor projektu: Katarzyna Anna Wiśniewska

III 2.8. Metoda warunkowego zamalowywania obszarów

W oparciu o tą metodę powstał projekt, pt. „Kolorowanka z matematyką” (Rys. 12), służący do rozwijania zdolności matematycznych uczniów szkoły podstawowej związanych z dodawaniem, odejmowaniem, mnożeniem i dzieleniem liczb z zakresu 100. Polega on na losowym generowaniu przez program różnych działań matematycznych i na obliczaniu przez uczącego się wyniku. Ma on atrakcyjną postać kolorowanki, która zabarwia się stopniowo po każdorazowo poprawnie udzielonej odpowiedzi. W przypadku podania w sumie trzech błędnych wyników, kolorowanie obrazka rozpoczyna się od nowa.



Rys. 12 Interfejs autorskiego projektu, pt.: „Kolorowanka z matematyką”⁵⁶⁵

Działanie projektu polega na tym, że uczeń musi wpierw kliknąć myszą na przycisk z napisem „start”, aby program wygenerował losowe działanie matematyczne i podał przypadkowe dwie liczby ze 100, które mają zostać przez siebie dodane, odjęte, pomnożone lub podzielone. Po obliczeniu należy wpisać wynik w puste pole tekstowe, a następnie nacisnąć przycisk z napisem „sprawdź”, aby uzyskać ze strony programu odpowiedź zwrotną świadczącą o poprawności bądź błędności wpisanego wyniku. W przypadku popełnienia błędu, oprócz odpowiedniego negatywnego efektu dźwiękowego, wyświetlany jest dodatkowo napis o treści „To był błąd”. Ma to uświadomić uczniowi, że jeszcze tylko jeden raz może sobie pozwolić na wpisanie w pole tekstowe niewłaściwego wyniku. Po trzecim razie obrazek staje się ponownie czarno - biały.

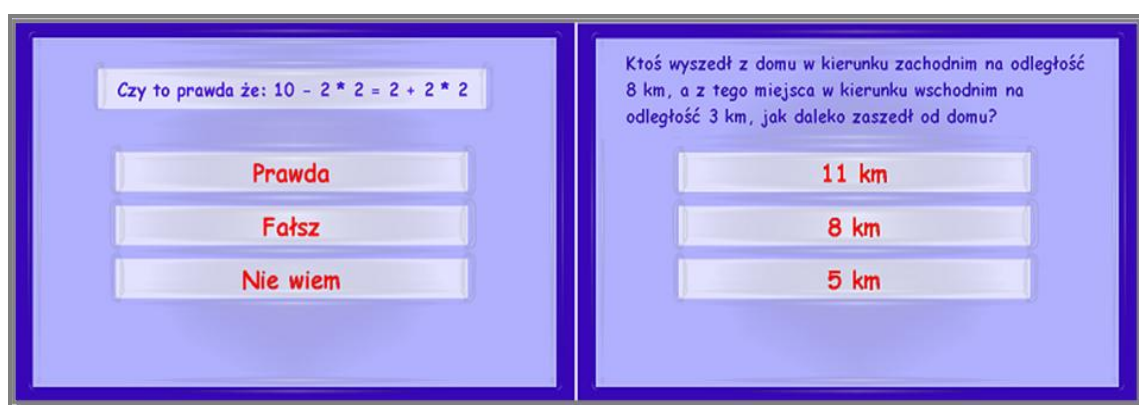
⁵⁶⁵ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

Tworzenie projektu opartego na metodzie warunkowego zamalowywania obszarów wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego oraz indukcyjnego. Tymczasem praca w gotowym projekcie angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie warunkowe.

III 2.9. Metoda quizu

Prezentowana metoda polega na losowaniu przez program zestawu pytań wraz z proponowanymi odpowiedziami, spośród których trzeba wybrać jedną. Opiera się na niej projekt, pt.: „Logiczne zagadki” (Rys. 13). Do zdobycia jest w sumie 20 punktów, po czym quiz można zacząć rozwiązywać od początku z nowym aczkolwiek niekiedy powtórzonym w odmiernej kolejności zestawem pytań.

Wewnętrzna struktura niniejszego quizu bazuje na pięciu blokach z pytaniami, w ramach których kolejno losowane jest jedno pytanie. Ta przypadkowość jest więc wynikiem procedur losowanie1, losowanie2, losowanie3, losowanie4 i losowanie5.



Rys. 13 Interfejs autorskiego quizu logicznego⁵⁶⁶

W projekcie tym pytania i możliwe odpowiedzi są wyświetlane w przezroczystych przyciskach. Ich zawartość, a także sposób wyświetlania (kolor, rodzaj i rozmiar czcionki) są określone z pozycji procedury. W każdym z przycisków z odpowiedziami jest też zdefiniowane zdarzenie "gdzWciśnięty". Jeżeli dana propozycja jest błędna, to po jej wybraniu ładuje się dźwięk z negatywną interakcją, wywoływana jest procedura spr, sprawdzająca zawartość zdobytych punktów

⁵⁶⁶ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

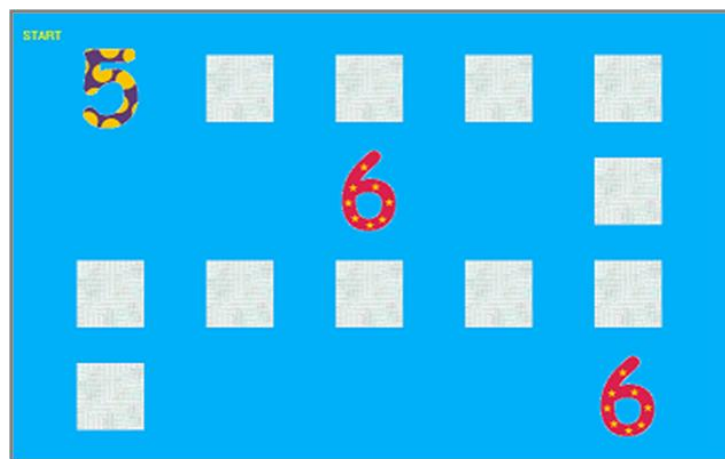
i procedura losowanie², która z drugiego zbioru pytań generuje przypadkowo jedno z nich. Nad całością działania projektu czuwa zmienna „proba”, która pozwala na wylosowanie łącznie dwudziestu pytań. Potem niezależnie od ilości poprawnych, jak i błędnych odpowiedzi pokazuje się wynik końcowy.

Stworzenie projektu na bazie metody quizu wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego, probabilistycznego oraz indukcyjnego. Tymczasem rozwiązywanie quizu angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie dedukcyjne, warunkowe, indukcyjne i probabilistyczne.

III 2.10. Metody oparte na losowości

Metody oparte na losowości doskonale sprawdzają się w rozwijaniu pamięci oraz czynności myślowych związanych z szeregowaniem czy klasyfikowaniem. Na bazie tych metod powstał projekt pt. „Memo cyfrowe” (Rys. 14) polegający na odkrywaniu spośród losowo przetasowanych dwudziestu obrazków maksymalnie trzech i zapamiętywaniu ich zawartości, czyli ukrytych pod nimi cyfr. Są one po dwóch sekundach automatycznie zasłaniane, chyba że dwie ostatnie stanowiły parę, czyli np. zero z zerem, jedynka z jedynką itd. aż do dziewiątek. Tylko kliknięcie po sobie dwóch cyfr z pary powoduje ich zniknięcie. Tak więc projekt ten oprócz pamięci rozwija przede wszystkim czynności myślowe związane z klasyfikowaniem multiplikacyjnym, przy którym stosuje się więcej niż jedno kryterium w ustalaniu równorzędności elementów (w tym wypadku kryterium kształtu i koloru).

Pod względem proceduralnym parom cyfr przyporządkowane są zmienne, np. żółwiom 1 i 11 mającym postać jedynki przypisana jest zmienna „a”, żółwiom 2 i 12 – zmienna „b” itd. Kliknięcie myszą w dowolne pole z ukrytą pod nim cyfrą powoduje przypisanie punktu danej zmiennej. Jeżeli przypisane jej zostały bezpośrednio po sobie łącznie dwa punkty, to znaczy że para cyfr została właściwie odkryta. Niezależnie od tego nad całością projektu działa zmienna o nazwie „proba”. To ona pozwala na odsłonięcie maksymalnie trzech pól, pod którymi ukryte są cyfry, a po trzech próbach wyzerowuje siebie i wszystkie przypisane poszczególnym zmiennym punkty oraz zasłania wszystkie niepołączone w pary liczby.



Rys. 14 Zrzut ekranowy autorskiego projektu, pt. „Memo cyfrowe”⁵⁶⁷

Jeszcze innym i zarazem bardzo oryginalnym pomysłem na wykorzystanie omawianej metody jest projekt, pt.: „Memo z klawiatury” (Rys. 15). Polega on na zapamiętaniu sześciu zdjęć zabytków charakterystycznych dla poszczególnych państw z przyporządkowanymi do nich literami. Po kliknięciu przycisku „dalej”, program przetasowuje wszystkie sześć fotografii i losowo zakrywa jedną z nich. Żeby zdobyć punkt, należy nacisnąć z klawiatury literę odpowiadającą niewidocznemu zdjęciu z zabytkiem. Metoda ta wspaniale ćwiczy pamięć krótkotrwałą i koordynację wzrokowo-ruchową.

Projekt ten opiera się m.in. na procedurze `czytajKlawisz`. Jej wynikiem jest kod numeryczny ASCII ostatnio naciśniętego klawisza (klawiatury). Jeśli nie został naciśnięty żaden klawisz, funkcja `czytajKlawisz` czeka aż zostanie naciśnięty (tzn. aż funkcja `klawisz?` da wynik `prawda`). Dla przykładu litery zamieszczone w projekcie mają następujące wartości:

A jak Australia – 97;

E jak Egipt – 101;

G jak Grecja – 103;

R jak Rosja – 114;

U jak USA – 117;

W jak Włochy – 119.

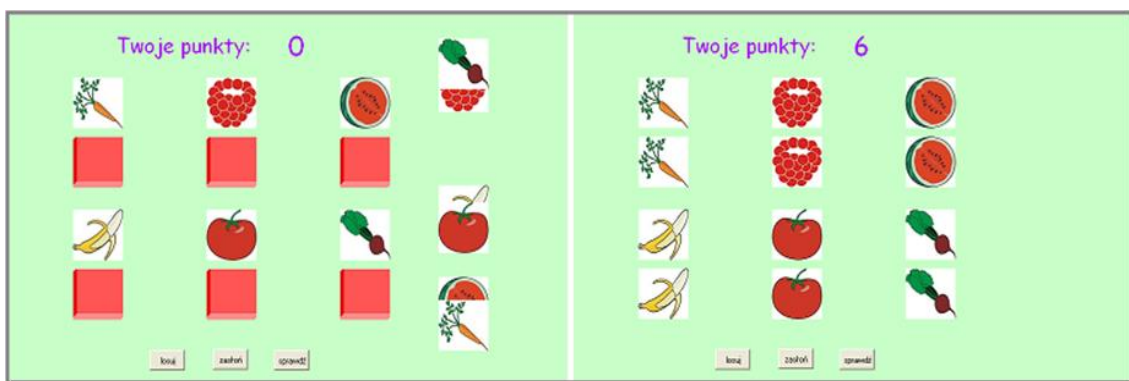
⁵⁶⁷ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska



Rys. 15 Zrzuty ekranowe autorskiego projektu, pt. „Memo z klawiatury”⁵⁶⁸

Na projekt ten składa się więc sześć dwufazowych żółwi, które w pierwszej fazie stanowią fotografie z zabytkami charakterystycznymi dla danych państw, zaś w drugiej przybierają postać znaku zapytania.

Równie interesującym sposobem na metodę losową jest projekt pt. „Memo owocowo-warzywne” (Rys. 16). Polega on na zapamiętaniu losowego układu obrazków z wizerunkami warzyw i owoców, a następnie na kliknięciu przycisku „zasłoń”, powodującego ich zakrycie. Zadaniem ucznia jest przeciągnięcie widocznych obrazków w wyznaczone do tego celu pola w kolejności, w jakiej komputer wygenerował zakryty zestaw.



Rys. 16 Interfejsy autorskiego projektu, pt. „Memo owocowo-warzywne”. Z lewej moment zasłonięcia, z prawej efekt końcowy po sprawdzeniu⁵⁶⁹

Przedstawione metody oparte na losowości są cenne dla logicznego myślenia przede wszystkim od strony programistycznej. Tymczasem od strony projektowej, tj.

⁵⁶⁸ Autor projektu – Katarzyna Anna Wiśniewska

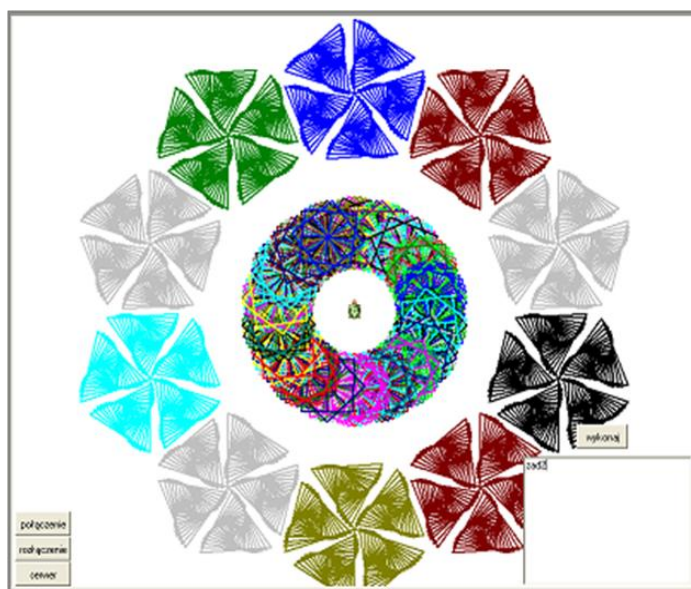
⁵⁶⁹ Ibidem

użytkowej służą głównie rozwojowi pamięci. Należy jednak zauważyć, że im lepsza pamięć, tym lepsze przetwarzanie informacji i funkcjonowanie poznawcze umysłu.

Tworzenie projektów memo opartych na metodzie losowości wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego, probabilistycznego oraz indukcyjnego. Tymczasem praca w nich angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także rozumowanie probabilistyczne, warunkowe i nieformalne.

III 2.11. Metoda programowania sieciowego

Na bazie metody programowania sieciowego powstał projekt, pt. „Geometria żółwia” (Rys. 17). Ma on charakter edukacyjnego programu sieciowego (EPS). W swej strukturze opiera się bowiem na omówionym już interakcyjnym modelu kształcenia medialnego, autorstwa Bronisława Siemienieckiego⁵⁷⁰.



Rys. 17 Zrzut ekranowy projektu, pt.: „Zaprogramuj żółwia”⁵⁷¹

Praca uczniów w tym projekcie jest grupowa. Wszyscy łączą się z jednym serwerem i za pośrednictwem sieci, pracują na wspólny sukces. Mają do wykonania pięć zadań, które jednocześnie stanowią problemy do rozwiązania. Każdy z nich zawiera w sobie szereg problemów szczegółowych, np. zadanie 1 polega na napisaniu zestawu procedur potrzebnych do wykonania grafiki przedstawionej na zrzucie

⁵⁷⁰ Podrozdział II 4. Pragmatyka tworzenia interakcyjnego oprogramowania edukacyjnego wspomagającego logiczne myślenie uczniów, s. 134-135.

⁵⁷¹ Autor projektu Katarzyna Anna Wiśniewska

ekranowym (Rys. 17). Zadanie to zawiera problem główny, którym jest narysowanie kolorowego wianka z otaczającym go pękiem spiral oraz problemy szczegółowe związane z narysowaniem kolejno: kwadratu, rozety, serwety i spirali.

W trakcie pracy, uczniowie przechodzą przez cykl dydaktycznego postępowania charakterystycznego dla poszczególnych etapów rozwiązywania problemów. Muszą wpięrcw dostrzec problem (jak narysować wianek oraz pęk spiral w programie Logomocja-Imagine?), a następnie zinterpretować i sformułować hipotezy rozwiązania (wianek można narysować na bazie kwadratu, rozety i serwety, zaś pęk spiral w oparciu o procedurę na wykonanie spirali). Kolejnym ich zadaniem jest zbadanie przydatności hipotez i dokonanie ich oceny.

Zaletą tego programu jest kolektywna praca uczniów, którzy nawzajem się inspirują i naprowadzają w dochodzeniu do rozwiązań poszczególnych problemów. Wymieniać swoje uwagi mogą za pośrednictwem aktywnego w stanie edycji pola tekstowego, które oprócz tego służy jeszcze do wpisywania poleceń sterujących żółwiem. Jest to projekt, który z powodzeniem można wykorzystać w rozwijaniu logicznego myślenia „na odległość”, dzięki temu, że ma charakter edukacyjnego programu sieciowego EPS.

Od strony programistycznej w projekcie tym została zdefiniowana klasa sieć umożliwiająca połączenie między serwerem a klientem. Inicjacja takiego połączenia wymaga uprzedniego utworzenia zarówno po stronie serwera, jak i klienta obiektu sieć. Serwerem jest komputer, który jako pierwszy aktywizuje połączenie i tym samym pozwala przyłączać się do niego innym użytkownikom, tj. klientom. Ci ostatni mogą nawiązać komunikację z serwerem tylko wtedy, gdy znają jego adres IP bądź w przypadku sieci lokalnych nazwę komputera, który posiada aktywne środowisko serwerowe Logomocja-Imagine. Połączenie jest więc możliwe tylko wtedy, gdy komputery widzą siebie poprzez łączącą je sieć lokalną bądź globalną⁵⁷².

Kreowanie projektu opartego na metodzie programowania sieciowego wymaga rozumowania dedukcyjnego, sylogistycznego, warunkowego, probabilistycznego, nieformalnego oraz indukcyjnego. Tymczasem praca w gotowym projekcie angażuje operacje umysłowe analizy i syntezy, a także wymienione rodzaje rozumowań.

⁵⁷² Por. A. Skarbińska, P. Klimowski, System Logomocja-Imagine jako uniwersalne e-narzędzie wspomagające zdalną edukację [w:] A.B. Kwiatkowska, M.M. Sysło (red.), Informatyka w edukacji V, Toruń 3-6 lipca 2008, s. 129.

W niniejszym podrozdziale zostały zaprezentowane i omówione metody oraz bazujące na nich projekty, które zarówno od strony programistycznej, jak i użytkowej służą rozwijaniu logicznego myślenia. Ich stworzenie opiera się na poszczególnych etapach rozwiązywania problemów i wymaga analityczno-syntetycznego, przyczynowo-skutkowego oraz hipotetyczno-dedukcyjnego sposobu myślenia. Z drugiej strony rozwiązywanie rebusów, krzyżówko-zagadek, quizów czy zagadek logicznych ukrytych w korytarzach labiryntów, a także sortowanie i porównywanie obiektów, układanie puzzli oraz warunkowe zamalowywanie obszarów sprzyja rozwojowi logicznego myślenia. Nawet ćwiczenie pamięci poprawia jakość przetwarzania informacji, w efekcie czego usprawnia funkcjonowanie poznawcze umysłu. Zaprezentowane projekty są więc dla kształtowania logicznego myślenia podwójnie wartościowe, gdyż zarówno „praca nad nimi”, jak i „praca na nich” bez wątpienia rozwija ten typ myślenia.

ROZDZIAŁ IV

Założenia metodologiczne badań własnych

IV 1. Przedmiot, cele, problematyka badań i hipotezy badawcze

Wyniki badań prowadzonych na świecie jednoznacznie wskazują, że zdolność logicznego myślenia decyduje o sukcesie w nauce i w innych aspektach życia⁵⁷³. Chłopcy w przeciwieństwie do dziewcząt osiągają lepsze wyniki w zadaniach na formalne rozumowanie (Frederick P. DeLuca, 1981⁵⁷⁴; Lilian De. Hernandez, Edmund A. Marek, John W. Renner, 1984⁵⁷⁵; Ann C. Howe, Michael Shayer, 1981⁵⁷⁶; Anita M. Meehan, 1984⁵⁷⁷; Michal Shemesh, 1990⁵⁷⁸, Saouma B. BouJaoude, Frank J. Giuliano, 1994⁵⁷⁹; Ayse Yenilmez, Semra Sungur, Ceren Tekkaya, 2005⁵⁸⁰).

Rozwój logicznego myślenia jest możliwy m.in. za sprawą komputera rozumianego jako narzędzie poznawcze. Wspomaga on rozwój intelektualny człowieka, usprawnia jego proces kształcenia oraz interakcje z innymi ludźmi (Seok-Hoon Seng, 1998⁵⁸¹; Douglas H. Clements, 1999⁵⁸²; Melissa A. Fischer i Catherine W. Gillespie, 2003⁵⁸³).

⁵⁷³ Por. A.H. Wilson, J.M. Wilson, The development of formal thought during pretertiary science courses in Papua New Guinea, *Journal of Research in Science Teaching*, 21(5), 1984, s. 527-535.

⁵⁷⁴ Por. F.P. DeLuca, Application of cluster analysis to the study of Piagetian stages of intellectual development, *Journal of Research in Science Teaching*, 18(1), 1981, s. 51-59.

⁵⁷⁵ Por. L.De. Hernandez, E.A. Marek, J.W. Renner, Relationships among gender, age, and intellectual development, *Journal of Research in Science Teaching*, 1(4), 1984, s. 365-375.

⁵⁷⁶ Por. A.C. Howe, M. Shayer, Sex related differences on a task of volume and density, *Journal of Research in Science Teaching*, 18(2), 1981, s. 169-175.

⁵⁷⁷ Por. A.M. Meehan, A meta-analysis of sex differences in formal operational thought, *Child Development*, 55, 1984, s. 1110-1124.

⁵⁷⁸ Por. M. Shemesh, Gender-related differences in reasoning skills and learning interests of junior high school students, *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1), 1990, s. 27-34.

⁵⁷⁹ S.B. BouJaoude, F.J. Giuliano, Relationships between achievement and selective variables in a chemistry course for nonmajors, *School Science and Mathematics*, 94, 1994, s. 296-303.

⁵⁸⁰ A. Yenilmez, S. Sungur, C. Tekkaya, Investigating students' logical thinking abilities: the effects of gender and grade level, *Hacettepe Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi* 28, 2005, s. 219-225.

⁵⁸¹ S. Seng, Enhanced learning: Computers and early childhood education. Paper presented at the Educational Research Association Conference, Singapore, November 1998, <http://www.nwrel.org/request/june01/child.html>

⁵⁸² D.H. Clements, The effective use of computers with young children, [w:] Juanita V. Copley (red.), *Mathematics in the early years*, 1999, s. 119-128.

⁵⁸³ M.A. Fischer & C.W. Gillespie, Computers and young children's development, *Young Children*, 58(4), 2003, s. 85-91.

Szczególnie wartościowa dla rozwoju logicznego myślenia jest nauka programowania z tego względu, że w jej trakcie uczący się ma do czynienia z różnymi problemami wymagającymi przyczynowo-skutkowego oraz analitycznego sposobu myślenia. (Wallace Feurzeig, Seymour Papert, Marjorie Bloom, Richard Grant, Cynthia Solomon, 1969⁵⁸⁴; Wallace Feurzeig, Paul Horwitz, Raymond S. Nickerson, 1981⁵⁸⁵; Ira Goldstein, Seymour Papert 1977⁵⁸⁶; Seymour Papert 1972⁵⁸⁷, 1972⁵⁸⁸, Seymour Papert, Daniel Watt, Andrea DiSessa, Sylvia Weir, 1979⁵⁸⁹). Powyższa teza została potwierdzona licznymi badaniami. Żadne z nich nie uwzględniały jednocześnie zmiennych odnoszących się do ucznia, nauczyciela oraz czynników środowiskowo-społecznych mogących mieć wpływ na logiczne myślenie. Co więcej ani jedno tego typu badania nie zostały jak dotąd przeprowadzone w Polsce.

Mając powyższe na uwadze, za przedmiot badań przyjęto logiczne myślenie uczniów klas szóstych szkoły podstawowej. W odniesieniu do przedmiotu sformułowano cele badań, przez które Władysław Zaczyński rozumie określenie tego, do czego zmierza badacz⁵⁹⁰. Celem poznawczo-teoretycznym pracy uczyniono sformułowanie koncepcji metodycznej kształtowania logicznego myślenia uczniów uczęszczających do klasy VI szkoły podstawowej (z udziałem systemu Logomocja-Imagine). Z kolei za cel praktyczny przyjęto ustalenie dyrektyw pedagogicznych kierowanych pod adresem nauczycieli pragnących stymulować logiczne myślenie swoich uczniów.

W związku z celami badań określone zostały problemy badawcze. Za ich pośrednictwem ustalone zostanie czy nauka programowania wspomaga logiczne myślenie. Znalezienie odpowiedzi na postawione w formie pytań problemy badawcze, pozwoli zrealizować cel poznawczo – teoretyczny, jak i praktyczny aspekt badań.

⁵⁸⁴ Por. W. Feurzeig, S. Papert, M. Bloom, R. Grant & C. Solomon, Programming languages as a conceptual framework for teaching mathematics (Report No. 1899), Cambridge MA, 1969.

⁵⁸⁵ Por. W. Feurzeig, P. Horwitz & R.S. Nickerson, Microcomputers in education (Report No. 4798) Prepared for Department of Health, Education and Welfare. National Institute of Education and Ministry for the Development of Human Intelligence, Republic of Venezuela, Cambridge MA, October 1981.

⁵⁸⁶ Por. I. Goldstein & S. Papert, Artificial intelligence, language and the study of knowledge Cognitive Science, 1, 1977, s. 84 – 123.

⁵⁸⁷ Por. S. Papert, Teaching children thinking, Programmed Learning and Educational Technology, 9, 1972, s. 245-255.

⁵⁸⁸ Por. S. Papert, Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics, International Journal for Mathematical Education, Science and Technology, 3, 1972, s. 249-262.

⁵⁸⁹ Por. S. Papert, D. Watt, A. DiSessa & S. Weir, An assessment and documentation of a children's computer laboratory. Final Report of the Brookline Logo Project, Brookline MA, 1979.

⁵⁹⁰ Por. W. Zaczyński, Praca badawcza nauczyciela, Warszawa 1968, s. 44.

Problemy badawcze są podstawą tworzenia hipotez i formułowania typologii zmiennych zależnych oraz niezależnych, jak również ich wskaźników. Wpływają ponadto na dobór odpowiednich technik i narzędzi, za pomocą których wyjaśniona zostanie przyjęta problematyka badawcza. Dla potrzeb badań sformułowano następujące problemy główne i konkretyzujące je problemy szczegółowe:

I Czy i w jaki sposób praca w oparciu o system programowania edukacyjnego wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej (również z uwzględnieniem plci) w porównaniu z tradycyjnymi środkami dydaktycznymi?

II W jaki sposób uczniowie VI klasy szkoły podstawowej rozwijają swoje logiczne myślenie?

1. Czy i jaki istnieje związek między poziomem wiedzy ucznia z zakresu przedmiotów ścisłych a jego logicznym myśleniem?
2. Czy zainteresowania ucznia mają znaczenie dla jego logicznego myślenia?

III Czy występuje związek pomiędzy czynnikami środowiskowo-społecznymi a poziomem logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej?

1. Czy wykształcenie rodziców ma znaczenie dla logicznego myślenia dzieci?
2. Czy i w jaki sposób wspólne odrabianie lekcji z rodzicami rozwija logiczne myślenie dziecka?
3. Jak warunki ekonomiczne rodziny mogą wspomagać rozwój logicznego myślenia dzieci?

IV Czy i w jaki sposób nauczyciel wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych? (w opinii badanych nauczycieli)

1. Jaki styl pracy nauczyciela wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej?

Z postawionych problemów badawczych wynikają hipotezy. Odzwierciedlają one oczekiwane przez badacza wyniki planowanych badań⁵⁹¹. Innymi słowy są stwierdzeniami, które prawdopodobnie stanowią prawdziwe rozwiązania postawionych

⁵⁹¹ Por. M. Łobocki, *ibidem.*, s. 74.

problemów. Do zdefiniowanych uprzednio problemów głównych i szczegółowych sformułowano następujące hipotezy główne i szczegółowe podlegające weryfikacji:

Hipoteza główna:

- I. Komputerowe programowanie edukacyjne w sposób istotny wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej w porównaniu z tradycyjnymi środkami dydaktycznymi.

Hipoteza szczegółowa:

- I.1. Komputerowe programowanie edukacyjne i tradycyjne środki dydaktyczne różnie wspomagają logiczne myślenie u obu płci uczniów.

Hipoteza główna:

- II. Wysoki poziom wiedzy z przedmiotów ścisłych oraz zainteresowania sprzyjające logicznemu myśleniu implikują istotny przyrost tego myślenia u uczniów VI klasy szkoły podstawowej.

Hipotezy szczegółowe:

- II.1. Im mniejsze trudności w nauce matematyki, tym wyższy poziom logicznego myślenia.
- II.2. Ze wzrostem wiedzy matematycznej, rośnie poziom logicznego myślenia.
- II.3. Zainteresowania sprzyjające rozwojowi logicznego myślenia implikują przyrost tego myślenia.

Hipoteza główna:

- III. Czynniki środowiskowo-społeczne przyczyniają się w sposób istotny do rozwoju logicznego myślenia uczniów klasy VI szkoły podstawowej. Wśród tych czynników należy wymienić: wykształcenie rodziców, samodzielne odrabianie przez dziecko zadań domowych oraz warunki ekonomiczne rodziny.

Hipotezy szczegółowe:

- III.1. Wzrost wykształcenia rodziców implikuje podwyższenie poziomu logicznego myślenia dziecka.
- III.2. Samodzielne odrabianie przez dziecko prac domowych wspomaga jego rozwój logicznego myślenia.

III.3. Im lepsze warunki ekonomiczne rodziny, tym wyższy poziom logicznego myślenia.

Hipoteza główna:

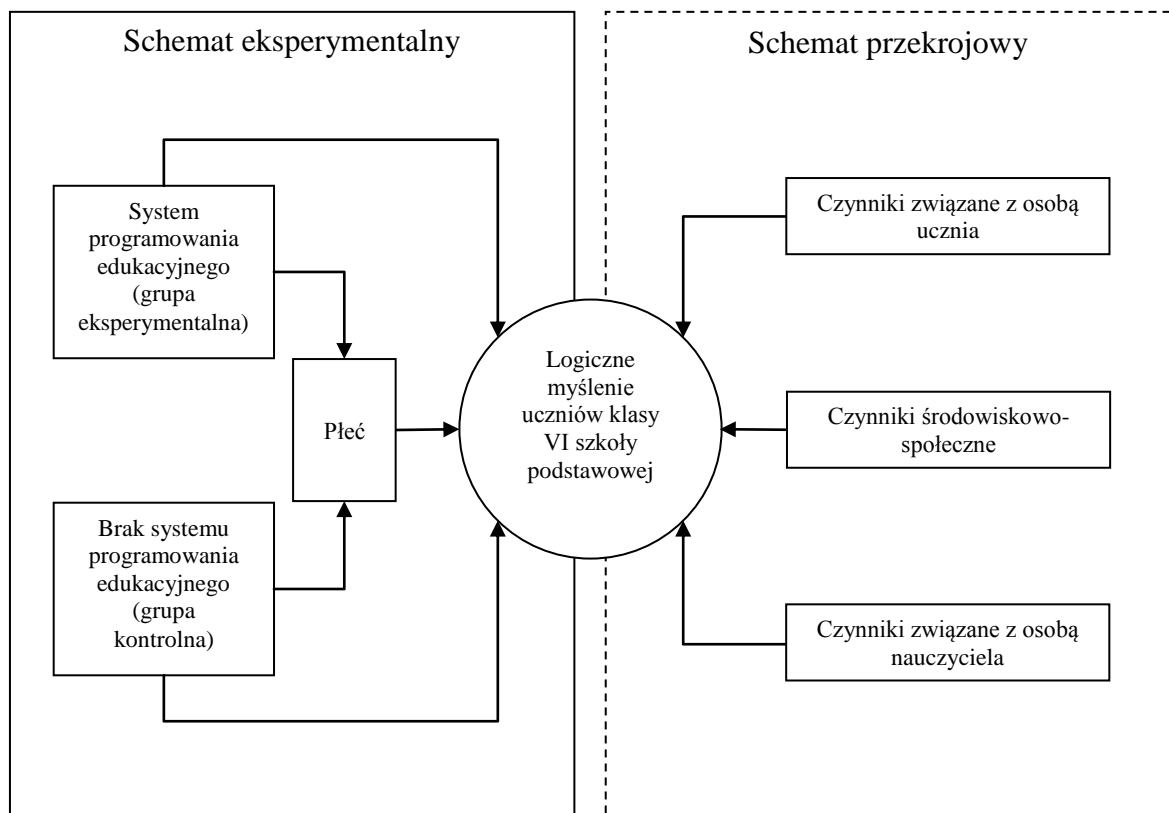
IV. Nauczyciele wspomagają logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych stosując odpowiedni styl pracy.

Hipoteza szczegółowa:

IV.1. Nauczyciele stosujący metody problemowe w trakcie zajęć lekcyjnych wspomagają logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej.

IV 2. Model badawczy, zmienne i wskaźniki

Opracowanie modelu badawczego stanowi kolejny etap badania (Rys. 18). Wyznacza on zmienne i ich wskaźniki, a także ukazuje związek zmiennych zależnych i niezależnych.



Rys. 18 Schematy badań eksperymentalnych i przekrojowych

Powyższy model przedstawia dwa schematy badań. Pierwszy ma charakter badań eksperymentalnych. Oparto go na kanonie jedynej różnicy Johna S. Milla⁵⁹², którą stanowiły pozalekcyjne zajęcia z cyklu „Komputerowe wspomaganie logicznego myślenia”. W zajęciach tych uczestniczyła tylko grupa eksperymentalna. Tak więc schemat eksperymentalny zawiera dwie zmienne niezależne obejmujące system programowania edukacyjnego i jego brak. Wpływają one bezpośrednio i pośrednio z uwzględnieniem kategorii płci na zmienną zależną, tj. logiczne myślenie ucznia klasy VI szkoły podstawowej.

Drugi z kolei schemat badań to schemat przekrojowy. Pozwala on oszacować związki pomiędzy zmiennymi mierzonymi za pomocą kwestionariuszy ankiet i testów⁵⁹³. Schemat ten skupia trzy zmienne niezależne obejmujące czynniki środowiskowo-społeczne, a także czynniki związane z osobą ucznia i nauczyciela. Między nimi a wspomnianą już zmienną zależną zachodzi koincydencja.

Tak więc na potrzeby niniejszej pracy sformułowano **zmienną zależną, zmienną pośredniczącą i zmienne niezależne**, których związki zilustrowano za pomocą modelu badawczego (Rys. 18). Funkcję zmiennej zależnej pełni w badaniach logiczne myślenie uczniów klas szóstych szkoły podstawowej, zaś oddziałującymi na nią zmiennymi niezależnymi są: system programowania edukacyjnego, czynniki środowiskowo-społeczne oraz czynniki związane z osobą ucznia i nauczyciela. Pośrednio na zmienną zależną wpływa jeszcze **zmienna pośrednicząca**, tj. płeć. Jest ona interesująca pod względem empirycznym ponieważ przeprowadzone zagranicą badania nie dały jednoznacznej odpowiedzi na pytanie o to, czy chłopcy lepiej niż dziewczynki posługują się logicznym myśleniem. Przytoczone badania wskazywały albo na nieznaczące różnice między płciami (badania Lay Y. Fah) albo na przewagę dziewcząt, które w badaniach Ronalda E. Leshera osiągnęły w porównaniu do chłopców lepsze rezultaty w rozumieniu kwantyfikatorów logicznych. Zdaniem badacza wynik ten mógł wskazywać na to, iż szybciej rozwijają one niektóre zdolności logicznego myślenia.

Zmiennym zależnej, pośredniczącej i niezależnym towarzyszą wskaźniki, na podstawie których zostanie stwierdzone czy postawione hipotezy badawcze należy odrzucić czy też nie odrzucić i poddać bardziej szczegółowej analizie merytorycznej.

⁵⁹² Patrz podrozdział I 1.3.1. Kanony indukcji eliminacyjnej, s. 38

⁵⁹³ Por. K. Rubacha, Metodologia badań nad edukacją, Warszawa 2008, s. 361.

Wskaźniki zmiennej zależnej, pośredniej i zmiennych niezależnych przedstawia poniższa tabela 1.

Tabela 1 Zmienna zależna, pośrednicząca i zmienne niezależne oraz ich wskaźniki

| Zmienna zależna główna | Wskaźnik |
|---|---|
| Logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej | <ul style="list-style-type: none"> ▪ poziom logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej |
| Zmienne zależne szczegółowe | Wskaźniki |
| <p>Czynniki logicznego myślenia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ zasada ciągłości wzorów, zasada analogii pomiędzy parami figur, zasada progresywnych zmian wzorów, zasada przestawiania figur, zasada rozkładania figur na elementy ▪ zrozumienie, interpretacja, analiza, synteza | <ul style="list-style-type: none"> ▪ wyniki w teście psychologicznym J.C. Ravena ▪ wyniki w autorskim teście na logiczne myślenie opartym na taksonomii B.S. Blooma |
| Zmienne niezależne | Wskaźniki |
| System programowania edukacyjnego | <ul style="list-style-type: none"> ▪ stosowanie lub niestosowanie systemu programowania edukacyjnego – Logomocja-Imagine. |
| <p>Czynniki związane z osobą ucznia</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ poziom wiedzy z przedmiotów ścisłych ▪ zainteresowania (hobby) ucznia | <ul style="list-style-type: none"> ▪ wysoki (4.0 – 6.0), przeciętny (3.0 – 3.9), niski (2.9 lub niżej) ▪ występowanie i niewystępowanie zainteresowań sprzyjających logicznemu myśleniu ucznia, (zainteresowania sprzyjające logicznemu myśleniu to np. gry logiczne, szachy, zagadki, łamigłówki logiczne, znajomość dowolnego języka programowania; zainteresowania niesprzyjające logicznemu myśleniu to np. taniec, śpiew, filatelistyka) |
| <p>Czynniki środowiskowo-społeczne</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ poziom wykształcenia rodziców ▪ spędzanie z dzieckiem czasu ▪ warunki ekonomiczne rodziny | <ul style="list-style-type: none"> ▪ podstawowe, zawodowe, średnie, wyższe ▪ identyfikacja spędzania czasu z dzieckiem przy odrabianiu zadań domowych Tak lub Nie ▪ dziecko posiada własny pokój lub nie posiada, ma lub nie ma komputera |
| <p>Czynniki związane z osobą nauczyciela</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ poziom wykształcenia ▪ staż pracy ▪ styl pracy | <ul style="list-style-type: none"> ▪ wysoki, średni, niski ▪ niski (5 lat), średni (6 - 15 lat), duży (powyżej 15 lat) ▪ sprzyjający tworzeniu kreatywnej atmosfery lub niesprzyjający, stosowanie lub niestosowanie metod problemowych |
| Zmienna pośrednicząca | Wskaźnik |
| Płeć | <ul style="list-style-type: none"> ▪ dziewczyna, chłopak |

Źródło: opracowanie własne

IV 3. Metody, techniki i narzędzia badawcze

W celu zdobycia informacji niezbędnych do ustalenia związków zachodzących w obrębie badanych zjawisk, konieczne jest zastosowanie odpowiednich metod, technik oraz narzędzi badawczych. Zdaniem Wincentego Okonia **metoda badawcza** to „systematycznie stosowany sposób postępowania prowadzący do założonego wyniku. Na dany sposób postępowania składają się czynności myślowe i praktyczne, odpowiednio dobrane i realizowane w ustalonej kolejności”⁵⁹⁴. Do przeprowadzenia badań wybrano **metodę testowania** (typu papier-ołówek)⁵⁹⁵ oraz **metodę sondażu diagnostycznego**⁵⁹⁶.

W celu określenia poziomu logicznego myślenia uczniów klas szóstych szkoły podstawowej posłużono się metodą testowania typu papier-ołówek. Zdaniem Krzysztofa Rubachy metoda testowania „umożliwia zbieranie danych opisujących osoby badane oraz aspekty ich działania na wymiarach reprezentujących zmienne nieobserwowalne, szacowane za pomocą testu”⁵⁹⁷. Do zmiennych nieobserwowalnych należą zdefiniowane cechy oraz funkcje psychologiczne⁵⁹⁸. W badaniach posłużono się testowaniem typu papier-ołówek, stanowiącym metodę zbierania danych, polegającą na czytaniu przez badanego pytań bądź zadań i udzielaniu na nie odpowiedzi na skalach szacunkowych. Każdy test posiada wzór rozwiązań lub odpowiedzi, będący wskaźnikiem zmiennej nieobserwowanej⁵⁹⁹. Testy typu papier-ołówek dzielą się z pozycji badań nad edukacją na testy psychologiczne i testy szkolne. W badaniach użyto testu psychologicznego J.C. Ravena. Służy on do badania percepcji i myślenia, a zwłaszcza jednej z form myślenia, jaką jest rozumowanie.⁶⁰⁰

Test J.C. Ravena jest testem psychologicznym o charakterze percepcyjnym. Jako skala niewerbalna służy do badania zdolności wnioskowania niezależnie od wieku i wykształcenia osób badanych⁶⁰¹. Składa się w sumie z sześćdziesięciu pytań podzielonych po dwanaście na pięć serii ułożonych według określonych zasad:

⁵⁹⁴ W. Okoń, Słownik pedagogiczny, Warszawa 1975, s. 167.

⁵⁹⁵ Por. K. Rubacha, Metodologia badań nad edukacją, Warszawa 2008, s. 178

⁵⁹⁶ Por. T. Pilch, Zasady badań pedagogicznych, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk 1977, s. 126.

⁵⁹⁷ K. Rubacha, op. cit., s. 181.

⁵⁹⁸ Por. K. Rubacha, ibidem, s. 181.

⁵⁹⁹ Por. ibidem, s. 188.

⁶⁰⁰ Por. B. Hornowski, Analiza psychologiczna skali J.C. Ravena, Warszawa 1970, s. 36.

⁶⁰¹ Por., ibidem, s. 123.

- *Seria A* – „zasada ciągłości wzorów” – rozwiązując zadania tej serii, badana osoba w pierwszej kolejności wyodrębnia zasadnicze elementy, na podstawie których ułożone są poszczególne matryce i dostrzega zachodzące między nimi związki, a następnie uświadamia sobie brakujące części matryc.
- *Seria B* – „zasada analogii pomiędzy parami figur” – w serii tej, badana osoba ma za zadanie wykryć analogie między parami figur i uzupełnić brakujące części matryc.
- *Seria C* – „zasada progresywnych zmian wzorów” – zadania tej serii ułożone są według określonej zasady logicznej, której odkrycie pozwala badanej osobie poprawnie uzupełnić puste części matryc.
- *Seria D* – „zasada przestawiania figur” – zadania polegają tu na przestawianiu figur w matrycy w kierunku poziomym i pionowym. Badana osoba ma więc za zadanie wykryć tę zasadę i wybrać odpowiednie elementy matryc.
- *Seria E* – „zasada rozkładania figur na elementy” – zawiera najtrudniejsze do rozwiązania zadania, które polegają na analizie lub syntezie figur z poszczególnych elementów zgodnie z określoną zasadą⁶⁰².

Na rozwiązanie całego testu, badana osoba ma 20 minut. Odpowiedzi udziela na osobnej karcie. Wyniki badań obliczane są na podstawie ogólnej sumy dobrze rozwiązanych zadań.

Poziom logicznego myślenia uczniów klas szóstych szkoły podstawowej zmierzono również za pomocą stworzonego przez autorkę testu na logiczne myślenie. Powstał on w oparciu o taksonomię celów kształcenia Benjamina S. Blooma, która zasadniczo dzieli się na dwie części. Pierwsza dotyczy przyswajania wiedzy, a druga posługiwania się nią, czyli: zrozumienia, zastosowania, analizy, syntezy i oceny. Opracowany na potrzeby badań test na logiczne myślenie jest testem percepcyjno-werbalnym. Składa się w sumie z trzydziestu zadań o zróżnicowanym poziomie trudności podzielonych na pięć skal:

1. Skala I - *Rozumienie znaczenia słów*. Skupia zadania na podawanie różnych znaczeń danych słów, (zadania: 6, 16, 24, 30).

⁶⁰² Por. B. Hornowski, *ibidem*, s. 22-25.

2. Skala II - *Zastosowanie reguł kombinatorycznych*. Zadania tej skali polegają na zestawieniu elementów różnych zbiorów w określonych relacjach, (zadania: 19, 27).
3. Skala III - *Zrozumienie i interpretacja* – zawiera zadania tekstowe z matematyki na zrozumienie i interpretację dosłownej informacji zawartej w przekazie. Badana osoba musi umieć wyprowadzać uogólnienia ze zbioru szczegółów, (zadania: 1, 7, 8, 9, 17, 18, 26, 28, 29).
4. Skala IV - *Analiza*. Obejmuje zadania badające umiejętność rozkładania materiału na części składowe i wykrywania pomiędzy nimi związków, (zadania 3, 5, 11, 13, 15, 21, 23).
5. Skala V - *Synteza*. Zawiera zadania wymagające umiejętności składania z elementów i części jednej zwartej całości, (zadania 2, 4, 10, 12, 14, 20, 22, 25)⁶⁰³.

Na rozwiązanie całego testu, badana osoba ma 30 minut. Odpowiedzi udziela na osobnej karcie. Wyniki badań obliczane są na podstawie ogólnej sumy dobrze rozwiązanych zadań.

Drugą z zastosowanych metod badawczych jest metoda sondażu diagnostycznego polegająca na sondowaniu, badaniu opinii celowo wybranej populacji osób, tj. uczniów klas szóstych szkoły podstawowej, ich wychowawców i nauczycieli.

Metoda badawcza realizowana jest poprzez właściwe dla niej techniki i narzędzia badawcze. Wśród technik badawczych zastosowano: omówione powyżej **testy typu papier-ołówek** oraz **ankietę**⁶⁰⁴. Tą ostatnią przeprowadzono imiennie wśród uczniów klas szóstych szkoły podstawowej nr 4 w Brodnicy w celu skontrolowania zmiennych niezależnych i anonimowo wśród ich nauczycieli.

Na potrzeby niniejszych badań posłużono się narzędziami badawczymi w postaci egzemplarzy dwóch rodzajów testów - J. C. Ravena oraz autorskiego testu na logiczne myślenie (Aneks 1). Zastosowano również kwestionariusze ankiety dla uczniów i dla ich nauczycieli. Informacje uzyskane za pomocą powyższych narzędzi badawczych wykorzystano w celu weryfikacji postawionych hipotez.

⁶⁰³ Aneks 2 Autorski test na logiczne myślenie. Został przygotowany m.in. w oparciu o zadania zamieszczone w książce M. Głazek, Rusz głową. Jak podwyższyć poziom swojej inteligencji, Warszawa 2007.

⁶⁰⁴ Ibidem, s. 117-180.

IV 4. Opis badanych osób, terenu i organizacji badań

Do badań nad komputerowym wspomaganie logicznego myślenia uczniów wybrano losowo z województwa kujawsko-pomorskiego szkołę podstawową nr 4 w Brodnicy. Powstała ona w związku z obchodami 1000-lecia państwa polskiego. Pierwsza inauguracja roku szkolnego odbyła się 1 września 1968 roku. W 1998 roku nadano szkole imię 700-lecia Brodnicy. Obecnie, dzięki staraniom dyrektora – Jacka Nagórskiego, szkoła posiada kompleks sportowy „ORLIK”, a także dwie nowoczesne pracownie: multimedialną z tablicą interaktywną „Interwrite 85” oraz komputerową, współfinansowaną przez Europejski Fundusz Społeczny i Urząd Miasta w Brodnicy. Na wyposażeniu tej ostatniej są 24 stanowiska uczniowskie z dostępem do Internetu, serwer, osobny komputer oraz laptop dla nauczyciela, projektor, skaner i drukarka.

Prezentowana szkoła podstawowa nr 4 w Brodnicy w rankingu wszystkich szkół podstawowych województwa kujawsko-pomorskiego pod względem uzyskanych wyników ze sprawdzianu końcowego klas szóstych za okres 2004-2008 uzyskała w skali staninowej⁶⁰⁵ poziom średni⁶⁰⁶.

Badania miały charakter eksperymentu przebiegającego w trzech fazach. W pierwszej, przeprowadzono losowanie indywidualne nieograniczone, które pozwoliło wyłonić spośród wszystkich szóstoklasistów w wieku od 12 do 13 lat dwie trzydziestoczworoosobowe grupy badawcze, tj. grupę eksperymentalną i kontrolną. Od rodziców uczniów przydzielonych losowo do grupy eksperymentalnej uzyskano pisemne zgody na uczestnictwo ich dzieci w półrocznych zajęciach pozalekcyjnych z cyklu: „Komputerowe wspomaganie logicznego myślenia”. W rezultacie zgodę na udział w powyższych zajęciach uzyskało 27 uczniów, z których sześcioro dobrowolnie zrezygnowało z zajęć. Grupę eksperymentalną stanowiło łącznie 21 uczniów, tj. 14 dziewcząt i 7 chłopców, a grupę kontrolną tworzyło w sumie 33 uczniów, w tym 14 dziewcząt i 19 chłopców. Następnie uczniów z obu grup przebadano dwoma pretestami na logiczne myślenie. Były to odpowiednio test J.C. Ravena oraz opracowany przez

⁶⁰⁵ Skala staninowa pozwala określić jaką pozycję zajmuje wynik danej szkoły na tle wyników uzyskanych przez całą badaną populację. Składa się ona w sumie z dziewięciu przedziałów, z których przedział 1 oznacza poziom najniższy, a 9 – najwyższy.

(http://www.oke.poznan.pl/cms,820,skale_staninowe_2009.htm)

⁶⁰⁶ www.brodnica.miasto.biz/portal/download/file_id/3275/pid/408.html (s.26)

autorkę test na logiczne myślenie. Na zakończenie tej fazy przeprowadzono analizę statystyczną w celu oceny istotności różnic między dobranymi grupami uczniowskimi. Uzyskano ją w oparciu o wyniki z obu pretestów. Stwierdzono brak istotnych różnic między porównywanymi grupami (Aneks 2).

W drugiej fazie eksperymentu grupa eksperymentalna regularnie⁶⁰⁷ uczestniczyła w cotygodniowych półtoragodzinnych zajęciach pozalekcyjnych z cyklu „Komputerowe wspomaganie logicznego myślenia”. Zajęcia odbywały się przez pół roku w pracowni komputerowej i polegały na tworzeniu multimedialnych projektów edukacyjnych w systemie programowania Logomocja-Imagine. Każdy uczeń miał własne stanowisko pracy. W ciągu dwudziestu zajęć uczniowie zapoznali się z:

1. edytorem graficznym Logomotion, w którym samodzielnie przygotowywali grafikę do edukacyjnych projektów multimedialnych i nauczyli się tworzyć animowane postacie motyla i obracającą się w dwóch kierunkach piłkę. (3 zajęcia x 1,5 h)
2. Programem Logomocja-Imagine, w którym opanowali grafikę żółwia poprzez pisanie procedur m.in. na kwadrat, trójkąt, koło, rozetę i serwetę (3 zajęcia x 1,5h), a także zaprogramowali następujące edukacyjne projekty multimedialne: kartka bożonarodzeniowa (3 zajęcia x 1,5h), rebus (2 zajęcia x 1,5h), puzzle (3 zajęcia x 1,5h), zliczanie punktów (3 zajęcia x 1,5h), warunkowa kolorowanka z jajkiem wielkanocnym (3 zajęcia x 1,5h).

Grupa kontrolna nie uczestniczyła w żadnych dodatkowych zajęciach pozalekcyjnych.

Trzecią fazę eksperymentu zrealizowano po upływie sześciu miesięcy. W badaniach użyto tych samych narzędzi badawczych. Oprócz tego przeprowadzono anonimową ankietę ze wszystkimi nauczycielami uczniów klas szóstych. Badania zrealizowano w roku szkolnym 2009/2010 w miesiącach październik - marzec.

IV 5. Metody analizy statystycznej

Surowy materiał badawczy został skategoryzowany według obowiązujących standardów merytorycznych i procedur statystycznych. Głównym podziałem jest

⁶⁰⁷ Uczniowie z grupy eksperymentalnej regularnie uczestniczyli w zajęciach. W ciągu pół roku nie odnotowano istotnej absencji, która mogłaby mieć wpływ na osiągnięte przez nich wyniki w testach na logiczne myślenie.

klasyfikacja ankietowanych (uczniów) ze względu na grupę badawczą. Dalsze podziały klasyfikacyjne zostały wyznaczone na podstawie wskaźników wyszczególnionych w metodologii badań (tabela 1). Empiryczne wielkości pomiarów cech zostały poddane analizie statystycznej w podgrupach uzyskanych w wyniku tych klasyfikacji.

Analiza statystyczna obejmowała analizę opisową i decyzyjną. W skład analizy opisowej weszły prezentacje graficzne i liczbowe otrzymanych wyników. W opisie charakterystyk jakościowych stosowano tablice kontyngencji (wielodzielcze) z zaznaczeniem odpowiedniego udziału procentowego i ilościowego.

Jako miarę położenia cech ilościowych przyjęto średnią i pięć nieparametrycznych charakterystyk Tukeya (minimum, kwartył 25%, mediana, kwartył 75% i maksimum) Jako miarę rozrzutu przyjęto odchylenie standardowe. Wartości statystyk opisowych i z podziałem na grupy obserwacji zaprezentowano w tablicach lub/i w formie prezentacji graficznej.

W zakresie statystycznej analizy decyzyjnej stosowano testy statystyczne. Za podstawę analizy porównawczej przyjęto metody oparte na analizie wariancji. Test ten (ANOVA) dotyczy porównania średnich obserwowanej zmiennej w dwóch lub większej liczbie kategorii. W przypadku dwóch kategorii test ANOVA jest testem t-Studenta. Wynikiem testu jest podanie decyzji o równości średnich we wszystkich kategoriach jednocześnie. Decyzji negatywnych nie zaprezentowano. Podano tylko decyzje o różnicy średnich. Zawsze starano się zamieścić nazwę testu, wartość testu z zaznaczeniem liczby stopni swobody i poziom istotności testowanej hipotezy zerowej.

Decyzyjny poziom istotności przyjęto jako $p = 0,05$. Oznacza to, że jeśli graniczny dopuszczalny poziom istotności był poniżej 0,05 (tzw. p - value), to podejmowano decyzję o statystycznej istotności różnic średnich. W przypadku poziomu istotności mniejszego od 0,001 pisano zawsze $p < 0,001$.

Obliczenia zostały wykonane z użyciem pakietu statystycznego Statistica 8.0 i środowiska obliczeń statystycznych R 2.8.1⁶⁰⁸.

⁶⁰⁸ R Development Core Team, 2007. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>

ROZDZIAŁ V

Wyniki badań własnych

W niniejszym rozdziale zaprezentowana zostanie analiza wyników badań ukazujących stymulowanie logicznego myślenia za pomocą systemu programowania edukacyjnego z uwzględnieniem kategorii płęć. Poza tym przedstawiony zostanie związek logicznego myślenia badanych uczniów z rodzajem zainteresowań, poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych oraz czynnikami środowiskowo-społecznymi takimi, jak: wykształcenie rodziców, odrabianie lekcji dziecka z pomocą i bez pomocy rodziców czy warunki ekonomiczne rodziny. Innymi słowy w rozdziale tym dokonana zostanie analiza uzyskanych z badań danych empirycznych dla zmiennej zależnej stanowiącej poziom logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej. Analiza tych danych przeprowadzona zostanie w dwóch płaszczyznach, tj. na poziomie wnioskowania statystycznego mającego na celu weryfikację hipotez oraz na poziomie związanym z określeniem stopnia wielkości przyrostu zmiennej zależnej.

Za podstawę obserwacji przyjęto wyniki w preteście uzyskane przez uczniów z grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Przyczyna takiego podejścia uwarunkowana jest następującym wnioskiem. Analiza wyników otrzymanych z pretestu J.C. Ravena wykazała, że uczniowie z obu grup badawczych rozwiązywali przeciętnie taką samą liczbę zadań. Grupa eksperymentalna uzyskała w teście J.C. Ravena średnią arytmetyczną 36,1 punktów, a grupa kontrolna – 37,2 punktów. Z kolei w autorskim teście na logiczne myślenie grupa eksperymentalna uzyskała średnio 13,7 punktów, a grupa kontrolna – 13,4 punktów. Stwierdzono, że nie ma statystycznie istotnych różnic w obu testach w średnich wartościach w grupie kontrolnej i grupie eksperymentalnej (według testu t-Studenta)⁶⁰⁹.

W dalszej kolejności rozpatrywano wyniki z badań w następujących płaszczyznach:

1. Wspomaganie logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej poprzez pracę w systemie programowania edukacyjnego.
2. Rozwijanie logicznego myślenia przez badanych uczniów.

⁶⁰⁹ Aneks 5

3. Związek między czynnikami środowiskowo-społecznymi a logicznym myśleniem.
4. Wspomaganie logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych przez nauczycieli.

V 1. Komputerowe programowanie edukacyjne a logiczne myślenie uczniów

W celu sprawdzenia, czy i w jaki sposób praca w oparciu o komputerowe programowanie edukacyjne wspomaga logiczne myślenie uczniów w porównaniu z tradycyjnymi środkami dydaktycznymi stosowanymi powszechnie przez nauczycieli na zajęciach lekcyjnych, dokonano analizy różnicy wyników między pretestem a posttestem w skali J.C. Ravena i autorskim teście na logiczne myślenie dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Wyniki badań przedstawiono poniżej.

TEST J.C. RAVENA

Różnica między globalnym wynikiem testu J.C. Ravena w postteście i preteście

Tabela 2 Różnica wyników między pretestem a posttestem J.C. Ravena

| Różnica między pretestem a posttestem J.C. Ravena | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|------|------|------|-----|-----|
| Eksperymentalna | 6,9 | 21 | 3,6 | 0,0 | 13,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 |
| Kontrolna | 2,4 | 33 | 5,0 | -8,0 | 13,0 | -1,0 | 3,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 4,1 | 54 | 5,0 | -8,0 | 13,0 | | | |

Źródło: badania własne

Na podstawie powyższych danych stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach globalnych testu J.C. Ravena w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 13,09 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,001$.

Analizując wyniki średnich wartości różnicy między pretestem a posttestem J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie eksperymentalnej wartość różnicy między pretestem a posttestem J.C. Ravena jest większa niż w grupie kontrolnej.

Uczniowie z grupy eksperymentalnej w postteście w relacji do pretestu J.C. Ravena rozwiązywali poprawnie średnio siedem zadań więcej aniżeli ich rówieśnicy z grupy kontrolnej, którym udawało się znaleźć poprawne rozwiązanie dla średnio nieco ponad dwóch zadań więcej.

Minimalna różnica między pretestem a posttestem J.C. Ravena dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej wynosiła odpowiednio 0,0 i -8,0 punktów. Maksymalna różnica między analizowanym pretestem a posttestem dla obu grup badawczych stanowiła 13,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego dla grupy eksperymentalnej miała wartość 3,6, a dla grupy kontrolnej aż 5,0. Na tak dużą rozbieżność wyników w grupie kontrolnej i w efekcie wysokie odchylenie standardowe mogą wpływać następujące czynniki: brak zdolności logicznego myślenia i udzielanie odpowiedzi na zasadzie przypadku, tj. na „chybił-trafił”; brak koncentracji uwagi lub oswojenia z rysunkami liniowymi, niemożność uchwycenia figury; zbyt słaba wyobraźnia oraz niewielka wytrzymałość psychofizyczna, w szczególności w odniesieniu do końcowej skali E, która jest najtrudniejsza.

Różnica wyników między pretestem a posttestem J.C. Ravena w zakresie skali E

Test psychologiczny J.C. Ravena tworzy łącznie pięć skal (A B C D i E). We wszystkich tych skalach grupa eksperymentalna w postteście w relacji do pretestu wypadła lepiej niż grupa kontrolna. Jednakże statystycznie istotną różnicę stwierdzono tylko w skali E (tabela 3).

Tabela 3 Różnica wyników dla skali E pretestu J.C. Ravena

| Różnica między pretestem a posttestem J.C. Ravena Skala E | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|------|-----|------|-----|-----|
| Eksperymentalna | 2,1 | 21 | 2,8 | -3,0 | 8,0 | 1,0 | 1,0 | 4,0 |
| Kontrolna | 0,2 | 33 | 2,1 | -6,0 | 5,0 | -1,0 | 0,0 | 2,0 |
| Ogół grup | 1,0 | 54 | 2,5 | -6,0 | 8,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach skali E testu J.C. Ravena w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Testowanie przeprowadzono przy

pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 8,52 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,005$.

Analizując wyniki średnich wartości skali E testu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie eksperymentalnej wartość różnicy skali E testu J.C. Ravena w postteście w relacji do pretestu jest większa niż w grupie kontrolnej.

W skali E posttestu w relacji do pretestu J.C. Ravena uczniowie z grupy eksperymentalnej zdobywali średnio dwa punkty więcej, a ich rówieśnicy z grupy kontrolnej osiągnęli średnio mniej niż pół punktu.

Maksymalna różnica między pretestem a posttestem J.C. Ravena dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej wynosiła odpowiednio 8,0 i 5,0 punktów. Minimalna różnica między tym samym pretestem a posttestem dla grupy eksperymentalnej miała wartość -3,0, a dla grupy kontrolnej -6,0 punktów. Odchylenie standardowe dla grupy eksperymentalnej wynosiło 2,8 a dla grupy kontrolnej 2,1.

Uzyskane wyniki dla obu grup badawczych są konsekwencją faktu, iż skala E jest najtrudniejszą skalą pomiarową odpowiedzialną za najbardziej zaawansowane procesy myślowe. W skali B wymagana jest zdolność wnioskowania przez analogię. W kolejnych skalach: D, C i A występuje również wnioskowanie oparte częściowo na zasadzie analogii. Tymczasem w skali E zachodzą procesy myślowe oparte na analizie i syntezie. Przeprowadzony eksperyment uwidoczniał w tej skali rzeczywisty wzrost umiejętności logicznego myślenia w najtrudniejszym obszarze. Uczniowie z grupy kontrolnej nie poradzili sobie z tą skalą i z jej zadaniami wymagającymi zdolności analizy i syntezy.

Z powyższych rozważań wynika, że potwierdzona została hipoteza, która stanowiła, że komputerowe programowanie edukacyjne w porównaniu z tradycyjnymi środkami dydaktycznymi w sposób istotny wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej. Świadczą o tym: wysoki wskaźnik przyrostu logicznego myślenia w grupie eksperymentalnej wynoszący średnio 6,9 punktu dla ogólnego wyniku stanowiącego różnicę między pretestem a posttestem J.C. Ravena (tabela 2), a także niska wartość odchylenia standardowego (tabela 2).

AUTORSKI TEST NA LOGICZNE MYŚLENIE

Różnica między globalnym wynikiem testu autorskiego weryfikującego logiczne myślenie w postteście i preteście

Tabela 4 Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie

| Różnica między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie | Średnie | N | Odch. std | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|-----------|-----|------|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 6,4 | 21 | 3,8 | 1,0 | 13,0 | 3,0 | 7,0 | 9,0 |
| Kontrolna | 3,5 | 33 | 3,2 | 0,0 | 15,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 |
| Ogół grup | 4,6 | 54 | 3,7 | 0,0 | 15,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pomiędzy autorskim pretestem, a posttestem na logiczne myślenie w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 9,32 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,004$.

Analizując wyniki średnich wartości różnicy między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie eksperymentalnej wartość różnicy między pretestem a posttestem jest większa niż w grupie kontrolnej.

Uczniowie z grupy eksperymentalnej w autorskim postteście w relacji do pretestu na logiczne myślenie znajdowali poprawne rozwiązanie dla średnio nieco ponad sześciu zadań więcej aniżeli uczniowie z grupy kontrolnej, którym udawało się rozwiązać średnio nieco ponad trzy zadania więcej. Oznacza to, że uczniowie z grupy eksperymentalnej uzyskali niemal dwukrotnie lepszy wynik w porównaniu do swoich kolegów i koleżanek z grupy kontrolnej.

Maksymalna różnica między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej wynosiła odpowiednio 13,0 i 15,0 punktów. Minimalna różnica między tym samym pretestem a posttestem dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej miała wartość 1,0 i 0,0 punktów. Odchylenie standardowe dla grupy eksperymentalnej wynosiło 3,8 a dla grupy kontrolnej 3,2. Przytoczone powyżej wyniki badań potwierdzają wyższy przyrost logicznego myślenia u uczniów z grupy eksperymentalnej.

Autorski test na logiczne myślenie składa się łącznie z pięciu skal zawierających odpowiednio zadania na: I - rozumienie znaczenia słów, II - zastosowanie reguł

kombinatorycznych, III - zrozumienie i interpretację zadań matematycznych, IV – analizę, V – syntezę. We wszystkich tych skalach grupa eksperymentalna w postteście w relacji do pretestu wypadła lepiej niż grupa kontrolna. Jednakże statystycznie istotną różnicę stwierdzono w trzech skalach, tj. w skali I, II i III.

Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali I - Znaczenie słów

Tabela 5 Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali I - Znaczenie słów

| Autorski test na logiczne myślenie Skala I – Znaczenie słów | Średnie | N | Odch. std | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|--------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 1,5 | 20 | 1,1 | 0,0 | 4,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Kontrolna | 0,6 | 33 | 1,3 | -2,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 |
| Ogół grup | 0,9 | 53 | 1,3 | -2,0 | 4,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego testu na logiczne myślenie w skali - Znaczenie słów w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 51 wyniosła 7,63 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,008$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego testu na logiczne myślenie w zakresie skali - Znaczenie słów można przyjąć, że w grupie eksperymentalnej wartość różnicy testu własnego na znaczenie słów jest większa niż w grupie kontrolnej.

W skali I autorskiego posttestu w relacji do pretestu na logiczne myślenie uczniowie z grupy eksperymentalnej zdobywali średnio półtora punktu więcej. Ich rówieśnicy z grupy kontrolnej uzyskiwali średnio nieco ponad pół punktu więcej. Zdarzało się więc, że uczniowie z grupy kontrolnej osiągnęli niekiedy gorsze wyniki w postteście aniżeli preteście.

Minimalna różnica między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali I – Znaczenie słów dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej wynosiła odpowiednio 0,0 i -2,0 punkty. Maksymalna różnica między tym samym pretestem a posttestem dla obu grup badawczych miała wartość 4,0 punktów.

Odchylenie standardowe dla grupy eksperymentalnej wynosiło 1,1 a dla grupy kontrolnej 1,3.

Wyniki uzyskane w analizowanej skali przez uczniów z grupy eksperymentalnej wskazują, że rozwinęli oni umiejętności semantyczne związane z poprawnym znajdowaniem różnych znaczeń podanych słów. Efekty te zostały osiągnięte na skutek ich pracy z systemem programowania edukacyjnego lub innymi słowy z językiem programowania. Składa się on ze zbiorów reguł syntaktycznych i semantycznych, określających, w jaki sposób należy budować poprawne wyrażenia oraz jak komputer ma je rozumieć. Tak więc zapoznanie z semantyką języka programowania precyzującą znaczenie poszczególnych symboli, a także ich funkcją w programie wpłynęło na wyższe osiągnięcia uczniów w zakresie skali I – Znaczenie słów autorskiego testu na logiczne myślenie.

Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali II - Reguły kombinatoryczne

Tabela 6 Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali II - Reguły kombinatoryczne

| Autorski test na logiczne myślenie. Skala II – Reguły kombinatoryczne | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 0,8 | 20 | 0,6 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Kontrolna | 0,2 | 33 | 0,6 | -1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Ogół grup | 0,4 | 53 | 0,6 | -1,0 | 2,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego testu na logiczne myślenie w zakresie skali - Reguły kombinatoryczne w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 51 wyniosła 10,35 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,002$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego testu na logiczne myślenie w zakresie skali - Reguły kombinatoryczne można przyjąć, że w grupie eksperymentalnej wartość różnicy testu własnego na reguły kombinatoryczne jest większa niż w grupie kontrolnej.

W analizowanej skali autorskiego posttestu w relacji do pretestu na logiczne myślenie uczniowie z grupy eksperymentalnej zdobywali średnio prawie jeden punkt

więcej. Z kolei ich rówieśnicy z grupy kontrolnej nie uzyskiwali średnio nawet półpunktowego przyrostu w posttestie w relacji do pretestu.

Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej wynosiła odpowiednio 2,0 i 1,0 punkt, zaś minimalna 0,0 i -1,0. Odchylenie standardowe dla obu grup badawczych było takie same i równe wartości 0,6.

Powyższe wyniki badań wskazują, że uczniowie z grupy eksperymentalnej w większym stopniu aniżeli ich rówieśnicy z grupy kontrolnej rozwinęli myślenie logiczne przejawiające się w umiejętnościach kombinatorycznych. Stało się tak najprawdopodobniej dlatego, że kombinatoryka jest wymagana w pracy z systemem programowania edukacyjnego. Wiąże się z dokonywaniem wyboru między co najmniej dwoma lub większą ilością sposobów postępowania i w związku z tym wyraża się w umiejętności myślenia hipotetyczno-dedukcyjnego, a więc logicznego.

Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali III - Zrozumienie i interpretacja

Tabela 7 Różnica wyników między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja

| Autorski test na logiczne myślenie Skala III - Zrozumienie i interpretacja | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|---------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 2,3 | 20 | 2,0 | -1,0 | 6,0 | 0,5 | 2,0 | 4,0 |
| Kontrolna | 1,0 | 33 | 1,6 | -2,0 | 5,0 | 0,0 | 1,0 | 2,0 |
| Ogół grup | 1,5 | 53 | 1,8 | -2,0 | 6,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego testu na logiczne myślenie w skali - Zrozumienie i interpretacja w grupie eksperymentalnej i kontrolnej. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 51 wyniosła 7,49 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,009$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego testu na logiczne myślenie w skali - Zrozumienie i interpretacja można przyjąć, że w grupie eksperymentalnej wartość różnicy testu własnego na zrozumienie jest większa niż w grupie kontrolnej.

W powyżej analizowanej skali III autorskiego posttestu w relacji do pretestu na logiczne myślenie uczniowie z grupy eksperymentalnej zdobywali średnio nieco ponad

dwa punkty więcej. Z kolei ich rówieśnicy z grupy kontrolnej średnio uzyskiwali jeden punkt więcej.

Maksymalna różnica między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej wynosiła odpowiednio 6,0 i 5,0 punktów. Minimalna różnica między tym samym pretestem a posttestem dla grupy eksperymentalnej miała wartość -1,0, a dla grupy kontrolnej -2,0 punktów. Odchylenie standardowe dla grupy eksperymentalnej wynosiło 2,3 a dla grupy kontrolnej 1,0.

Na podstawie otrzymanych wyników badań należy stwierdzić, że uczniowie z grupy eksperymentalnej w porównaniu do uczniów z grupy kontrolnej uzyskali większy przyrost w zakresie skali III – zawierającej zadania na zrozumienie i interpretację. Oznacza to, że pracując z systemem programowania edukacyjnego w większym stopniu rozwinęli umiejętność wyprowadzania uogólnień ze zbioru szczegółów. A zatem nauczyli się właściwie analizować i przekształcać dane. W rezultacie lepiej poradzi sobie z rozwiązywaniem zadań tekstowych z matematyki wymagających podobnych umiejętności.

Podsumowanie

Przeprowadzona powyżej analiza wyników badań w zakresie testu J.C. Ravena oraz autorskiego testu na logiczne myślenie upoważnia do sformułowania wniosku, że potwierdzona została hipoteza, która zakładała, że komputerowe programowanie edukacyjne w porównaniu z tradycyjnymi środkami dydaktycznymi w sposób istotny wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej. Świadczą o tym:

- Najwyższy wskaźnik przyrostu logicznego myślenia w grupie eksperymentalnej wynoszący średnio prawie siedem punktów dla ogólnego wyniku stanowiącego różnicę między pretestem a posttestem J.C. Ravena, a także znacznie wyższe wartości kwartyłowe Q25, Q50 i Q75.
- Wyższa wartość posttestu w relacji do pretestu w zakresie najtrudniejszej skali E testu J.C. Ravena w grupie eksperymentalnej.
- Najwyższe wskaźniki przyrostu logicznego myślenia w grupie eksperymentalnej dla ogólnego wyniku stanowiącego różnicę między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie, a także dla wyników z przedstawionych

trzech skal analizowanego testu, tj. dla skali I – Znaczenie słów, II – Reguły kombinatoryczne i III – Zrozumienie i interpretacja.

Reasumując można stwierdzić, że uzyskane wyniki w sposób statystycznie istotny potwierdziły postawioną hipotezę, która stanowiła, że praca uczniów z systemem programowania edukacyjnego przyczynia się do znaczącego u nich przyrostu logicznego myślenia. Test autorski okazał się równie skuteczny co test J.C. Ravena w ocenie logicznego myślenia. Korzystne mogłoby być bardziej szczegółowe badanie wartości diagnostycznej testu autorskiego. Można w tym zakresie przeprowadzić ocenę rzetelności i trafności tego testu. Przeprowadzenie badań porównawczych na zdecydowanie większej liczbie populacji, pozwoliłoby zastosować ten test w polskich warunkach w różnych grupach wiekowych i określić, w jakim stopniu wyniki badań autorskim testem odpowiadają faktycznemu poziomowi rozwoju logicznego myślenia.

V 1.1. Płeć a poziom logicznego myślenia

Analiza wyników pretestu J.C. Ravena i autorskiego testu na logiczne myślenie we wszystkich skalach nie wykazała różnic w logicznym myśleniu u chłopców i dziewcząt. Jest to bardzo ważny i oczekiwany wynik. Można natomiast spodziewać się, że przeprowadzony eksperyment badawczy będzie różnie implementowany przez chłopców i dziewczęta. W związku z tym celem niniejszego podrozdziału jest sprawdzenie pierwszej hipotezy szczegółowej, w myśl której komputerowe programowanie edukacyjne i tradycyjne środki dydaktyczne różnie wspomagają logiczne myślenie u obu płci uczniów.

Mając powyższe na uwadze, dokonano analizy różnicy wyników między pretestem a posttestem w skali J.C. Ravena i autorskim teście na logiczne myślenie dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Wyniki zaprezentowano w poniższych tabelach i na wykresach.

TEST J.C. RAVENA

Poziom logicznego myślenia w kategorii płeć w teście J.C. Ravena

Tabela 8 Globalne wyniki testu J.C. Ravena w grupach badawczych w kategoriach płci

| Różnica między pretestem a posttestem J.C. Ravena | Średnia | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|------|------|------|-----|------|
| Eksperymentalna | 6,9 | 21 | 3,6 | 0,0 | 13,0 | | | |
| Chłopak | 7,7 | 7 | 3,5 | 2,0 | 13,0 | 6,0 | 7,0 | 11,0 |
| Dziewczyna | 6,5 | 14 | 3,7 | 0,0 | 13,0 | 4,0 | 5,5 | 8,0 |
| Kontrolna | 2,4 | 33 | 5,0 | -8,0 | 13,0 | | | |
| Chłopak | 1,9 | 19 | 5,7 | -8,0 | 13,0 | -1,0 | 2,0 | 6,0 |
| Dziewczyna | 2,9 | 14 | 3,9 | -4,0 | 9,0 | 0,0 | 3,0 | 5,0 |
| Ogół grup | 4,1 | 54 | 5,0 | -8,0 | 13,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotne różnice w globalnych wynikach testu J.C. Ravena w przypadku różnicy posttestu i pretestu w grupach wyznaczonych przez klasyfikację grupy badawczej i płeć. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 3 i 50 wyniosła 4,49 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,007$.

Wcześniejsza analiza wyników globalnych uzyskanych z porównania pretestu i posttestu J.C. Ravena w grupach płci pokazała, że w grupie eksperymentalnej różnica między posttestem i pretestem jest większa niż w grupie kontrolnej. Powyższa analiza wskazuje, że u chłopców, ta różnica w grupie eksperymentalnej jest nieco wyższa niż u dziewcząt. W grupie kontrolnej natomiast zaobserwowano wyższe wartości posttestu w relacji do pretestu u dziewcząt. Nastąpiła zatem interakcja grupy badawczej i płci w zakresie różnicy między posttestem i pretestem.

Chłopcy z grupy eksperymentalnej w postteście w relacji do pretestu J.C. Ravena rozwiązywali poprawnie średnio prawie osiem zadań więcej, a dziewczynki średnio sześć i pół zadania więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla obu płci wynosiła 13,0 punktów, a minimalna dla chłopców 2,0, a dla dziewcząt 0,0 punktów. Odchylenie standardowe było mniejsze u chłopców niż u dziewcząt o 0,2 i wynosiło 3,5.

Odwrotna tendencja wystąpiła w grupie kontrolnej, w której dziewczynki w postteście w relacji do pretestu J.C. Ravena uzyskiwały średnio prawie trzy punkty więcej w porównaniu do chłopców, którzy okazali się gorsi średnio o jeden punkt. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla dziewcząt i chłopców wynosiła odpowiednio 9,0 i 13,0 punktów, zaś minimalna -4,0 i -8,0 punktów. Mniejsza

rozbieżność wyników u dziewcząt przełożyła się na niższą w porównaniu do chłopców wartość odchylenia standardowego, które wynosiło dla dziewcząt 3,9, a dla chłopców 5,7.

Poziom logicznego myślenia w kategorii płeć w teście J.C. Ravena w zakresie skali E

Tabela 9 Poziom logicznego myślenia w kategorii płeć w oparciu o różnicę między pretestem a posttestem J.C. Ravena w zakresie skali E

| Różnica między pretestem a posttestem J.C. Ravena w zakresie skali E | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|------|-----|------|-----|-----|
| Eksperymentalna | 2,1 | 21 | 2,8 | -3,0 | 8,0 | | | |
| Chłopak | 3,0 | 7 | 2,8 | 0,0 | 8,0 | 1,0 | 2,0 | 5,0 |
| Dziewczyna | 1,7 | 14 | 2,8 | -3,0 | 6,0 | 0,0 | 1,0 | 4,0 |
| Kontrolna | 0,2 | 33 | 2,1 | -6,0 | 5,0 | | | |
| Chłopak | 0,2 | 19 | 1,6 | -4,0 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Dziewczyna | 0,3 | 14 | 2,7 | -6,0 | 5,0 | -1,0 | 0,0 | 2,0 |
| Ogół grup | 1,0 | 54 | 2,5 | -6,0 | 8,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotne różnice w skali E testu J.C. Ravena w grupach wyznaczonych przez klasyfikację grupy i płeć. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 3 i 50 wyniosła 3,27 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,029$.

Chłopcy z grupy eksperymentalnej w postteście w relacji do pretestu J.C. Ravena w zakresie skali E rozwiązywali poprawnie średnio prawie trzy zadania więcej, a dziewczynki średnio niecałe dwa zadania więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla chłopców i dziewcząt wynosiła odpowiednio 8,0 i 6,0 punktów, a minimalna 0,0 i -3,0. Odchylenie standardowe dla obu płci było takie samo i wynosiło 2,8.

Tymczasem chłopcy i dziewczęta z grupy kontrolnej w postteście w relacji do pretestu J.C. Ravena w zakresie skali E rozwiązywali zadania na niemal takim samym poziomie, który średnio nie przekraczał nawet pół zadania więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla chłopców i dziewcząt wynosiła odpowiednio 3,0 i 5,0 punktów, a minimalna -4,0 i -6,0. Odchylenie standardowe dla chłopców było niższe i wynosiło 1,6, a dla dziewcząt 2,7.

Tak więc u chłopców w grupie eksperymentalnej zauważono wyższe wartości w skali E w postteście niż w preteście. Natomiast w grupie kontrolnej efektu płci nie

dostrzeżono. Zaszła zatem interakcja płci i klasyfikacji grupowej w zakresie różnicy posttestu i pretestu J.C. Ravena w skali E. Wynik ten jest konsekwencją faktu, iż stymulowanie rozwoju logicznego myślenia powoduje większy przyrost tego myślenia u chłopców niż u dziewcząt. Natomiast brak stymulacji pozostawia tę dyspozycję na tym samym poziomie. Wskazuje to na większą wrażliwość chłopców na stymulowanie niż dziewcząt.

AUTORSKI TEST NA LOGICZNE MYŚLENIE

Poziom logicznego myślenia w kategorii płeć w autorskim teście na logiczne myślenie

Tabela 10 Globalne wyniki autorskiego testu na logiczne myślenie w grupach badawczych w kategoriach płci

| Różnica pomiędzy autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|------|-----|-----|------|
| Eksperymentalna | 6,4 | 21 | 3,8 | 1,0 | 13,0 | | | |
| Chłopak | 7,3 | 7 | 4,2 | 3,0 | 13,0 | 3,0 | 9,0 | 11,0 |
| Dziewczyna | 5,9 | 14 | 3,6 | 1,0 | 13,0 | 2,0 | 6,5 | 9,0 |
| Kontrolna | 3,5 | 33 | 3,2 | 0,0 | 15,0 | | | |
| Chłopak | 3,8 | 19 | 3,8 | 0,0 | 15,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 |
| Dziewczyna | 2,9 | 14 | 2,2 | 0,0 | 8,0 | 1,0 | 2,5 | 5,0 |
| Ogół grup | 4,6 | 54 | 3,7 | 0,0 | 15,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotne różnice w globalnych wynikach testu autorskiego w przypadku różnicy posttestu i pretestu w grupach wyznaczonych przez klasyfikację grupy badawczej i płeć. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 3 i 50 wyniosła 3,49 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,022$.

W autorskim teście na logiczne myślenie grupa eksperymentalna osiągnęła wyższe wartości niż kontrolna. W obu grupach badawczych chłopcy uzyskiwali lepsze wyniki niż dziewczynki. W związku z tym nie zaszła interakcja płci i grupy badawczej w zakresie autorskiego testu na logiczne myślenie.

W grupie eksperymentalnej w postteście w relacji do pretestu chłopcy rozwiązywali średnio nieco ponad siedem zadań więcej, a dziewczynki prawie sześć zadań więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla obu płci była

taka sama i wynosiła 13,0 punktów, a minimalna była o dwa punkty wyższa u chłopców niż u dziewcząt i miała wartość 3,0. Z kolei odchylenie standardowe było nieco niższe dla dziewcząt i wynosiło 3,6 zaś dla chłopców 4,2.

W grupie kontrolnej przewaga wyników chłopców nad wynikami dziewcząt wyniosła średnio niespełna jeden punkt. Minimalna różnica między pretestem a posttestem dla obu płci była taka sama i wynosiła 0,0 punktów, a maksymalna w przypadku chłopców równa była wartości 15,0, a dziewcząt 8,0 punktów.

Poziom logicznego myślenia w kategorii płeć w autorskim teście na logiczne myślenie w zakresie skali I – Znaczenie słów

Tabela 11 Poziom logicznego myślenia w kategorii płeć w oparciu o różnicę między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali I - Znaczenie słów

| Autorski test na logiczne myślenie. Skala I – Znaczenie słów | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 1,6 | 20 | 1,1 | 0,0 | 4,0 | | | |
| Chłopak | 2,0 | 7 | 0,8 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| Dziewczyna | 1,3 | 13 | 1,3 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 1,0 | 2,0 |
| Kontrolna | 0,6 | 33 | 1,3 | -2,0 | 4,0 | | | |
| Chłopak | 0,6 | 19 | 1,4 | -2,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Dziewczyna | 0,6 | 14 | 1,2 | -1,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 |
| Ogół grup | 0,9 | 53 | 1,3 | -2,0 | 4,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotne różnice w wynikach autorskiego testu na logiczne myślenie w zakresie skali I - Znaczenie słów w postteście i preteście w grupach wyznaczonych przez klasyfikację grupy i płeć. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 3 i 50 wyniosła 3,53 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,022$.

Chłopcy z grupy eksperymentalnej w autorskim postteście w relacji do pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali I – Znaczenie słów, rozwiązywali poprawnie średnio dwa zadania więcej, a dziewczynki średnio nieco ponad jedno zadanie więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla chłopców i dziewcząt wynosiła odpowiednio 3,0 i 4,0 punkty, a minimalna 1,0 i 0,0 punktów. Odchylenie standardowe dla chłopców było nieco niższe i wynosiło 0,8 a dla dziewcząt 1,3.

Z kolei chłopcy i dziewczęta z grupy kontrolnej w autorskim postteście w relacji do pretestu na logiczne myślenie w zakresie analizowanej skali rozwiązywali zadania na

takim samym poziomie, który średnio nieznacznie przekraczał pół zadania więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla chłopców i dziewcząt wynosiła odpowiednio 4,0 i 2,0 punkty, a minimalna -2,0 i -1,0. Odchylenie standardowe dla chłopców było minimalnie wyższe i wynosiło 1,4, a dla dziewcząt 1,2.

Z powyżej przytoczonych danych wynika, że u chłopców w grupie eksperymentalnej zauważono wyższe wartości w skali I - Znaczenie słów w postteście niż w preteście. Natomiast w grupie kontrolnej efekt płci nie występował. W związku z tym zaszła interakcja płci i klasyfikacji grupowej w zakresie różnicy posttestu i pretestu w skali I - Znaczenie słów. Wynik ten jest konsekwencją tego, że wspomaganie rozwoju logicznego myślenia powoduje większy jego przyrost u chłopców niż u dziewcząt. Natomiast brak wspomaganie tego myślenia pozostawia go na tym samym poziomie. Wskazuje to na większą podatność chłopców na stymulowanie niż dziewcząt.

Poziom logicznego myślenia w kategorii płć w autorskim teście na logiczne myślenie w zakresie skali II – Reguły kombinatoryczne

Tabela 12 Poziom logicznego myślenia w kategorii płć w oparciu o różnicę między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali II - Reguły kombinatoryczne

| Autorski test na logiczne myślenie. Skala II – Reguły kombinatoryczne | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 0,8 | 20 | 0,6 | 0,0 | 2,0 | | | |
| Chłopak | 0,9 | 7 | 0,7 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Dziewczyna | 0,7 | 13 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Kontrolna | 0,2 | 33 | 0,6 | -1,0 | 1,0 | | | |
| Chłopak | 0,2 | 19 | 0,6 | -1,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Dziewczyna | 0,3 | 14 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| Ogół grup | 0,4 | 53 | 0,6 | -1,0 | 2,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotne różnice w wynikach autorskiego testu na logiczne myślenie w zakresie zmiany reguł kombinatorycznych w postteście i preteście w grupach wyznaczonych klasyfikacją grupy i płci. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 3 i 50 wyniosła 3,53 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,022$.

Wynik ten jest podobny do ogólnych wyników z testu J.C. Ravena. U chłopców w grupie eksperymentalnej zauważono wyższe wartości w zakresie reguł

kombinatorycznych w postteście niż w preteście. W grupie kontrolnej natomiast zaobserwowano wyższe wartości u dziewcząt. Nastąpiła zatem interakcja grupy badawczej i płci w zakresie różnicy między posttestem i pretestem dotyczącej reguł kombinatorycznych.

Chłopcy z grupy eksperymentalnej w autorskim postteście w relacji do pretestu na logiczne myślenie rozwiązywali poprawnie średnio prawie jedno zadanie więcej, a dziewczynki nieco ponad pół zadania więcej. Minimalna różnica między pretestem a posttestem dla obu płci wynosiła 0,0 punktów, a maksymalna dla chłopców 2,0, a dla dziewcząt 1,0 punkt. Odchylenie standardowe dla obu płci było stosunkowo niskie i wynosiło u chłopców 0,7 a u dziewcząt 0,5.

Odwrotna tendencja wystąpiła w grupie kontrolnej, w której dziewczynki w postteście w relacji do pretestu uzyskiwały średnio nieznacznie lepszy wynik w porównaniu do chłopców. Minimalna różnica między pretestem a posttestem dla dziewcząt i chłopców wynosiła odpowiednio 0,0 i -1,0 punktu, a maksymalna różnica dla obu płci była identyczna i równa wartości 1,0 punktu. Mniejsza rozbieżność wyników u dziewcząt przełożyła się na niższą w porównaniu do chłopców wartość odchylenia standardowego. Wyniosło ono dla dziewcząt 0,5, a dla chłopców 0,6 punktu.

Poziom logicznego myślenia w kategorii płć w autorskim teście na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja

Tabela 13 Poziom logicznego myślenia w kategorii płć w oparciu o różnicę między autorskim pretestem a posttestem na logiczne myślenie w zakresie skali III - Zrozumienie i interpretacja

| Autorski test na logiczne myślenie. Skala III – Zrozumienie i interpretacja | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|------|-----|-----|-----|-----|
| Eksperymentalna | 2,4 | 20 | 2,0 | -1,0 | 6,0 | | | |
| Chłopak | 3,0 | 7 | 2,2 | 0,0 | 6,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 |
| Dziewczyna | 2,0 | 13 | 1,9 | -1,0 | 5,0 | 0,0 | 2,0 | 4,0 |
| Kontrolna | 1,0 | 33 | 1,6 | -2,0 | 5,0 | | | |
| Chłopak | 1,2 | 19 | 1,9 | -2,0 | 5,0 | 0,0 | 1,0 | 3,0 |
| Dziewczyna | 0,8 | 14 | 1,1 | -2,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Ogół grup | 1,5 | 53 | 1,8 | -2,0 | 6,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotne różnice w wynikach autorskiego testu na logiczne myślenie w zakresie zmiany skali dotyczącej zrozumienia w postteście i preteście w grupach wyznaczonych klasyfikacją grupy i płć.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 3 i 50 wyniosła 3,11 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,035$.

Wynik jest podobny do ogólnych wyników w autorskim teście na logiczne myślenie. Zrozumienie i interpretacja zadań matematycznych ma wyższe wartości w grupie eksperymentalnej niż kontrolnej. Podobnie dla chłopców otrzymano wyższe wartości niż dla dziewcząt. Nie zachodzi zatem interakcja płci i grupy badawczej w zakresie autorskiego testu na logiczne myślenie.

Chłopcy z grupy eksperymentalnej w autorskim postteście w relacji do pretestu na logiczne myślenie rozwiązywali poprawnie średnio trzy zadania więcej, a dziewczynki o jedno zadanie od nich mniej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla chłopców i dziewcząt wynosiła odpowiednio 6,0 i 5,0 punktów, a minimalna 0,0 i -1,0 punkt. Odchylenie standardowe dla chłopców było o 0,3 większe i wynosiło 2,2.

W grupie kontrolnej chłopcy również okazali się lepsi od dziewcząt rozwiązując średnio nieco ponad jedno zadanie więcej. Ich koleżankom z grupy udało się średnio znaleźć poprawne rozwiązanie dla niespełna jednego zadania więcej. Maksymalna różnica między pretestem a posttestem dla chłopców i dziewcząt wynosiła odpowiednio 5,0 i 2,0 punkty, a minimalna dla obu płci była równa wartości -2,0 punktów. Większa rozbieżność między wynikami uzyskanymi przez chłopców spowodowała większe u nich odchylenie standardowe, które wynosiło 1,9, a u dziewcząt 1,1.

Podsumowanie

W grupie eksperymentalnej w wartości różnicy posttestu i pretestu zarówno w skali J.C. Ravena (średnio o 1,2 punktu), jak i w autorskim teście na logiczne myślenie (średnio o 1,4 punktu) chłopcy osiągnęli lepsze rezultaty od dziewcząt. Podobne lub niekiedy nieco mniejsze różnice osiągnięć zauważono również na korzyść chłopców w poszczególnych skalach obu testów. W serii E testu J.C. Ravena była to średnio różnica 1,3 punktu; w autorskim teście na logiczne myślenie w skali I – Znaczenie słów – średnio 0,7 punktu; w skali II – Reguły kombinatoryczne – średnio 0,2 punktu; a w skali III – Zrozumienie i interpretacja – średnio 1,0 punkt. Wyjaśnić to

można większą wrażliwością chłopców na stymulowanie logicznego myślenia za sprawą pracy w systemie programowania edukacyjnego.

Tymczasem w grupie kontrolnej w teście J.C. Ravena nieznacznie lepsze rezultaty uzyskały dziewczęta (+1,0), a w autorskim teście na logiczne myślenie nieco lepsi okazali się chłopcy (+0,9). Jeszcze mniejsze różnice dostrzeżono na poziomie poszczególnych skal obu testów. W teście J.C. Ravena w zakresie serii E różnica w wynikach między płciami wynosiła 0,1 punktu na korzyść dziewczynek. Z kolei w autorskim teście na logiczne myślenie w skali III – Zrozumienie i interpretacja zadań matematycznych chłopcy osiągnęli lepszy wynik od dziewcząt średnio o 0,4 punktu, ale okazali się minimalnie gorsi w skali II – Reguły kombinatoryczne uzyskując średnio o 0,1 punktu mniej. Natomiast w skali I – Znaczenie słów nie odnotowano żadnych różnic w rezultatach osiągniętych przez obie płcie.

W świetle otrzymanych wyników postawiona hipoteza badawcza zostaje potwierdzona. Pytanie o to, czy chłopcy i dziewczynki uzyskują różne wyniki w zakresie logicznego myślenia zostało potwierdzone w następujących wynikach:

- Wyższe wartości obu posttestów w relacji do pretestów (w zakresie ogólnego wyniku testu J.C. Ravena oraz autorskiego testu na logiczne myślenie) u chłopców niż u dziewcząt z grupy eksperymentalnej.
- Wyższe wartości obu posttestów w relacji do pretestów w skalach szczegółowych (w zakresie skali E testu J.C. Ravena oraz w skalach I, II i III autorskiego testu na logiczne myślenie) u chłopców niż u dziewcząt z grupy eksperymentalnej.
- Brak zasadniczych różnic w wynikach osiągniętych przez dziewczynki i chłopców w grupie kontrolnej.

Uzyskane wyniki badań upoważniają do stwierdzenia, że u chłopców i dziewcząt z grupy eksperymentalnej zachodzą istotne różnice między wynikami w teście J.C. Ravena i autorskim teście na logiczne myślenie. Okazuje się, że zachodzi interakcja między płcią i przynależnością do grupy badawczej. W grupie eksperymentalnej zawsze wyniki chłopców wypadają lepiej niż wyniki dziewczynek. Prawidłowość ta nie dotyczy grupy kontrolnej, w której osiągnięcia chłopców w porównaniu do dziewcząt są nieznaczne, a więc nieistotne statystycznie, wyższe, takie same lub nieco niższe.

Przyczyny takich wyników należy upatrywać najprawdopodobniej w tym, że forma pozalekcyjnych zajęć polegających na rozwijaniu logicznego myślenia za sprawą nauki programowania bardziej odpowiadała zainteresowaniom chłopców niż dziewczynek. Podczas wspomnianych zajęć wykazywali oni większe zaangażowanie, motywację i kreatywność.

V 2. Rozwijanie logicznego myślenia przez uczniów VI klasy szkoły podstawowej

Aby poznać sposób, w jaki uczeń VI klasy szkoły podstawowej rozwija swoje logiczne myślenie, dokonano analizy wyników uzyskanych z dwóch pretestów (testu J.C Ravena i autorskiego testu na logiczne myślenie) przez uczniów z grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Ze względu na postawiony problem badawczy dotyczący sposobów rozwijania logicznego myślenia wszyscy uczniowie traktowani byli jako jedna grupa badawcza. W związku z tym wzięto pod uwagę wyniki z pretestów, na podstawie których nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między obiema grupami badawczymi.

Otrzymane wyniki badań rozpatrywano pod kątem weryfikacji następujących hipotez szczegółowych:

1. Im mniejsze trudności w nauce matematyki, tym wyższy poziom logicznego myślenia.
2. Ze wzrostem wiedzy matematycznej rośnie poziom logicznego myślenia.
3. Zainteresowania sprzyjające rozwojowi logicznego myślenia implikują przyrost tego myślenia.

V 2.1. Trudności w nauce matematyki a logiczne myślenie

W celu zweryfikowania pierwszej hipotezy szczegółowej, zakładającej, że ze spadkiem trudności w nauce matematyki, wzrasta poziom logicznego myślenia, dokonano analizy wyników badań otrzymanych z dwóch pretestów, tj. testu J.C Ravena

i autorskiego testu na logiczne myślenie. Wyniki zaprezentowano w poniższych tabelach i na wykresach.

TEST J.C. RAVENA

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena

Tabela 14 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Pretest J.C. Ravena Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|---------------|------|------|------|------|------|
| Tak | 32,7 | 26 | 8,8 | 14,0 | 47,0 | 27,0 | 31,0 | 42,0 |
| Nie | 40,6 | 28 | 6,0 | 25,0 | 51,0 | 37,5 | 42,0 | 45,0 |
| Ogół grup | 36,8 | 54 | 8,4 | 14,0 | 51,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 14,98 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,000$.

Analizując wyniki średnich wartości pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób niemających trudności z nauką matematyki, wzrasta wartość tego pretestu.

Uczniowie nieposiadający żadnych trudności w nauce matematyki w preteście J.C. Ravena uzyskiwali średnio prawie 41 punktów, a ich rówieśnicy z trudnościami w nauce tego ścisłego przedmiotu osiągnęli średni wynik prawie o 8 punktów gorszy.

Maksymalny wynik uzyskany w preteście przez osoby świetnie radzące sobie z matematyką wyniósł 51,0 punktów, a minimalny był o połowę gorszy i stanowił 25,0 punktów. Tymczasem maksymalny rezultat osób z trudnościami w nauce matematyki równy był wartości 47,0 punktów, a minimalny – 14,0 punktom. Wartość odchylenia standardowego dla uczniów niemających i mających trudności z matematyką wynosiła odpowiednio 6,0 i 8,8.

Otrzymane wyniki badań w zakresie istnienia związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia wskazują, że im

mniejsze uczeń ma problemy z nauką matematyki, tym wyższy osiąga wynik w teście J.C. Ravena.

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali A

Tabela 15 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Pretest J.C. Ravena - skala A Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|------|------|------|------|
| Tak | 10,7 | 26 | 1,3 | 8,0 | 12,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 |
| Nie | 11,4 | 28 | 0,8 | 9,0 | 12,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 |
| Ogół grup | 11,1 | 54 | 1,1 | 8,0 | 12,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w serii A w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 6,93 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,011$.

Analizując wyniki średnich wartości skali A pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób niemających trudności z nauką matematyki, wzrasta wartość tej skali.

Uczniowie nieposiadający żadnych problemów z nauką matematyki w skali A pretestu J.C. Ravena uzyskiwali średnio prawie maksymalną ilość punktów, tj. 12, a ich koledzy i koleżanki z trudnościami w nauce tego ścisłego przedmiotu osiągnęli średni wynik prawie o 1 punkt słabszy.

Minimalny wynik uzyskany w skali A przez osoby z trudnościami i bez trudności w nauce matematyki wynosił odpowiednio 8,0 i 9,0 punktów, a maksymalny 12,0 punktów. Odchylenie standardowe w grupie osób z problemami w nauce tego przedmiotu było wyższe o pół punktu i wynosiło 1,3.

Zaprezentowane wyniki badań dotyczące istnienia związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia w zakresie serii A

testu J.C. Ravena wskazują, że im większe uczeń ma trudności z nauką matematyki, tym niższy uzyskuje wynik w analizowanej skali.

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali B

Tabela 16 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Pretest J.C. Ravena – skala B Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|------|-----|------|------|
| Tak | 7,7 | 26 | 2,5 | 2,0 | 11,0 | 6,0 | 7,0 | 10,0 |
| Nie | 10,1 | 28 | 1,6 | 6,0 | 12,0 | 9,0 | 11,0 | 11,0 |
| Ogół grup | 8,9 | 54 | 2,4 | 2,0 | 12,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu serii B w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 18,96 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,000$.

Analizując wyniki średnich wartości skali B pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób nieprzejawiających trudności z nauką matematyki, wzrasta wartość tej skali.

Uczniowie niemający problemów z nauką matematyki w skali B pretestu J.C. Ravena osiągalni średnio 10 punktów, a ich rówieśnicy z trudnościami w nauce tego ścisłego przedmiotu uzyskiwali średni wynik bliski 8,0 punktom.

Minimalny wynik dla analizowanej skali uzyskany przez osoby z trudnościami i bez trudności w nauce matematyki to odpowiednio 2,0 i 6,0 punktów, a maksymalny 11,0 i 12,0 punktów. Odchylenie standardowe w grupie osób z problemami w nauce tego przedmiotu było wyższe o prawie jeden punkt i wynosiło 2,5.

Przedstawione wyniki badań dotyczące istnienia związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia w zakresie serii B testu J.C. Ravena wskazują, że ze wzrostem problemów z nauką matematyki, spada wynik w zakresie analizowanej skali.

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali D

Tabela 17 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Pretest J.C. Ravena - skala D Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|------|-----|-----|------|
| Tak | 5,7 | 26 | 2,9 | 0,0 | 11,0 | 3,0 | 6,5 | 8,0 |
| Nie | 8,4 | 28 | 2,2 | 3,0 | 11,0 | 7,0 | 9,0 | 10,0 |
| Ogół grup | 7,1 | 54 | 2,9 | 0,0 | 11,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w serii D w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 15,60 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,000$.

Analizując wyniki średnich wartości skali D pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób z trudnościami w nauce matematyki, maleje wartość niniejszej skali.

Uczniowie posiadający problemy z zagadnieniami matematycznymi w skali D pretestu J.C. Ravena uzyskiwali średnio niespełna 6,0 punktów, a ich rówieśnicy nieprzejawiający trudności w nauce tego ścisłego przedmiotu osiągalni średni wynik prawie o 3 punkty lepszy.

Minimalny wynik uzyskany w serii D przez uczniów z trudnościami i bez trudności w nauce matematyki wynosił odpowiednio 0,0 i 3,0 punkty, a maksymalny 11,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego w grupie osób z problemami w nauce tego przedmiotu była wyższa o ponad pół punktu i wynosiła 2,9.

Otrzymane wyniki badań w zakresie istnienia związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia w serii D testu J.C. Ravena wskazują, że im mniejsze uczeń ma problemy z nauką matematyki, tym wyższy osiąga wynik w powyższej skali.

AUTORSKI TEST NA LOGICZNE MYŚLENIE

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie

Tabela 18 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Autorski pretest na logiczne myślenie Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|------|------|------|------|
| Tak | 11,7 | 26 | 4,0 | 6,0 | 18,0 | 8,0 | 11,0 | 15,0 |
| Nie | 15,3 | 28 | 4,2 | 8,0 | 24,0 | 12,0 | 14,5 | 18,5 |
| Ogół grup | 13,5 | 54 | 4,5 | 6,0 | 24,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności?

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 10,13 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,002$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie osób niemających trudności z nauką matematyki, wzrasta wartość tego pretestu.

Uczniowie niemający żadnych problemów z matematyką w autorskim preteście na logiczne myślenie uzyskiwali średnio nieco ponad 15 na 30 punktów, a ich rówieśnicy z trudnościami w nauce tego ścisłego przedmiotu osiągnęli średni wynik o 3,5 punktu gorszy.

Maksymalny wynik otrzymany w preteście przez osoby dobrze radzące sobie z matematyką wynosił 24,0 punkty, a minimalny był o jedną trzecią gorszy i stanowił 8,0 punktów. Tymczasem maksymalny rezultat osób z trudnościami w nauce matematyki równy był wartości 18,0 punktów, a minimalny – 6,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego dla uczniów niemających i mających trudności z matematyką wynosiła odpowiednio 4,2 i 4,0.

Maksymalny wynik w grupie uczniów z trudnościami w nauce matematyki wynosił 18 punktów, a wartość Q75 w grupie uczniów niemających trudności z matematyką wynosiła 18,5 punktu. Oznacza to, że co najmniej 25% uczniów

nieposiadających problemów z nauką tego ścisłego przedmiotu uzyskało wynik lepszy niż ich rówieśnicy mający problemy z matematyką.

Uzyskane wyniki badań w zakresie istnienia związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia wskazują, że im mniejsze uczeń ma problemy z nauką matematyki, tym lepszy osiąga wynik w autorskim teście na logiczne myślenie.

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja

Tabela 19 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala III - Zrozumienie i interpretacja Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tak | 2,5 | 26 | 1,6 | 0,0 | 6,0 | 1,0 | 2,0 | 4,0 |
| Nie | 4,0 | 28 | 1,4 | 2,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Ogół grup | 3,3 | 54 | 1,7 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w skali III – Zrozumienie i interpretacja w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 12,64 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,008$.

Analizując wyniki średnich wartości skali III – Zrozumienie i interpretacja autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie uczniów niemających trudności z zagadnieniami matematycznymi, wzrasta wartość tej skali.

Uczniowie nieposiadający problemów z matematyką w skali III – Zrozumienie i interpretacja autorskiego pretestu na logiczne myślenie osiągnęli średnio 4,0 punkty, a ich koledzy i koleżanki z trudnościami w nauce tego ścisłego przedmiotu uzyskiwali średni wynik prawie o 1,5 punktu słabszy.

Minimalny wynik uzyskany w analizowanej skali przez osoby z trudnościami i bez trudności w nauce matematyki wynosił odpowiednio 0,0 i 2,0 punkty,

a maksymalny 6,0 i 7,0 punktów. Odchylenie standardowe w grupie osób z problemami w nauce tego przedmiotu było wyższe o 0,2 punktu i wynosiło 1,6.

Przedstawione wyniki badań dotyczące istnienia związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia w zakresie skali III autorskiego testu na logiczne myślenie wskazują, że im mniejsze uczeń ma trudności z nauką matematyki, tym wyższy uzyskuje wynik w analizowanej skali.

Związek między trudnościami w nauce matematyki a poziomem logicznego myślenia na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali IV – Analiza

Tabela 20 Trudności w nauce matematyki a poziom logicznego myślenia

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala IV – Analiza Trudność w nauce matematyki | Średnie | N | Odech. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tak | 4,1 | 26 | 1,2 | 1,0 | 6,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 |
| Nie | 5,0 | 28 | 1,1 | 2,0 | 7,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 4,6 | 54 | 1,2 | 1,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w skali IV- Analiza w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy nauka matematyki sprawia Ci trudności? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 7,99 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,007$.

Analizując wyniki średnich wartości skali IV autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie osób nieprzejawiających trudności z nauką matematyki, wzrasta wartość tej skali.

Uczniowie niemający trudności z matematyką w skali IV niniejszego pretestu otrzymywali średnio 5,0 punktów, a ich rówieśnicy z trudnościami w nauce tego ścisłego przedmiotu uzyskiwali średni wynik o 1,0 punkt słabszy.

Maksymalny wynik dla analizowanej skali uzyskany przez osoby z trudnościami i bez trudności w nauce matematyki to odpowiednio 6,0 i 7,0 punktów, a minimalny 1,0

i 2,0 punkty. Odchylenie standardowe w grupie osób z problemami w nauce tego przedmiotu było wyższe zaledwie o 0,1 punktu i wynosiło 1,2.

Wartość kwartyła Q75 w grupie uczniów bez trudności z matematyką wynosiła 6,0 punktów, a maksymalny wynik w grupie uczniów z trudnościami matematycznymi wynosił również 6,0 punktów. Oznacza to, że znalazła się pokaźna część uczniów nieposiadających trudności w nauce tego ścisłego przedmiotu (ok. 25%), którzy osiągnęli wynik wyższy od 6,0 punktów.

Otrzymane wyniki badań obrazujące istnienie związku między trudnościami w nauce przedmiotów ścisłych a poziomem logicznego myślenia w zakresie skali IV autorskiego testu na logiczne myślenie wskazują, że ze wzrostem problemów z nauką matematyki, spada wynik w zakresie analizowanej skali.

Podsumowanie

Otrzymane wyniki badań potwierdziły hipotezę szczegółową, która zakładała, że im mniejsze uczeń posiada trudności w nauce matematyki, tym wyższy osiąga poziom logicznego myślenia. Świadczą o tym:

- Najwyższy bezwzględny przyrost logicznego myślenia w grupie uczniów nieposiadających trudności z nauką matematyki w zakresie: ogólnego wyniku otrzymanego w teście J.C. Ravena i jego skalach: A, B i D, jak również w odniesieniu do ogólnego wyniku uzyskanego w autorskim teście na logiczne myślenie, jak również w jego skalach: III – Zrozumienie i interpretacja oraz IV – Analiza.
- Wysokie wartości kwartyłowe w wynikach uzyskanych w teście J.C. Ravena i w jego trzech skalach, tj. skali A, B i D, a także w autorskim teście na logiczne myślenie i w jego skali III zawierającej zadania na zrozumienie i interpretację oraz w skali IV wymagającej analitycznego myślenia. Wartości kwartyłowe Q75 dla co najmniej 25% uczniów nieposiadających trudności z nauką matematyki często były nie do osiągnięcia przez uczniów mających problemy z nauką tego ścisłego przedmiotu.

Powyższe wyniki badań w pełni potwierdzają słuszność postawionej hipotezy szczegółowej, gdyż wskazują, że ze spadkiem trudności w nauce matematyki, wzrasta

poziom logicznego myślenia. Innymi słowy, im większe problemy posiada uczeń z nauką matematyki, tym niższy uzyskuje wynik zarówno w teście J.C. Ravena, jak i w autorskim teście na logiczne myślenie.

Aby nauka matematyki nie stwarzała uczniom trudności i była dla nich zrozumiała, nauczyciel powinien w ramach zajęć lekcyjnych kształtować umiejętność formułowania problemów, definiowania pojęć i dowodzenia twierdzeń, a także rozwijać zdolność rozumowania dedukcyjnego, indukcyjnego i z analogii. W związku z tym nauczyciel powinien dobrać takie zadania matematyczne, dzięki którym uczniowie poznawaliby metody matematyczne i stosowali je nie tylko w matematyce, ale też poza nią. Oprócz tego rozumieliby i używali języka matematycznego do opisu i analizy rozmaitych sytuacji, a także prezentowaliby kreatywne podejście do problemów z różnych dziedzin życia z użyciem wiedzy matematycznej. Mogłyby to być na przykład zadania typu: „zbadaj, jak najlepiej dotrzeć do szkoły”⁶¹⁰.

V 2.2. Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

Celem niniejszego podrozdziału jest zweryfikowanie drugiej hipotezy szczegółowej, zakładającej, że ze wzrostem wiedzy matematycznej, rośnie poziom logicznego myślenia.

W związku z powyższym dokonano analizy wyników badań uzyskanych z dwóch pretestów, tj. testu J.C. Ravena i autorskiego testu na logiczne myślenie. Wyniki przedstawiono w poniższych tabelach i na wykresach.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena

Tabela 21 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Pretest J.C. Ravena Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|---------------|------|------|------|------|------|
| 3.9 lub mniej | 34,3 | 37 | 8,5 | 14,0 | 47,0 | 29,0 | 34,0 | 42,0 |
| 4.0-6.0 | 42,2 | 17 | 5,0 | 32,0 | 51,0 | 39,0 | 43,0 | 46,0 |
| Ogół grup | 36,8 | 54 | 8,4 | 14,0 | 51,0 | | | |

Źródło: badania własne

⁶¹⁰ Por. H. Zaczyński (red.), *Poradnik młodego nauczyciela szkoły podstawowej*, Poznań 1985, s. 161.

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 12,50 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,001$.

Analizując wyniki średnich wartości pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób z wysokim poziomem wiedzy z matematyki, wzrasta wartość tego pretestu.

Uczniowie posiadający wiedzę z matematyki na poziomie 4,0-6,0 w preteście J.C. Ravena uzyskiwali średnio 42 punkty, a ich rówieśnicy z wiedzą z tego ścisłego przedmiotu na poziomie 3,9 i mniej osiągnęli średni wynik prawie o 8 punktów gorszy.

Maksymalny wynik uzyskany w preteście przez osoby z wysoko ocenianą wiedzą z matematyki wynosił 51,0 punktów, a minimalny - 32,0 punkty. Tymczasem maksymalny rezultat osób z niskim poziomem wiedzy z matematyki równy był wartości 47,0 punktów, a minimalny – 14,0 punktom. Wartość odchylenia standardowego dla uczniów dobrych i słabszych z matematyki wynosiła odpowiednio 5,0 i 8,5.

Otrzymane wyniki badań w zakresie istnienia związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem wskazują, że im większą uczeń posiada wiedzę z matematyki, tym wyższy osiąga wynik w teście J.C. Ravena.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali A

Tabela 22 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Pretest J.C. Ravena - skala A Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|---------------|------|------|------|------|------|
| 3.9 lub mniej | 10,8 | 37 | 1,2 | 8,0 | 12,0 | 10,0 | 11,0 | 12,0 |
| 4.0-6.0 | 11,6 | 17 | 0,6 | 10,0 | 12,0 | 11,0 | 12,0 | 12,0 |
| Ogół grup | 11,1 | 54 | 1,1 | 8,0 | 12,0 | | | |

Zródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w serii A w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 5,92 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,018$.

Analizując wyniki średnich wartości skali A pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób z wiedzą z matematyki ocenianą na wysokim poziomie, wzrasta wartość tej skali.

Uczniowie dobrze lub bardzo dobrze radzący sobie z nauką matematyki w skali A pretestu J.C. Ravena osiągnęli średnio prawie 12 punktów, a ich rówieśnicy z gorszymi wynikami w nauce tego ścisłego przedmiotu uzyskiwali średni wynik bliski 11,0 punktom.

Minimalny wynik dla analizowanej skali uzyskany przez osoby z wysokimi i niskimi ocenami z matematyki to odpowiednio 10,0 i 8,0 punktów, a maksymalny to 12,0 punktów. Odchylenie standardowe w grupie osób ze słabszymi rezultatami w nauce tego przedmiotu było wyższe o ponad pół punktu i wynosiło 1,2.

Przedstawione wyniki badań dotyczące istnienia związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w zakresie serii A testu J.C. Ravena wskazują, że ze spadkiem poziomu wiedzy z matematyki, obniża się wynik w zakresie analizowanej skali.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali B

Tabela 23 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Pretest J.C. Ravena – skala B Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|---------------|-----|------|------|------|------|
| 3.9 lub mniej | 8,2 | 37 | 2,5 | 2,0 | 12,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 |
| 4.0-6.0 | 10,4 | 17 | 1,2 | 7,0 | 12,0 | 10,0 | 11,0 | 11,0 |
| Ogół grup | 8,9 | 54 | 2,4 | 2,0 | 12,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w serii B w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość

statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 11,44 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,001$.

Analizując wyniki średnich wartości skali B pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób z wysokim poziomem wiedzy z matematyki, wzrasta wartość niniejszej skali.

Uczniowie osiągający wysokie wyniki w nauce matematyki w skali B pretestu J.C. Ravena uzyskiwali średnio nieco ponad 10,0 punktów, a ich rówieśnicy z niższymi ocenami z tego ścisłego przedmiotu otrzymywali średni wynik o 2 punkty gorszy.

Minimalny wynik uzyskany w serii B przez uczniów z wysokimi i niskimi ocenami w nauce matematyki wynosił odpowiednio 7,0 i 2,0 punkty, a maksymalny 12,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego w grupie osób dobrych z tego przedmiotu była niższa o 1,3 punktu i wynosiła 1,2.

Zaprezentowane wyniki badań w zakresie istnienia związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w serii B testu J.C. Ravena wskazują, że im lepsze uczeń ma oceny z matematyki, tym wyższy osiąga wynik w powyższej skali.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali D

Tabela 24 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Pretest J.C. Ravena - skala D Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|---------------|-----|------|-----|-----|------|
| 3.9 lub mniej | 6,2 | 37 | 2,9 | 0,0 | 11,0 | 4,0 | 7,0 | 9,0 |
| 4.0-6.0 | 9,0 | 17 | 1,7 | 5,0 | 11,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| Ogół grup | 7,1 | 54 | 2,9 | 0,0 | 11,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu J.C. Ravena w serii D w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 13,20 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,001$.

Analizując wyniki średnich wartości skali D pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że w grupie osób z wiedzą z matematyki ocenianą na poziomie dobrym lub bardzo dobrym, wzrasta wartość tej skali.

Uczniowie dobrze lub bardzo dobrze uczący się matematyki w skali D pretestu J.C. Raven osiągnęli średnio 9 punktów, a ich koledzy i koleżanki uzyskujący niższe oceny z tego ścisłego przedmiotu otrzymywali średni wynik 6,0 punktów.

Minimalny wynik dla analizowanej skali dla osób z wysokimi i niskimi ocenami z matematyki to odpowiednio 5,0 i 0,0 punktów, a maksymalny to 11,0 punktów. Odchylenie standardowe w grupie osób ze słabszymi rezultatami w nauce tego przedmiotu było wyższe o 1,2 punktu i wynosiło 2,9.

Uzyskane wyniki badań w zakresie istnienia związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w serii D testu J.C. Ravena wskazują, że ze spadkiem poziomu wiedzy z matematyki, maleje wynik analizowanej skali.

AUTORSKI TEST NA LOGICZNE MYŚLENIE

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie

Tabela 25 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|------|------|------|------|
| 3.9 lub mniej | 12,2 | 37 | 3,8 | 6,0 | 20,0 | 9,0 | 12,0 | 15,0 |
| 4.0-6.0 | 16,5 | 17 | 4,5 | 8,0 | 24,0 | 13,0 | 17,0 | 19,0 |
| Ogół grup | 13,5 | 54 | 4,5 | 6,0 | 24,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 13,18 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,001$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie osób z wysokim poziomem wiedzy z matematyki, wzrasta wartość tego pretestu.

Uczniowie dobrzy lub bardzo dobrzy z matematyki w autorskim preteście na logiczne myślenie uzyskiwali średnio ponad 16 punktów, a ich koledzy i koleżanki słabsi z tego ścisłego przedmiotu osiągnęli średni wynik o ponad 4,0 punkty gorszy.

Maksymalny wynik otrzymany w preteście przez osoby dobrze radzące sobie z matematyką wynosił 24,0 punkty, a minimalny był o jedną trzecią gorszy i stanowił 8,0 punktów. Z kolei maksymalny rezultat osób słabszych z matematyki równy był wartości 20,0 punktów, a minimalny – 6,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego dla uczniów z wysokimi i niskimi ocenami z matematyki wynosiła odpowiednio 4,5 i 3,8.

Przedstawione wyniki badań dotyczące istnienia związku między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem wskazują, że im lepsze oceny otrzymuje uczeń z tego przedmiotu, tym lepszy osiąga wynik w autorskim teście na logiczne myślenie.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali II – Reguły kombinatoryczne

Tabela 26 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala II – Reguły kombinatoryczne. Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3.9 lub mniej | 0,4 | 37 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| 4.0-6.0 | 0,7 | 17 | 0,6 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Ogół grup | 0,5 | 54 | 0,5 | 0,0 | 2,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali II - Reguły kombinatoryczne w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 4,56 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,037$.

Analizując wyniki średnich wartości skali II dotyczącej reguł kombinatorycznych wchodzących w zakres autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie osób z wysokim poziomem wiedzy z matematyki, rośnie wartość niniejszej skali.

Uczniowie mający wysokie wyniki w nauce matematyki w skali II autorskiego pretestu na logiczne myślenie uzyskiwali średnio niespełna 1,0 punkt, a ich koledzy i koleżanki z niższymi ocenami z tego ścisłego przedmiotu otrzymywali średni wynik o wartości pół punktu.

Maksymalny wynik uzyskany w skali II przez uczniów z wysokimi i niskimi ocenami z matematyki wynosił odpowiednio 2,0 i 1,0 punkt, a minimalny 0,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego w grupie osób dobrych z tego przedmiotu była nieznacznie wyższa o 0,1 punktu i wynosiła 0,6.

Zaprezentowane wyniki badań w odniesieniu do istnienia związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w skali II autorskiego testu na logiczne myślenie wskazują, że im lepsze uczeń otrzymuje oceny z matematyki, tym wyższy osiąga wynik w analizowanej skali.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja

Tabela 27 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala III - Zrozumienie i interpretacja Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3.9 lub mniej | 2,8 | 37 | 1,5 | 0,0 | 6,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| 4.0-6.0 | 4,3 | 17 | 1,6 | 2,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Ogół grup | 3,3 | 54 | 1,7 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali III - Zrozumienie i interpretacja w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej

F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 10,48 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,002$.

Analizując wyniki średnich wartości skali III autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie uczniów z wiedzą matematyczną ocenianą na wysokim poziomie, wzrasta wartość tej skali.

Osoby dobrze lub bardzo dobrze radzące sobie z matematyką w skali III autorskiego pretestu na logiczne myślenie osiągały średnio nieco ponad 4,0 punkty, a osoby z gorszymi wynikami w nauce tego ścisłego przedmiotu uzyskiwały średni wynik bliski 3,0 punktom.

Maksymalny wynik dla analizowanej skali uzyskany przez osoby z wysokimi i niskimi ocenami z matematyki to odpowiednio 7,0 i 6,0 punktów, a minimalny to 2,0 i 0,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego w grupie osób ze słabszymi rezultatami w nauce tego przedmiotu była niższa o 0,1 punktu i wynosiła 1,5.

Otrzymane wyniki badań obrazują istnienie związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w zakresie skali III autorskiego testu na logiczne myślenie. Jednoznacznie wskazują, że ze spadkiem poziomu wiedzy z matematyki, obniża się wynik w zakresie skali zawierającej zadania matematyczne na zrozumienie i interpretację.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali IV – Analiza

Tabela 28 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala IV – Analiza Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3.9 lub mniej | 4,3 | 37 | 1,2 | 1,0 | 6,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 |
| 4.0-6.0 | 5,1 | 17 | 1,2 | 2,0 | 7,0 | 5,0 | 5,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 4,6 | 54 | 1,2 | 1,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali IV - Analiza w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki. Testowanie przeprowadzono przy

pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 5,30 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,025$.

Analizując wyniki średnich wartości skali IV – Analiza wchodzącej w zakres autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie uczniów z niskim poziomem wiedzy z matematyki, maleje wartość niniejszej skali.

Uczniowie posiadający dobre lub bardzo dobre stopnie z matematyki w skali IV autorskiego pretestu na logiczne myślenie uzyskiwali średnio 5,0 punktów, a ich rówieśnicy z niższymi notami z tego ścisłego przedmiotu otrzymywali średni wynik prawie o punkt gorszy.

Maksymalny wynik uzyskany w skali IV przez uczniów z wysokimi i niskimi ocenami z matematyki wynosił odpowiednio 7,0 i 6,0 punktów, a minimalny 2,0 i 1,0 punkt. Odchylenie standardowe dla osób dobrych i słabszych z tego przedmiotu było identyczne i wynosiło 1,2.

Powyższe wyniki badań ukazują istnienie związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w skali IV autorskiego testu na logiczne myślenie. Wskazują, że im lepsze uczeń posiada stopnie z matematyki, tym wyższy osiąga wynik w skali wymagającej analitycznego myślenia.

Związek między poziomem wiedzy z matematyki a logicznym myśleniem na podstawie wyników badań uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali V – Synteza

Tabela 29 Poziom wiedzy z matematyki a logiczne myślenie

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala V – Synteza Poziom wiedzy z matematyki | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3.9 lub mniej | 3,2 | 37 | 1,7 | 0,0 | 6,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| 4.0-6.0 | 4,5 | 17 | 1,7 | 2,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 3,6 | 54 | 1,8 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali V - Synteza w kategoriach wyznaczonych przez poziom wiedzy z matematyki.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 7,13 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,010$.

Analizując wyniki średnich wartości skali V – Synteza autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie uczniów ocenianych jako dobrych lub bardzo dobrych z matematyki, rośnie wartość niniejszej skali.

Uczniowie dobrze radzący sobie z matematycznymi zagadnieniami w skali V autorskiego pretestu na logiczne myślenie uzyskiwali średnio 4,5 punktu, a ich rówieśnicy prezentujący niski poziom wiedzy matematycznej otrzymywali średni wynik nieznacznie przekraczający 3,0 punkty.

Maksymalny wynik uzyskany w analizowanej skali przez uczniów z wysokimi i niskimi stopniami z matematyki wynosił odpowiednio 7,0 i 6,0 punktów, a minimalny 2,0 i 0,0 punktów. Wartość odchylenia standardowego dla uczniów lepszych i słabszych z tego przedmiotu była identyczna i wynosiła 1,7.

Zaprezentowane wyniki badań w zakresie istnienia związku między poziomem wiedzy z przedmiotów ścisłych a logicznym myśleniem w skali V autorskiego testu na logiczne myślenie wskazują, że im lepsze uczeń uzyskuje stopnie z matematyki, tym lepszy osiąga wynik w skali wymagającej syntetycznego myślenia.

Podsumowanie

W świetle przeprowadzonych badań potwierdziła się hipoteza szczegółowa, która zakładała, że ze wzrostem wiedzy matematycznej, rośnie poziom logicznego myślenia. Świadczą o tym:

- Najwyższy bezwzględny przyrost logicznego myślenia w grupie uczniów posiadających wiedzę z matematyki na poziomie 4,0-6,0 w zakresie ogólnego wyniku otrzymanego w teście J.C Ravena, a także w odniesieniu do jego skal: A, B i D.
- Najwyższy przyrost logicznego myślenia w grupie tych samych uczniów z poziomem wiedzy matematycznej ocenianej jako 4,0-6,0 w zakresie ogólnego wyniku uzyskanego w autorskim teście na logiczne myślenie, jak również w jego skalach: II – Reguły kombinatoryczne, III – Zrozumienie i interpretacja, IV – Analiza oraz V – Synteza.

- Wysokie wartości kwartyli w wynikach uzyskanych przez uczniów z wiedzą matematyczną na poziomie 4,0-6,0 w teście J.C. Ravena i w jego trzech skalach, tj. skali A, B i D, a także w autorskim teście na logiczne myślenie i w jego skalach: II, III, IV oraz V.

Wyniki te potwierdzają słuszność postawionej hipotezy szczegółowej. Jednoznacznie wskazują, że ze wzrostem poziomu wiedzy z matematyki, wzrasta logiczne myślenie. Innymi słowy, im mniejszą posiada uczeń wiedzę z tego ścisłego przedmiotu, tym niższy uzyskuje wynik w teście J. C. Ravena oraz w autorskim teście na logiczne myślenie.

Otrzymane wyniki badań generują następujące wnioski dla teorii i praktyki. W pierwszym rzędzie należy podjąć szereg niezbędnych badań dotyczących dydaktyki matematyki i wdrożyć je w praktyce naukowej. Następnie należy podnieść rangę metodyki matematyki na studiach, gdyż przedmiot ten powinien mieć priorytetowe znaczenie we wszystkich szkołach na każdym poziomie kształcenia. Przeprowadzone badania są tego dowodem.

V 2.3. Znaczenie zainteresowań ucznia dla jego logiczności myślenia

Mając na celu sprawdzenie trzeciej hipotezy szczegółowej, w myśl której zainteresowania sprzyjające rozwojowi logicznego myślenia implikują przyrost tego myślenia, dokonano analizy statystycznie istotnych wyników badań otrzymanych jedynie z autorskiego testu na logiczne myślenie. Wyniki zawarto w poniższej tabeli i na wykresie.

Tabela 30 Zainteresowania ucznia a poziom logicznego myślenia

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala II - Reguły kombinatoryczne. Granie w gry logiczne | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tak | 0,5 | 46 | 0,5 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 |
| Nie | 0,1 | 8 | 0,4 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Ogół grup | 0,5 | 54 | 0,5 | 0,0 | 2,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach pretestu na stosowanie reguł kombinatorycznych w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie: Czy grasz w gry logiczne? Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 4,34 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,04$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali II – Reguły kombinatoryczne można przyjąć, że w grupie osób grających w gry logiczne, wzrasta wartość pretestu w serii z zadaniami na zastosowanie reguł kombinatorycznych.

Uczniowie grający w różnorakie gry logiczne w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali II na zastosowanie reguł kombinatorycznych otrzymywali średnio pół punktu, a ich rówieśnicy niegrający w tego rodzaju gry średnio niemal zero punktów.

Minimalny wynik uzyskany w preteście przez osoby grające w gry logiczne wynosił 0,0 punktów, a maksymalny – 2,0 punkty. Tymczasem minimalny rezultat osób niegrających w gry logiczne równy był wartości 0,0 punktów, a maksymalny – 1,0 punktowi. Wartość odchylenia standardowego dla uczniów grających wynosiła odpowiednio 0,5, a dla niegrających 0,4.

Przeprowadzona analiza wyników badań upoważnia do stwierdzenia, że granie w różnego rodzaju gry logiczne powoduje przyrost logicznego myślenia w zakresie stosowania reguł kombinatorycznych. Jest to uzasadnione tym, że wiele gier logicznych ma charakter gier kombinatorycznych. Cechuje je to, że mają dwóch graczy, którzy na przemian wykonują dobrze zdefiniowane ruchy przechodząc od jednej ściśle określonej pozycji do drugiej. Pozycji tych jest skończona ilość. W grach tych nie ma elementów losowych związanych choćby z rzucaniem kostką. Nie ma w nich też żadnych ukrytych informacji takich, jak np. zakryte karty. Gracz musi przeprowadzić logiczną konstrukcję myślową doprowadzającą do wygranej. Gry kończą się zwycięstwem jednego gracza lub remisem. Przyjmuje się, że przegrywa ten gracz, który nie może wykonać więcej żadnego ruchu. Do gier tego typu należą np. szachy czy warcaby⁶¹¹. Poza tym istnieje wiele gier logicznych, które rozwijają kombinatorykę wieloelementową, umiejętność formułowania problemów i stosowania redukcji wobec znajdujących rozwiązań.

⁶¹¹ Por. R. Młodzki, Złożoność obliczeniowa gier, <http://students.mimuw.edu.pl/~rm201189/maga/1000-MGR-INF-82121500456.pdf>

W związku z powyższym potwierdzona została hipoteza szczegółowa, która zakładała, że zainteresowania sprzyjające rozwojowi logicznego myślenia implikują przyrost tego myślenia. Okazało się, że do tego typu zainteresowań należą różnego rodzaju gry logiczne. Świadczą o tym:

- Wyższy przyrost logicznego myślenia w grupie uczniów grających w gry logiczne w zakresie skali II – Reguły kombinatoryczne współtworzącej autorski test na logiczne myślenie.

Podsumowanie

Zaprezentowane w niniejszym podrozdziale wyniki badań potwierdziły postawioną w rozdziale IV hipotezę główną, która zakładała, że wysoki poziom wiedzy z przedmiotów ścisłych oraz zainteresowania sprzyjające logicznemu myśleniu implikują istotny przyrost tego myślenia u uczniów VI klasy szkoły podstawowej. Podstawą do powyższego stwierdzenia są pozytywnie zweryfikowane hipotezy szczegółowe:

1. Im mniejsze trudności w nauce matematyki, tym wyższy poziom logicznego myślenia.
2. Ze wzrostem wiedzy matematycznej rośnie poziom logicznego myślenia.
3. Zainteresowania sprzyjające rozwojowi logicznego myślenia implikują przyrost tego myślenia.

O słuszności powyższych hipotez szczegółowych świadczy statystyczna analiza wyników badań przedstawionych w podrozdziale V 2. niniejszej pracy.

V 3. Związek pomiędzy czynnikami środowiskowo-społecznymi a poziomem logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej

Celem tego podrozdziału jest dowiedzenie się, czy istnieje związek między czynnikami środowiskowo-społecznymi a poziomem logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej. W związku z powyższym, weryfikacji poddano następujące hipotezy szczegółowe:

1. Wzrost wykształcenia rodziców implikuje podwyższenie poziomu logicznego myślenia dziecka.
2. Samodzielne odrabianie przez dziecko prac domowych wspomaga jego rozwój logicznego myślenia.
3. Im lepsze warunki ekonomiczne rodziny, tym wyższy poziom logicznego myślenia.

Jak już zauważono wcześniej, ze względu na ogólny charakter hipotez szczegółowych, nie dokonywano odrębnej analizy wyników badań dla grupy eksperymentalnej i kontrolnej. Wszyscy uczniowie stanowili jedną wspólną grupę badawczą. W związku z tym brano pod uwagę tylko i wyłącznie wyniki z obu pretestów, tj. (testu J.C. Ravena i autorskiego testu na logiczne myślenie), jako że nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w średnich wartościach uzyskiwanych przez obie grupy badawcze.

V 3.1. Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

Dążąc do zweryfikowania pierwszej hipotezy szczegółowej, zakładającej że wzrost wykształcenia rodziców implikuje podwyższenie poziomu logicznego myślenia dziecka, dokonano analizy wyników badań uzyskanych z dwóch pretestów, tj. testu J.C. Ravena i autorskiego testu na logiczne myślenie. Wyniki zamieszczono w poniższych tabelach i na wykresach.

TEST J.C. RAVENA

Poziom wykształcenia rodziców a logiczne myślenie dzieci na podstawie wyników uzyskanych w preteście J.C. Ravena

Tabela 31 Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

| Pretest J.C. Ravena Wykształcenie rodziców | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|---------------|------|------|------|------|------|
| Zawodowe | 32,7 | 18 | 8,4 | 17,0 | 46,0 | 26,0 | 31,0 | 42,0 |
| Średnie | 38,1 | 21 | 8,3 | 14,0 | 51,0 | 37,0 | 39,0 | 44,0 |
| Wyższe | 39,9 | 15 | 6,8 | 27,0 | 49,0 | 34,0 | 43,0 | 46,0 |
| Ogół grup | 36,8 | 54 | 8,4 | 14,0 | 51,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich wynikach pretestu J.C. Ravena w kategoriach wyznaczonych przez wykształcenie rodziców. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 2 i 51 wyniosła 3,85 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,028$.

Analizując wyniki średnich wartości pretestu J.C. Ravena można przyjąć, że wraz z wykształceniem rodziców, wzrasta wartość tego pretestu. Najwyższe wyniki (średnio prawie 40,0 punktów) uzyskali uczniowie, których rodzice mieli średnie lub wyższe wykształcenie. Z kolei uczniowie, których rodzice posiadali zawodowe wykształcenie otrzymywali w niniejszym preteście średnio prawie 33 punkty.

Maksymalny wynik uzyskany w preteście J.C. Ravena przez uczniów, których rodzice legitymowali się wyższym, średnim i zawodowym wykształceniem wynosił odpowiednio: 49,0; 51,0 i 46,0 punktów, a minimalny – 27,0; 14,0 i 17,0 punktów. Najmniejsza rozbieżność w wynikach uzyskanych w preteście J.C. Ravena dotyczyła uczniów posiadających rodziców z wyższym wykształceniem i przełożyła się na najmniejsze u nich odchylenie standardowe (6,8) w porównaniu do uczniów mających rodziców ze średnim (8,3) i zawodowym (8,4) wykształceniem.

Zaprezentowane wyniki badań upoważniają zatem do stwierdzenia, że ze wzrostem poziomu wykształcenia rodziców, rośnie wynik dzieci w teście J.C. Ravena.

Poziom wykształcenia rodziców a logiczne myślenie dzieci na podstawie wyników uzyskanych w preteście J.C. Ravena w zakresie skali B

Tabela 32 Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

| Pretest J.C. Ravena w zakresie skali B Wykształcenie rodziców | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|------|-----|------|------|
| Zawodowe | 7,8 | 18 | 2,8 | 5,0 | 12,0 | 5,0 | 7,0 | 11,0 |
| Średnie | 9,1 | 21 | 2,1 | 2,0 | 11,0 | 9,0 | 10,0 | 10,0 |
| Wyższe | 10,0 | 15 | 1,6 | 7,0 | 12,0 | 9,0 | 11,0 | 11,0 |
| Ogół grup | 8,9 | 54 | 2,4 | 2,0 | 12,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich wynikach pretestu J.C. Ravena w serii B w kategoriach wyznaczonych przez wykształcenie rodziców. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość

statystyki testowej F dla stopni swobody 2 i 51 wyniosła 4,09 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,022$.

Analizując wyniki średnich wartości pretestu J.C. Ravena w zakresie skali B można przyjąć, że ze wzrostem wykształcenia rodziców, rośnie wartość tego pretestu. Najwyższe wyniki (średnio prawie 10,0 punktów) otrzymali uczniowie, których rodzice mieli średnie lub wyższe wykształcenie. Tymczasem uczniowie, których rodzice zdobyli zawodowe wykształcenie otrzymywali w niniejszej skali średnio niespełna 8,0 punktów.

Maksymalny wynik uzyskany w zakresie skali B pretestu J.C. Ravena przez uczniów mających rodziców z wyższym, średnim i zawodowym wykształceniem wynosił odpowiednio: 12,0; 11,0 i 12,0 punktów, a minimalny – 7,0; 2,0 i 5,0 punktów.

Najmniejsza rozbieżność w wynikach dla skali B wystąpiła w grupie uczniów posiadających rodziców z wyższym wykształceniem i przełożyła się na najmniejsze u nich odchylenie standardowe (1,6) w porównaniu do uczniów mających rodziców ze średnim (2,1) i zawodowym (2,8) wykształceniem. Tak więc zarówno pod względem ilości zdobytych punktów w skali B, jak i najniższej wartości odchylenia standardowego najlepiej wypadli uczniowie, których rodzice zdobyli wyższe wykształcenie.

Otrzymane wyniki badań wskazują, że ze wzrostem poziomu wykształcenia rodziców, rośnie wynik dzieci w skali B testu J.C. Ravena.

AUTORSKI TEST NA LOGICZNE MYŚLENIE

Poziom wykształcenia rodziców a logiczne myślenie dzieci na podstawie wyników uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie

Tabela 33 Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

| Autorski pretest na logiczne myślenie Wykształcenie rodziców | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|------|------|------|------|
| Zawodowe | 10,8 | 18 | 4,0 | 6,0 | 18,0 | 8,0 | 9,5 | 13,0 |
| Średnie | 14,6 | 21 | 4,0 | 8,0 | 24,0 | 12,0 | 14,0 | 18,0 |
| Wyższe | 15,3 | 15 | 4,4 | 8,0 | 22,0 | 12,0 | 15,0 | 19,0 |
| Ogół grup | 13,5 | 54 | 4,5 | 6,0 | 24,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich wynikach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w kategoriach wyznaczonych przez wykształcenie rodziców. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 2 i 51 wyniosła 5,83 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,005$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że ze wzrostem wykształcenia rodziców, wzrasta wartość tego pretestu. Najwyższe wyniki (średnio 15,0 punktów) uzyskiwali uczniowie, których rodzice mieli średnie lub wyższe wykształcenie. Z kolei uczniowie, których rodzice mieli kwalifikacje na poziomie zawodowym osiągnęli w powyższym preteście średnio prawie 11,0 punktów.

Maksymalny wynik zdobyty w autorskim preteście przez uczniów posiadających rodziców z wyższym, średnim i zawodowym wykształceniem wynosił odpowiednio: 22,0; 24,0 i 18,0 punktów, a minimalny – 8,0; 8,0 i 6,0 punktów. Mniejsze rozbieżności w wynikach uzyskiwanych w analizowanym preteście na logiczne myślenie dotyczyły uczniów, których rodzice legitymowali się średnim i zawodowym wykształceniem. Przełożyło się to na mniejsze u nich o 0,4 punktu odchylenie standardowe, które wyniosło (4,0) w porównaniu do uczniów, których rodzice zdobyli wyższe wykształcenie.

Przedstawione wyniki badań jednoznacznie wskazują, że ze wzrostem poziomu wykształcenia rodziców, rośnie wynik dzieci w autorskim teście na logiczne myślenie.

Poziom wykształcenia rodziców a logiczne myślenie dzieci na podstawie wyników uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja

Tabela 34 Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala III - Zrozumienie i interpretacja Wykształcenie rodziców | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zawodowe | 2,4 | 18 | 1,5 | 0,0 | 5,0 | 1,0 | 2,0 | 4,0 |
| Średnie | 3,4 | 21 | 1,7 | 1,0 | 7,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| Wyższe | 4,1 | 15 | 1,4 | 2,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Ogół grup | 3,3 | 54 | 1,7 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich wynikach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja w kategoriach wyznaczonych przez wykształcenie rodziców. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 2 i 51 wyniosła 4,95 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,011$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali III - Zrozumienie i interpretacja można przyjąć, że ze wzrostem wykształcenia rodziców, rośnie wartość tego pretestu. Najniższe wyniki (średnio prawie 2,5 punktu) otrzymali uczniowie, których rodzice mieli zawodowe wykształcenie, nieco lepsze wyniki uzyskiwali uczniowie mający rodziców ze średnim wykształceniem (średnio prawie 3,5 punktu), a najwyższe – uczniowie posiadający rodziców z wyższym wykształceniem (średnio 4,0 punkty).

Minimalny wynik uzyskany w zakresie skali III autorskiego pretestu przez uczniów, których rodzice zdobyli wyższe, średnie i zawodowe wykształcenie wynosił odpowiednio: 2,0; 1,0 i 0,0 punktów. Tymczasem maksymalny wynik uczniów mających rodziców z zawodowym wykształceniem równy był wartości 5,0 punktów, a rezultat uczniów posiadających rodziców ze średnim i wyższym wykształceniem wynosił 7,0 punktów.

Najmniejsze odchylenie standardowe wynoszące 1,4 zauważono w grupie uczniów, których rodzice legitymowali się wyższym wykształceniem. Wartość tego odchylenia była niższa o 0,1 dla grupy uczniów mających rodziców z zawodowym wykształceniem i o 0,3 niższa dla grupy uczniów posiadających rodziców ze średnim wykształceniem.

Tak więc zarówno pod względem ilości zdobytych punktów w niniejszej skali, jak i najniższej wartości odchylenia standardowego najlepsze wyniki uzyskali uczniowie, których rodzice mieli wyższe wykształcenie. Przedstawione wyniki badań po raz kolejny wskazują, że ze wzrostem poziomu wykształcenia rodziców, rośnie wynik dzieci w skali III autorskiego testu na logiczne myślenie.

Poziom wykształcenia rodziców a logiczne myślenie dzieci na podstawie wyników uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali IV - Analiza

Tabela 35 Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala IV – Analiza Wykształcenie rodziców | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zawodowe | 4,0 | 18 | 1,4 | 1,0 | 6,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Średnie | 4,9 | 21 | 0,9 | 3,0 | 6,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| Wyższe | 4,8 | 15 | 1,3 | 2,0 | 7,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 4,6 | 54 | 1,2 | 1,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich wynikach autorskiego pretestu w zakresie skali IV - Analiza w kategoriach wyznaczonych przez wykształcenie rodziców. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 2 i 51 wyniosła 3,27 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,046$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali IV zawierającej zadania na analizę, można przyjąć, że ze wzrostem wykształcenia rodziców do poziomu średniego, rośnie wartość tego pretestu. Niemniej jednak ten wzrost skali pomiarowej pretestu jest raptowny w zakresie wykształcenia zawodowego i średniego, a niezauważalny między dziećmi mającymi rodziców z wykształceniem średnim i wyższym.

Najniższe wyniki (średnio 4,0 punkty) otrzymali uczniowie mający rodziców z zawodowym wykształceniem, lepsze wyniki uzyskiwali uczniowie posiadający rodziców z wyższym wykształceniem (średnio 4,8 punktu), a najwyższe – uczniowie, których rodzice zakończyli edukację na poziomie średnim (prawie 5,0 punktów).

Minimalny wynik uzyskany w zakresie skali IV autorskiego pretestu przez uczniów mających rodziców z wyższym, średnim i zawodowym wykształceniem wynosił odpowiednio: 2,0; 3,0 i 1,0 punkt. Z kolei maksymalny wynik uczniów, których rodzice legitymowali się wyższym wykształceniem równy był wartości 7,0 punktów, a rezultat uczniów posiadających rodziców ze średnim i zawodowym wykształceniem wynosił 6,0 punktów.

Najmniejsze odchylenie standardowe o wartości 0,9 dostrzeżono w grupie uczniów posiadających rodziców ze średnim wykształceniem, nieco wyższe o 0,4 - w grupie uczniów mających rodziców z wyższym wykształceniem, a najwyższe o wartości 1,4 - w grupie uczniów, których rodzice zakończyli edukację na poziomie zawodowym.

Zarówno pod względem ilości zdobytych punktów w niniejszej skali, jak i najniższej wartości odchylenia standardowego najlepiej wypadli uczniowie mający rodziców ze średnim i wyższym wykształceniem. Powyższe wyniki badań wskazują, że ze wzrostem poziomu wykształcenia rodziców, zmienia się wynik dzieci w skali IV autorskiego testu na logiczne myślenie.

Poziom wykształcenia rodziców a logiczne myślenie dzieci na podstawie wyników uzyskanych w autorskim preteście na logiczne myślenie w zakresie skali V - Synteza

Tabela 36 Wykształcenie rodziców a poziom logicznego myślenia dzieci

| Autorski pretest na logiczne myślenie. Skala V – Synteza Wykształcenie rodziców | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zawodowe | 2,7 | 18 | 1,6 | 0,0 | 6,0 | 2,0 | 3,0 | 3,0 |
| Średnie | 4,1 | 21 | 1,8 | 0,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Wyższe | 4,1 | 15 | 1,6 | 2,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| Ogół grup | 3,6 | 54 | 1,8 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich wynikach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali V - Synteza w kategoriach wyznaczonych przez wykształcenie rodziców.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 2 i 51 wyniosła 4,51 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,016$.

Podobnie jak w skali IV, analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali V skupiającej zadania na syntezę można przyjąć, że ze wzrostem wykształcenia rodziców do poziomu średniego, rośnie wartość tego pretestu. Niemniej jednak ten wzrost skali pomiarowej pretestu jest gwałtowny

w zakresie wykształcenia zawodowego i średniego, a niezauważalny u dzieci mających rodziców z wykształceniem średnim i wyższym.

Najniższe wyniki (średnio 2,7 punktu) zdobyli uczniowie posiadający rodziców z zawodowym wykształceniem, a najwyższe – uczniowie, których rodzice zakończyli edukację na poziomie średnim i wyższym (średnio 4,0 punkty).

Minimalny wynik uzyskany w zakresie skali V autorskiego pretestu na logiczne myślenie przez uczniów, których rodzice zdobyli wyższe wykształcenie wynosił 2,0 punkty, a wynik uczniów mających średnie i zawodowe wykształcenie - 0,0 punktów. Z kolei maksymalny wynik uczniów, których rodzice legitymowali się zawodowym wykształceniem równy był wartości 6,0 punktów, a rezultat uczniów posiadających rodziców ze średnim i wyższym wykształceniem wynosił 7,0 punktów.

Najmniejsze odchylenie standardowe o wartości 1,6 dostrzeżono w grupie uczniów posiadających rodziców z zawodowym i wyższym wykształceniem, a nieco wyższe o 0,2 - w grupie uczniów mających rodziców ze średnim wykształceniem.

Pod względem ilości zdobytych punktów w niniejszej skali oraz najniższej wartości odchylenia standardowego, najlepsi okazali się uczniowie mający rodziców z wyższym wykształceniem. Powyższe wyniki badań wskazują, że ze wzrostem poziomu wykształcenia rodziców, zmienia się wynik dzieci w skali V autorskiego testu na logiczne myślenie.

Podsumowanie

W świetle przeprowadzonych badań potwierdzona została hipoteza szczegółowa, która zakładała, że wzrost wykształcenia rodziców implikuje podwyższenie poziomu logicznego myślenia dziecka. Świadczą o tym:

- Generalnie najwyższy wskaźnik przyrostu logicznego myślenia w grupie uczniów mających rodziców z wyższym wykształceniem w stosunku do uczniów posiadających rodziców ze średnim i zawodowym wykształceniem, w zakresie ogólnego wyniku otrzymanego w teście J.C. Ravena i wchodzącej w jego skład - skali B, a także w odniesieniu do ogólnego wyniku w autorskim teście na logiczne myślenie i jego skali III zawierającej zadania z matematyki na zrozumienie i interpretację oraz skali V skupiającej zadania na syntezę.

Uzyskane wyniki znajdują uzasadnienie w tym, że rodzice z wyższym wykształceniem tworzą w rodzinie odpowiedni poziom kulturalny, aspirują dzieci do zdobywania i pogłębiania wiedzy, uczą je samodzielności i dociekliwości świata, a także stymulują ich wszechstronny rozwój obejmujący m.in. logiczne myślenie.

Znacząco wysoki przyrost logicznego myślenia zaobserwowano w wartościach obu pretestów pomiędzy dziećmi rodziców z zawodowym i średnim wykształceniem. Jest to bardzo ciekawe spostrzeżenie. Wynika z niego, że grupa rodziców o wykształceniu wyższym niż zawodowe istotnie wpływa na poziom logicznego myślenia dziecka. Jest to grupa w zasadzie jednorodna. Natomiast różnice między rodzinami, w których rodzice mają wykształcenie średnie i wyższe, są w obszarze wpływu na logiczne myślenie dzieci w zasadzie subtelne i mogą wynikać nie tyle z przyczyn związanych z poziomem wykształcenia, co z przyczyn osobowościowych.

V 3.2. Wspólne odrabianie lekcji dziecka z rodzicami a jego poziom logicznego myślenia

Pragnąc zweryfikować drugą hipotezę szczegółową, w myśl której samodzielne odrabianie przez dziecko prac domowych wspomaga jego rozwój logicznego myślenia, dokonano analizy statystycznie istotnych wyników badań otrzymanych z autorskiego pretestu na logiczne myślenie. Wyniki zawarto w poniższych tabelach i na wykresach.

AUTORSKI TEST NA LOGICZNE MYŚLENIE

Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem a jego poziom logicznego myślenia w zakresie ogólnego wyniku w autorskim teście na logiczne myślenie

Tabela 37 Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem a jego poziom logicznego myślenia

| Autorski pretest na logiczne myślenie Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|------|------|------|------|
| Tak | 12,0 | 29 | 3,6 | 6,0 | 18,0 | 9,0 | 12,0 | 14,0 |
| Nie | 15,3 | 25 | 4,9 | 7,0 | 24,0 | 12,0 | 16,0 | 19,0 |
| Ogół grup | 13,5 | 54 | 4,5 | 6,0 | 24,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie o wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem.

Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 8,55 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,005$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie można przyjąć, że w grupie osób, którym rodzice pomagają w odrabianiu lekcji, maleje wartość autorskiego pretestu na logiczne myślenie.

Uczniowie, którym rodzice pomagają w odrabianiu zadań domowych, uzyskali w autorskim preteście na logiczne myślenie 12,0 punktów. Ich wynik okazał się o ponad 3,0 punkty gorszy w porównaniu do uczniów samodzielnie odrabiających lekcje.

Maksymalny wynik zdobyty w autorskim preteście przez uczniów korzystających i niekorzystających z pomocy rodziców przy zadaniach domowych wynosił odpowiednio: 18,0 i 24,0 punkty, a minimalny – 6,0 i 7,0 punktów.

Wartość odchylenia standardowego okazała się mniejsza o 1,3 punktu u uczniów korzystających z pomocy rodziców w trakcie odrabiania zadań domowych w porównaniu do uczniów samodzielnie odrabiających lekcje. Przedstawione wyniki badań jednoznacznie wskazują, że wraz z pomocą rodziców przy odrabianiu lekcji, maleje wynik dzieci w autorskim teście na logiczne myślenie.

Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem a jego poziom logicznego myślenia w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja autorskiego testu na logiczne myślenie

Tabela 38 Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem a jego poziom logicznego myślenia

| Autorski test na logiczne myślenie. Skala III - Zrozumienie i interpretacja Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|--|---------|----|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tak | 2,8 | 29 | 1,2 | 0,0 | 5,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| Nie | 3,9 | 25 | 1,9 | 1,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 3,3 | 54 | 1,7 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali III - Zrozumienie i interpretacja w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie o wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 7,29 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,009$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja można przyjąć, że w grupie osób, którym rodzice udzielają pomocy przy odrabianiu lekcji, maleje wartość autorskiego pretestu na logiczne myślenie w powyższej skali.

Uczniowie korzystający ze wsparcia rodziców przy odrabianiu zadań domowych, uzyskali w autorskim teście na logiczne myślenie w skali III – średnio niespełna 3,0 punkty. Ich wynik był o ponad 1,0 punkt gorszy w porównaniu do uczniów samodzielnie odrabiających lekcje.

Maksymalny wynik zdobyty w analizowanej skali przez uczniów korzystających i niekorzystających z pomocy rodziców przy zadaniach domowych wynosił odpowiednio: 5,0 i 7,0 punktów, a minimalny – 0,0 i 1,0 punkt.

Odchylenie standardowe okazało się większe o ponad pół punktu u uczniów samodzielnie odrabiających lekcje w porównaniu do tych, korzystających z pomocy rodziców. Otrzymane wyniki badań jednoznacznie wskazują, że wraz z pomocą rodziców przy odrabianiu lekcji, maleje wynik dzieci w autorskim teście na logiczne myślenie w zakresie skali III – Zrozumienie i interpretacja.

Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem a jego poziom logicznego myślenia w zakresie skali V – Synteza autorskiego testu na logiczne myślenie

Tabela 39 Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem a jego poziom logicznego myślenia

| Autorski test na logiczne myślenie. Skala V – Synteza. Wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem | Średnie | N | Odch. std. | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---|---------|----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tak | 3,0 | 29 | 1,6 | 0,0 | 6,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| Nie | 4,4 | 25 | 1,7 | 1,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| Ogół grup | 3,6 | 54 | 1,8 | 0,0 | 7,0 | | | |

Źródło: badania własne

Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w średnich zmianach autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali V - Synteza w kategoriach wyznaczonych przez odpowiedzi na pytanie o wspólne odrabianie lekcji rodziców z dzieckiem. Testowanie przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji (ANOVA). Wartość statystyki testowej F dla stopni swobody 1 i 52 wyniosła 9,11 i uzyskano poziom istotności (p-value) $p < 0,004$.

Analizując wyniki średnich wartości autorskiego pretestu na logiczne myślenie w zakresie skali V – Synteza można przyjąć, że w grupie uczniów, którym rodzice pomagają w odrabianiu lekcji, maleje wartość autorskiego pretestu na logiczne myślenie w niniejszej skali.

Uczniowie odrabiający samodzielnie zadania domowe, uzyskali w autorskim teście na logiczne myślenie w skali V – średnio prawie 4,5 punktu. Okazali się lepsi o prawie 1,5 punktu od swych rówieśników odrabiających lekcje wspólnie z rodzicami.

Maksymalny wynik zdobyty w powyższej skali przez uczniów mających i niemających pomocy ze strony rodziców przy odrabianiu zadań domowych wynosił odpowiednio: 6,0 i 7,0 punktów, a minimalny – 0,0 i 1,0 punkt.

Odchylenie standardowe u uczniów samodzielnie odrabiających lekcje wynosiło 1,7 i było o 0,1 większe w porównaniu do uczniów korzystających z pomocy rodziców. Otrzymane wyniki badań wskazują zatem, że wraz z pomocą udzielaną przez rodziców przy odrabianiu lekcji, maleje wynik dzieci w autorskim teście na logiczne myślenie w zakresie skali V, zawierającej zadania na syntezę.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wyników badań potwierdziła hipotezę szczegółową, która zakładała, że samodzielne odrabianie przez dziecko zadań domowych w sposób istotny przyczynia się do rozwoju jego logicznego myślenia. Świadczą o tym:

- Najwyższy wskaźnik poziomu logicznego myślenia w grupie uczniów niekorzystających z pomocy rodziców przy odrabianiu lekcji w zakresie ogólnego wyniku uzyskanego w autorskim teście na logiczne myślenie, a także w odniesieniu do dwóch jego skal, tj. skali III zawierającej zadania z matematyki na zrozumienie i interpretację oraz skali V skupiającej zadania na syntezę.

- Wysokie wartości kwartali w wynikach uzyskiwanych przez uczniów samodzielnie odrabiających zadania domowe.

Odrabianie lekcji bez wątpienia zmusza dziecko do podejmowania wysiłku intelektualnego nierzadko wymagającego logicznego myślenia. Jest niezwykle ważne z tego względu, że prowadzi do wytworzenia nawyku uczenia się, utrwalania oraz porządkowania wiedzy. Poza tym ćwiczy koncentrację uwagi i cierpliwość, uczy systematyczności, samodyscypliny, planowania i gospodarowania czasem, a także dotrzymywania terminów. Tak więc odrabianie lekcji kształtuje wiele cennych umiejętności przydatnych w życiu dorosłym.

Z tego względu, że praca domowa jest zadawana dziecku, to powinna być przez nie samodzielnie odrabiana. Zresztą, jak pokazały wyniki badań, tylko taka forma pracy rozwija dziecko pod względem logicznego myślenia. Rodzic powinien co najwyżej obserwować, sprawdzać i sygnalizować ewentualne błędy w zadaniach, ale to dziecko powinno samodzielnie je odnajdywać i poprawiać.

Tak więc wspólne odrabianie lekcji świadczy wprawdzie o sprawowaniu przez rodziców opieki i troski nad dzieckiem, niemniej jednak nie powoduje u niego przyrostu logicznego myślenia.

V 3.3. Warunki ekonomiczne rodziny a logiczne myślenie dzieci

W świetle przeprowadzonych wyników badań nie potwierdzono trzeciej hipotezy szczegółowej, która zakładała, że im lepsze warunki ekonomiczne rodziny, tym wyższy poziom logicznego myślenia. Innymi słowy nie zauważono, by ze wzrostem warunków materialnych rodziny, wzrastał poziom logicznego myślenia dzieci. Świadczą o tym nieistotne statystycznie różnice w wynikach uzyskiwanych przez badanych uczniów w teście J.C. Ravena oraz w autorskim teście na logiczne myślenie (Aneks 3).

Jest to z pewnością ciekawy wynik. Powszechne oczekiwania społeczne wskazują raczej na konieczność podwyższania warunków środowiskowo-społecznych rodziny. Z otrzymanych wyników badań wynika jednak, że najważniejsze działania powinny zmierzać do eliminowania skrajności. Okazuje się, że posiadanie przez rodzinę

„znośnych” warunków środowiskowych, przyczynia się do rozwoju logicznego myślenia dzieci.

Podsumowanie

Przedstawione w niniejszym podrozdziale wyniki badań nie potwierdziły w pełni postawionej w rozdziale IV hipotezy głównej, która zakładała, że czynniki środowiskowo-społeczne przyczyniają się w sposób istotny do rozwoju logicznego myślenia uczniów klasy VI szkoły podstawowej. Nie wykazano bowiem zależności logicznego myślenia i warunków ekonomicznych rodziny. Z tego względu, że teza ta dotyczy wszystkich skal wchodzących w zakres testu J.C. Ravena oraz autorskiego testu na logiczne myślenie należy przyjąć, że tej zależności nie ma. Potwierdzono natomiast następujące hipotezy szczegółowe:

1. Ze wzrostem wykształcenia rodziców, rośnie poziom logicznego myślenia dziecka.
2. Samodzielne odrabianie przez dziecko prac domowych wspomaga jego rozwój logicznego myślenia.

O słuszności powyższych hipotez szczegółowych świadczy statystyczna analiza wyników badań zaprezentowanych w podrozdziale V 3. niniejszej pracy.

V 4. Wspomaganie logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej przez nauczyciela

W niniejszym podrozdziale dokonano analizy wyników uzyskanych z kwestionariuszy ankiet przeprowadzonych wśród nauczycieli klas szóstych szkoły podstawowej nr 4 w Brodnicy. Otrzymane wyniki badań rozpatrywano w celu weryfikacji:

1. Hipotezy głównej, zakładającej, że nauczyciele wspomagają logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych stosując odpowiedni styl pracy.

2. Hipotezy szczegółowej, w myśl której, nauczyciele stosujący metody problemowe w trakcie zajęć lekcyjnych wspomagają logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej.

V 4.1. Charakterystyka badanych nauczycieli

Efekty pracy nauczyciela zależą od odpowiedniego przygotowania merytorycznego oraz nieustannego podnoszenia kwalifikacji w związku z dokonującym się postępem nauki. Wyższy poziom kwalifikacji wiąże się zatem z systematycznym i ciągłym doksztalcaniem oraz doskonaleniem zawodowym.

Tabela 40 Charakterystyka badanych nauczycieli klas VI szkoły podstawowej

| Płeć | | | | Wiek | | | | | | | | | |
|-------------|------|----------|-------|-----------|-------|--------------|-------|------------|-------|------------|------|--------|------|
| Mężczyzna | | Kobieta | | 26-35 lat | | 36-45 lat | | 46-55 lat | | | | | |
| L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | | | | |
| 1 | 9,09 | 10 | 90,91 | 2 | 18,18 | 4 | 36,36 | 5 | 45,45 | | | | |
| Przedmiot | | | | | | | | | | | | | |
| Informatyka | | Historia | | Przyroda | | Język polski | | Matematyka | | Język obcy | | Muzyka | |
| L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % |
| 1 | 9,09 | 1 | 9,09 | 2 | 18,18 | 3 | 27,27 | 2 | 18,18 | 1 | 9,09 | 1 | 9,09 |

Źródło: badania własne

Analizując wyniki zawarte w tabeli 40 należy stwierdzić, że w badaniach wzięło udział w sumie jedenastu nauczycieli, tj. jeden mężczyzna i aż dziesięć kobiet prowadzących zajęcia lekcyjne w klasach szóstych szkoły podstawowej. Prawie połowa z nich była w przedziale wiekowym od 46 do 55 lat, ponad jedna trzecia w wieku od 36-45 lat, a zaledwie co piąta liczyła od 26 do 35 lat. Trzech z nich nauczało języka polskiego, po dwóch – matematyki i przyrody, a pozostali w pojedynkę prowadzili zajęcia z informatyki, historii, języka obcego i muzyki.

W pracy nauczyciela oprócz wzbogacania i aktualizowania wiedzy niezwykle istotne jest również doświadczenie w pracy dydaktycznej z uczniami, które wzrasta z ilością przepracowanych lat w zawodzie. Oznacza to, że im dłuższy staż zawodowy na stanowisku nauczyciela, tym większe doświadczenie pedagogiczne.

Tabela 41 Staż pracy i studia podyplomowe badanych nauczycieli klas VI szkoły podstawowej

| Staż pracy | | | | | | | | Ukończone studia podyplomowe | | | |
|------------|------|------------|-------|-------------|-------|-------------|------|------------------------------|-------|-----|-------|
| Od 0 do 5 | | Od 6 do 15 | | Od 16 do 25 | | Od 26 do 30 | | Tak | | Nie | |
| L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % |
| 1 | 9,09 | 3 | 27,27 | 6 | 54,55 | 1 | 9,09 | 7 | 63,64 | 4 | 36,36 |

Źródło: badania własne

Ponad połowa badanych nauczycieli posiadała staż pracy od 16 do 25 lat, niespełna jedna trzecia – od 6 do 15 lat, a tylko jedna dziesiąta miała staż nieprzekraczający pięciu lat albo mieszczący się w przedziale od 26 do 30 lat. Tak więc byli to w większości nauczyciele z dużym stażem pracy i tym samym ze sporym doświadczeniem w pracy dydaktycznej z uczniami. Zdecydowana większość bo prawie 65% badanych nauczycieli ukończyło studia podyplomowe, a tylko nieco ponad 36% nie zadeklarowała udziału w takich studiach (tabela 41). Świadczy to o sporej aktywności i chęci badanych do podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych.

Badani nauczyciele ze szkoły podstawowej nr 4 w Brodnicy interesująco oceniali umiejętność logicznego myślenia swoich uczniów (tabela 42). Ponad połowa z nich była zdania, że tylko pojedynczy szóstoklasiści potrafią logicznie myśleć, a niespełna połowa twierdziła, że wszyscy uczniowie potrafią w ten sposób myśleć. Oznacza to, że w opinii nauczycieli wiek 12-13 lat jest przełomowy pod względem kształtowania się logicznego myślenia. Niektórzy uczniowie rozwijają tę zdolność nieco szybciej, a inni nieco później, być może dopiero na poziomie gimnazjalnym.

Tabela 42 Logiczne myślenie uczniów w opinii nauczycieli klas VI szkoły podstawowej

| Logiczne myślenie uczniów na lekcjach w opinii nauczycieli | | | |
|--|-------|--|-------|
| Większość uczniów potrafi logicznie myśleć | | Tylko pojedynczy uczniowie myślą logicznie | |
| L | % | L | % |
| 5 | 45,45 | 6 | 54,55 |

Źródło: badania własne

V 4.2. Styl pracy nauczyciela a poziom logicznego myślenia uczniów

Każdy nauczyciel w swojej pracy zawodowej ma wykształcony i utrwalaony własny styl pracy, uzależniony w znacznej mierze od jego wiedzy i świadomości. Styl pracy stanowi pewien stały schemat postępowania nauczyciela względem uczniów, wyrażający się poprzez stosunek do ucznia, metody postępowania oraz sposób sankcjonowania. W literaturze przedmiotu wyróżnia się styl pracy nauczyciela: autokratyczny, demokratyczny i liberalny. Nauczyciel-autokrata najczęściej stosuje metody podające, ograniczające pomysłowość ucznia. Nauczyciel-demokrata jest zwolennikiem metod problemowych, poszukujących i badawczych mających na celu nauczanie aktywizujące. Natomiast nauczyciel-liberał zachęca uczniów do samodzielnego rozwiązywania problemów, udziela wsparcia i pomocy wtedy, gdy jest to konieczne. Co więcej daje uczniom możliwość decydowania o celach, treściach, metodach oraz formach edukacji, co sprzyja swobodnemu rozwojowi ich podmiotowości⁶¹².

Tabela 43 Stosowanie metod problemowych w opinii badanych nauczycieli

| Stosowanie metod problemowych na zajęciach lekcyjnych | | | |
|--|-----|-----|---|
| Tak | | Nie | |
| L | % | L | % |
| 11 | 100 | 0 | 0 |

Źródło: badania własne

Z tego względu, że wszyscy badani nauczyciele stosowali podczas swoich zajęć lekcyjnych różnorodne metody problemowe (tabela 43), to preferowali demokratyczny styl nauczania, w ramach którego często rezygnowali z funkcji nauczyciela-eksperta na rzecz nauczyciela:

1. *Doradcy* – który w każdej chwili jest do dyspozycji uczniów, gdy tylko mają oni problem z rozwiązaniem jakiegoś zadania lub gdy czegoś nie rozumieją albo nie są pewni;

⁶¹² Por. K. Krajewska, Styl pracy nauczyciela, <http://www.profesor.pl/publikacja,17853,Artykuly,Styl-pracy-nauczyciela>

2. *Animatora* – który inicjuje różne metody i wyjaśnia ich znaczenie dla procesu kształcenia, a także omawia cele uczenia się oraz przygotowuje materiał do zajęć;
3. *Obserwatora oraz słuchacza* – który bacznie obserwuje uczniów przy pracy i dzieli się z nimi swoimi spostrzeżeniami;
4. *Uczestnika procesu dydaktycznego* – który jest dobrym przykładem na to, że człowiek uczy się przez całe życie;
5. *Partnera* – który potrafi zmodyfikować przygotowaną wcześniej lekcję i dostosować ją do sytuacji w klasie⁶¹³.

Tabela 44 Zalety stosowania metod problemowych

| Zalety stosowania metod problemowych | | | | | | | |
|--|-------|-------------------|-------|-------------------------------|-------|---------------------------|-------|
| rozwój logicznego i twórczego myślenia | | atrakcyjne lekcje | | większe zaangażowanie uczniów | | większa aktywność uczniów | |
| L | % | L | % | L | % | L | % |
| 8 | 72,73 | 6 | 54,55 | 3 | 27,27 | 4 | 36,36 |

Źródło: badania własne

Prawie trzy czwarte badanych nauczycieli było zdania, że metody problemowe rozwijają logiczne i twórcze myślenie uczniów. Ponad połowa z nich uważała, że dzięki tym metodom zajęcia są atrakcyjniejsze. Z kolei więcej niż jedna trzecia twierdziła, że uczniowie są bardziej aktywni, a ponad jedna czwarta uważała, że uczniowie są bardziej zaangażowani w tok lekcji. Tak więc w opinii większości badanych, metody problemowe służą przede wszystkim do rozwijania sprawności myślenia logicznego i twórczego (tabela 44).

Najczęściej stosowaną metodą problemową wśród badanych nauczycieli była „burza mózgów”⁶¹⁴. Korzystało z niej bardzo często lub często prawie trzy czwarte badanych. Równie dużą popularnością cieszyła się gra dydaktyczna⁶¹⁵, którą bardzo często lub często używało ponad 60% badanych. Nieco mniejszą popularnością, bo 45%

⁶¹³ Por. E. Brudnik, A. Moszyńska, B. Owczarska, *Ja i mój uczeń pracujemy aktywnie. Przewodnik po metodach aktywizujących*, Kielce 2000, s. 4.

⁶¹⁴ Metoda została opisana w podrozdziale I 3. *Logiczne myślenie jako zdolność wykonywania różnych operacji umysłowych*, s. 60.

⁶¹⁵ *Ibidem*, s. 60-61.

cieszyła się gra inscenizacyjna⁶¹⁶. Często w użyciu przez prawie jedną trzecią badanych były – wykład konwersatoryjny⁶¹⁷, metoda projektów⁶¹⁸, diagramy przyczynowo-skutkowe⁶¹⁹ oraz drzewka decyzyjne⁶²⁰. Z pozostałych metod takich, jak: mapy mentalne⁶²¹, problematyczna metoda laboratoryjna⁶²² i metoda Jig-Sow⁶²³ często korzystało niespełna 10 % badanych (tabela 45)

Z przytoczonych danych wynika zatem, że najpopularniejszą metodą problemową jest burza mózgów. O jej tak dużym powodzeniu może świadczyć to, że jest ona bardzo łatwa w zastosowaniu, nie wymaga większego przygotowania i aktywizuje wszystkich uczniów. Co więcej pozwala w bardzo krótkim czasie zgromadzić dużą liczbę pomysłów stanowiących możliwe rozwiązania danego problemu, uczy słuchania oraz powściągliwości w cenzurowaniu wypowiedzi innych uczniów.

⁶¹⁶ Ibidem, s. 60.

⁶¹⁷ Ibidem, s. 61

⁶¹⁸ Ibidem, s. 61.

⁶¹⁹ **Diagram przyczynowo-skutkowy** - służy do poszukiwania przyczyn zaistniałego problemu, a także do planowania działań mających dać określone wyniki.

⁶²⁰ **Drzewko decyzyjne** - służy do poszukiwania i dostrzegania związków między różnymi rozwiązaniami określonego problemu i konsekwencjami tych rozwiązań. Celem tej metody jest kształtowanie

i rozwijanie umiejętności związanych z dokonywaniem wyboru i podejmowaniem decyzji.

⁶²¹ **Mapa mentalna** - służy do wizualnego przedstawiania pojęcia, problemu, zjawiska, sytuacji czy zdarzenia przy pomocy rysunków, symboli oraz haseł. Metoda ta pozwala definiować pojęcia, rozwiązywać problemy, a także planować działania. Pomaga w uczeniu się oraz zapamiętywaniu nowych informacji. Uczy wyszukiwania związków między faktami czy pojęciami, a także włączania nowych wiadomości do posiadanej wiedzy.

⁶²² Problematyczna metoda laboratoryjna została opisana w podrozdziale I 3. Logiczne myślenie jako zdolność wykonywania różnych operacji umysłowych, s. 61.

⁶²³ **Jig-Sow** - ma na celu aktywizację uczniów poprzez przeniesienie na nich odpowiedzialności za nauczenie części materiału ich kolegów i koleżanek. Opiera się na zasadzie, że najlepszą metodą uczenia się, jest uczenie innych.

Tabela 45 Stosowanie metod problemowych przez badanych nauczycieli klas VI szkoły podstawowej

| Rodzaje i częstotliwość stosowania metod problemowych przez badanych nauczycieli klas VI szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------|-------|-----------------|-------|---------------|-------|--------------|-------|--------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------|-------|-------------------------------------|-------|---------|-------|----|-------|
| Wykład konwersatorsyjny | | Metoda projektu | | Gry dydaktyczne | | Mapy mentalne | | Burza mózgów | | Gra inscenyjacyjna | | Diagramy przyczynowo-skutkowe | | Drzewka decyzyjne | | Problematyczna metoda laboratoryjna | | Jig-Sow | | | |
| L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | L | % | | |
| Bardzo często | | | | 2 | 18,18 | | | 5 | 45,45 | 2 | 18,18 | | | | | 1 | 9,09 | | | | |
| Często | | 3 | 27,27 | 3 | 27,27 | 5 | 45,45 | 1 | 9,09 | 3 | 27,27 | 3 | 27,27 | 3 | 27,27 | 3 | 27,27 | 1 | 9,09 | 1 | 9,09 |
| Rzadko | | 8 | 72,73 | 5 | 45,45 | | | 6 | 54,55 | 2 | 18,18 | 5 | 45,45 | 3 | 27,27 | 5 | 45,45 | 2 | 18,18 | | |
| Nie stosuję | | | | 3 | 27,27 | 4 | 36,36 | 4 | 36,36 | 1 | 9,09 | 1 | 9,09 | 5 | 45,45 | 3 | 27,27 | 7 | 63,64 | 10 | 90,91 |
| Ogółem nauczyciele stosujący metody problemowe | | 11 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Źródło: badania własne

Wśród rzadko stosowanych metod problemowych na pierwszym miejscu znalazł się wykład konwersatoryjny (wskazało na niego prawie trzy czwarte badanych), na drugim uplasowały się mapy mentalne (prawie 55%), na trzecim metoda projektu, gra inscenizacyjna i drzewka decyzyjne (45%), na czwartym diagramy przyczynowo-skutkowe (27%), a na ostatnim – piątym miejscu znalazły się burza mózgów i problematyczna metoda laboratoryjna (18%). O ile odosobnione korzystanie z metody laboratoryjnej nie dziwi, o tyle zaskakujące jest tak rzadkie stosowanie wykładu konwersatoryjnego, który można z powodzeniem przeprowadzić na każdym przedmiocie. Jest to metoda niezwykle ożywiająca lekcję i wzmacniająca kontakt nauczyciela z klasą. Wystarczy tylko przygotować odpowiedni zestaw pytań, aby zaktywizować uczniów (tabela 45).

Wśród metod, które nie są stosowane na zajęciach lekcyjnych przez badanych nauczycieli należą w pierwszej kolejności: metoda Jig-Sow (wskazało na nią aż 90%), następnie problematyczna metoda laboratoryjna (64%), diagramy przyczynowo-skutkowe (45%), mapy mentalne (36%), drzewka decyzyjne i metoda projektu (27%) oraz burza mózgów i gra inscenizacyjna (prawie 10%). Z przedstawionych danych wynika, że metoda Jig-Sow nie znalazła uznania u większości nauczycieli najprawdopodobniej z tego względu, że opiera się ona na zasadzie głoszącej, iż najlepszą metodą uczenia się, jest uczenie innych. Oznacza to, że każdy z uczniów pełni rolę eksperta dla wąskiego zakresu materiału, który musi ze zrozumieniem przekazać rówieśnikom. Trudno na poziomie szkoły podstawowej przenieść odpowiedzialność na uczniów za nauczenie kolegów i koleżanki określonej partii materiału. Nie jest to zatem metoda do powszechnego używania w szkole podstawowej (tabela 45).

Znaczny odsetek badanych nauczycieli nie stosował na swoich lekcjach nie tylko metody Jig-Sow, ale też problematycznej metody laboratoryjnej. Jest to najprawdopodobniej spowodowane tym, że metoda ta znajduje zastosowanie przede wszystkim na przedmiotach przyrodniczych. Poza tym jest czasochłonna i wymaga z reguły odpowiednich warunków takich, jak specjalistyczna pracownia.

Podsumowując powyższe rozważania należy stwierdzić, że przytoczone wyniki badań wskazują na dość powszechne stosowanie różnorodnych metod problemowych na zajęciach lekcyjnych. Badani nauczyciele najczęściej uatrakcyjniali swoje lekcje poprzez korzystanie z burzy mózgów, gier dydaktycznych i inscenizacji. Dzięki tym

metodom uczniowie nie tylko rozwijali swoje logiczne i twórcze myślenie, ale przede wszystkim byli bardziej aktywni i zaangażowani w tok lekcji.

Pomimo ogromnych zalet, badani nauczyciele dostrzegli w stosowaniu metod problemowych również pewne wady. Prawie połowa z nich była zdania, że nie wszyscy uczniowie są kreatywni i otwarci na tego typu metody. Ponad jedna trzecia uważała, że mogą być one zbyt trudne dla słabszych uczniów, a niemal jedna piąta twierdziła, że są one niekiedy zbyt czasochłonne i ciężko je realizować w obrębie jednej jednostki lekcyjnej (tabela 46).

Tabela 46 Wady stosowania metod problemowych

| Wady stosowania metod problemowych | | | | | |
|--|-------|--|-------|---|-------|
| trudno realizować niektóre metody w ciągu jednej jednostki lekcyjnej | | nie wszyscy uczniowie są kreatywni i otwarci na takie metody | | metody problemowe mogą być trudne dla słabszych uczniów | |
| L | % | L | % | L | % |
| 2 | 18,18 | 5 | 45,45 | 4 | 36,36 |

Źródło: badania własne

Z powyżej przytoczonych danych wynika, że metody problemowe trudno jest niekiedy realizować w szkole podstawowej przez to, że są zbyt czasochłonne zarówno pod względem przygotowania, jak i przeprowadzenia. W zależności od rodzaju metody, uczniowie mogą mieć trudności z opanowaniem emocji, analizą problemów, selekcjonowaniem informacji, poszukiwaniem rozwiązań, a także z podejmowaniem decyzji. Co więcej może dochodzić między nimi do różnych konfliktów lub niezdrowej konkurencji. Poza tym nie wszyscy uczniowie mogą być jednakowo otwarci, skoncentrowani oraz zaangażowani i kreatywni na tego typu metody.

Mimo wskazywanych wad, prawie wszyscy badani nauczyciele (90%) deklarowali chęć podniesienia swoich kwalifikacji z zakresu metod problemowych. Wiedzę na ich temat pragną zdobyć samodzielnie w oparciu o źródła internetowe (55%) lub poprzez uczestnictwo w warsztatach (45%) (tabela 47).

Tabela 47 Pochodzenie wiedzy i chęć podniesienia kwalifikacji na temat metod problemowych

| Pochodzenie wiedzy na temat metod problemowych | | | | Podniesienie kwalifikacji z zakresu metod problemowych | | | | | |
|--|-------|-------------------------------|-------|--|-------|------------|-------|-----|------|
| Na warsztatach | | Samodzielnie (przez Internet) | | Tak | | Raczej tak | | Nie | |
| L | % | L | % | L | % | L | % | L | % |
| 5 | 45,45 | 6 | 54,55 | 3 | 27,27 | 7 | 63,64 | 1 | 9,09 |

Źródło: badania własne

Na podstawie dokonanej analizy wyników badań, należy stwierdzić, że wszyscy badani nauczyciele nie tylko korzystają z metod problemowych, ale też pragną poszerzać swoją wiedzę na ich temat. W stosowaniu tego typu metod upatrują wiele zalet związanych przede wszystkim z rozwijaniem u uczniów sprawności myślenia logicznego i twórczego.

Wyniki badań uzyskane przez uczniów z grupy kontrolnej w postępie w relacji do pretestu J.C. Ravena i testu własnego wykazały, że nastąpił u nich przyrost logicznego myślenia. W przypadku testu psychologicznego był to średni przyrost rzędu dwóch i pół punktu (tabela 2), a w odniesieniu do autorskiego testu na logiczne myślenie – trzech i pół punktu (tabela 4). Wyniki te świadczą o tym, że potwierdzone zostały hipotezy, w myśl których nauczyciele wspomagają logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych poprzez odpowiedni styl pracy przejawiający się w stosowaniu rozmaitych metod problemowych.

Zakończenie

Współczesne społeczeństwo informacyjne charakteryzuje się produkowaniem i gromadzeniem ogromnych zasobów informacji. Rozwój wiedzy jest tak wielki w różnych dziedzinach życia, że wymaga od człowieka nieustannego, permanentnego uczenia się. W efekcie zalewu informacyjnego i ograniczonych możliwości pamięci roboczej, musi on zrezygnować z modelu pamięciowego na rzecz modelu, w którym dominuje przede wszystkim myślenie logiczne ułatwiające gromadzenie, porządkowanie, przetwarzanie i prezentowanie informacji. Taki model wymaga wprowadzenia zmian w systemie kształcenia wiążących się z rozwijaniem tego rodzaju myślenia. Pomocne w tym zakresie mogą być komputery, jako narzędzia poznawcze służące rozwojowi intelektualnemu człowieka.

Przeprowadzona statystyczna analiza wyników badań eksperymentalnych udowodniła słuszność hipotez założonych w rozdziale V niniejszej pracy i pozwoliła wyprowadzić następujące wnioski:

1. Komputerowe wspomaganie logicznego myślenia

Komputerowe programowanie edukacyjne w sposób istotny wspomaga logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej w porównaniu z tradycyjnymi środkami dydaktycznymi stosowanymi powszechnie na zajęciach lekcyjnych przez nauczycieli. Jest to uzasadnione tym, że w trakcie pracy w systemie programowania edukacyjnego uczniowie podejmują szereg złożonych decyzji, w wyniku czego angażują się w projekcję własnego złożonego myślenia i w ten sposób rozwijają swoje logiczne myślenie.

Uczniowie z grupy eksperymentalnej w postteście w relacji do pretestu uzyskali najwyższy wskaźnik przyrostu logicznego myślenia wynoszący średnio prawie siedem punktów dla testu J.C. Ravena i średnio niecałe sześć i pół punktu dla autorskiego testu na logiczne myślenie. Przyrost logicznego myślenia u uczniów z grupy kontrolnej był zdecydowanie niższy i wynosił średnio niecałe dwa i pół punktu dla testu J.C. Ravena oraz średnio trzy i pół punktu dla testu własnego. Innymi słowy uczniowie z grupy eksperymentalnej w porównaniu do swoich rówieśników z grupy kontrolnej uzyskali

średnio w teście J.C. Ravena prawie trzykrotnie, a w autorskim teście na logiczne myślenie – prawie dwukrotnie lepszy wynik.

Seria E testu J.C. Ravena okazała się najtrudniejszą skalą pomiarową odpowiedzialną za złożone procesy myślowe oparte na analizie i syntezie. Uczniowie z grupy kontrolnej w przeciwieństwie do uczniów z grupy eksperymentalnej nie poradzili sobie z tą skalą i jej zadaniami.

Uczniowie z grupy eksperymentalnej, na skutek pracy z systemem programowania edukacyjnego, rozwinęli umiejętności semantyczne związane z poprawnym znajdowaniem różnych znaczeń podanych słów oraz kombinatoryczne wiążące się z dokonywaniem wyboru między co najmniej dwoma lub większą ilością sposobów postępowania. Uczniowie ci rozwinęli też umiejętność wyprowadzania uogólnień ze zbioru szczegółów poprzez właściwe analizowanie i przekształcanie danych.

Stwierdzono, że istnieją różnice między płcią a poziomem logicznego myślenia. U chłopców i dziewcząt z grupy eksperymentalnej zaszły istotne różnice między wynikami w teście J.C. Ravena i autorskim teście na logiczne myślenie. Zaszła również interakcja między płcią i przynależnością do grupy badawczej. W grupie eksperymentalnej wyniki chłopców były zawsze lepsze od wyników dziewczynek. Prawidłowość ta nie wystąpiła w grupie kontrolnej, w której rezultaty chłopców w porównaniu do dziewcząt były nieistotnie statystycznie wyższe, takie same lub nieco niższe. Przyczyn takich wyników należy doszukiwać się w odmiennej budowie i funkcjonowaniu mózgu u obu płci, a także w różnych zainteresowaniach, motywacji, zaangażowaniu w osiągnięciu celów oraz w chęci i sumienności zdobywania nowej wiedzy.

Autorski test na logiczne myślenie okazał się równie skuteczny co test psychologiczny J.C. Ravena w ocenie logicznego myślenia. Korzystne mogłoby być jednak bardziej szczegółowe zbadanie wartości diagnostycznej testu autorskiego poprzez ocenę jego rzetelności i trafności. Poza tym przeprowadzenie badań porównawczych na większej liczbie populacji, pozwoliłoby zastosować ten test w polskich warunkach w różnych grupach wiekowych i określić, w jakim stopniu wyniki badań autorskim testem odpowiadają rzeczywistemu poziomowi logicznego myślenia.

2. Rozwijanie logicznego myślenia przez uczniów VI klasy szkoły podstawowej

Zaprezentowane w rozdziale V niniejszej pracy wyniki badań potwierdziły hipotezę główną, która zakładała, że wysoki poziom wiedzy z przedmiotów ścisłych oraz zainteresowania sprzyjające logicznemu myśleniu implikują istotny przyrost tego myślenia u uczniów VI klasy szkoły podstawowej.

Im mniejsze uczeń posiada problemy z nauką matematyki, tym wyższy osiąga wynik w teście J.C. Ravena i autorskim teście na logiczne myślenie, a także lepiej sobie radzi z poszczególnymi skalami testu J.C. Ravena dotyczącymi: uzupełniania brakującej części w matrycy (seria A), wnioskowania przez analogię (seria B) oraz przestawiania elementów w matrycy (seria D), jak również z zadaniami autorskiego testu na logiczne myślenie: na analizę oraz zrozumienie i interpretację zadań matematycznych. Tak więc ze spadkiem trudności w nauce matematyki, wzrasta poziom logicznego myślenia.

Ze wzrostem wiedzy matematycznej, rośnie poziom logicznego myślenia przejawiający się w wyższych wynikach uzyskiwanych w teście J.C. Ravena oraz w autorskim teście na logiczne myślenie. Uczeń lepiej sobie radzi z seriami A, B i D wchodzącymi w skład testu J.C. Ravena, a także z zadaniami autorskiego testu na logiczne myślenie na: analizę, syntezę, reguły kombinatoryczne oraz zrozumienie i interpretację zadań matematycznych.

Zainteresowania sprzyjające rozwojowi logicznego myślenia implikują przyrost tego myślenia. Do tego typu zainteresowań należą różnego rodzaju gry logiczne takie, jak: szachy czy warcaby. Granie w nie powoduje wzrost logicznego myślenia w zakresie umiejętności kombinatorycznych. Jest to uzasadnione tym, że wiele gier logicznych ma charakter gier kombinatorycznych wymagających dokonywania wyboru między różną ilością sposobów postępowania.

3. Związek pomiędzy czynnikami środowiskowo-społecznymi a poziomem logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej

Hipoteza główna, która zakładała, że czynniki środowiskowo-społeczne przyczyniają się w sposób istotny do rozwoju logicznego myślenia uczniów klasy VI szkoły podstawowej nie została w pełni potwierdzona. Nie wykazano związku między logicznym myśleniem a warunkami ekonomicznymi rodziny. Z tego względu, że teza ta

dotyczyła wszystkich skal wchodzących w zakres zarówno testu J.C. Ravena, jak i autorskiego testu na logiczne myślenie, należy przyjąć, że tego związku nie ma. Potwierdzono natomiast szereg hipotez szczegółowych.

Im wyższe wykształcenie posiadają rodzice, tym wyższy wynik uzyskuje ich dziecko w teście J.C. Ravena i w autorskim teście na logiczne myślenie, a także osiąga lepsze rezultaty w rozwiązywaniu zadań serii B testu J.C. Ravena wymagających umiejętności wnioskowania przez analogię. Poza tym lepiej sobie radzi z zadaniami autorskiego testu na logiczne myślenie na syntezę oraz zrozumienie i interpretację. Uogólniając, wzrost wykształcenia rodziców implikuje podwyższenie poziomu logicznego myślenia dziecka.

Znacząco wysoki przyrost logicznego myślenia zaobserwowano w wartościach obu pretestów pomiędzy dziećmi rodziców z zawodowym i średnim wykształceniem. Oznacza to, że grupa rodziców o wykształceniu wyższym niż zawodowe istotnie wpływa na poziom logicznego myślenia dziecka. Natomiast różnice między rodzinami, w których rodzice mają wykształcenie średnie i wyższe, są w obszarze wpływu na logiczne myślenie dzieci subtelne i mogą być spowodowane nie tyle poziomem wykształcenia, co czynnikami osobowościowymi. Bez wątplenia jest to zagadnienie, któremu warto się przyjrzeć w etapie kontynuacji badań własnych.

Im mniejsza pomoc rodziców przy odrabianiu lekcji, tym wyższy wynik dziecka w autorskim teście na logiczne myślenie, a także lepszy rezultat w zadaniach na syntezę oraz zrozumienie i interpretację. Zatem tylko samodzielne odrabianie przez dziecko zadań domowych w sposób istotny przyczynia się do rozwoju jego logicznego myślenia.

Z polepszeniem warunków materialnych rodziny nie wzrasta poziom logicznego myślenia dziecka. Innymi słowy wyższy poziom ekonomiczny rodziny nie powoduje wyższego wyniku dziecka w teście J.C. Ravena i w autorskim teście na logiczne myślenie.

4. Wspomaganie logicznego myślenia uczniów VI klasy szkoły podstawowej przez nauczyciela

Stwierdzono nieustanne doksztalcanie i doskonalenie zawodowe badanych nauczycieli, a także duże doświadczenia w pracy dydaktycznej z uczniami wynikające

z ilości przepracowanych lat w zawodzie. Większość pedagogów była w średnim wieku, z około 19-letnim stażem zawodowym i prezentowała sporą aktywność zawodową wyrażającą się w ukończeniu studiów podyplomowych.

Zdaniem ponad połowy nauczycieli tylko pojedynczy szóstoklasiści umieją logicznie myśleć, a według pozostałych badanych wszyscy uczniowie potrafią w ten sposób myśleć.

Wszyscy nauczyciele klas szóstych szkoły podstawowej nr 4 w Brodnicy stosowali na swoich zajęciach lekcyjnych metody problemowe, gdyż ich zdaniem rozwijają one logiczne i twórcze myślenie, a także powodują, że uczniowie są bardziej aktywni oraz zaangażowani w tok lekcji. Badani najczęściej stosowali na zajęciach lekcyjnych burzę mózgów, grę dydaktyczną i inscenizacyjną, a stosunkowo rzadko wykład konwersatoryjny i problematyczną metodę laboratoryjną.

Zdaniem badanych nauczycieli metody problemowe mają też wady. Są niekiedy zbyt czasochłonne oraz trudne dla słabszych uczniów. Poza tym nie skłaniają wszystkich uczniów do otwartości i kreatywności.

Prawie wszyscy nauczyciele deklarowali chęć podniesienia swoich kwalifikacji z zakresu metod problemowych. Wiedzę na ich temat pragną zdobyć przez Internet lub uczestnictwo w warsztatach.

Nauczyciele stosujący metody problemowe w trakcie zajęć lekcyjnych wspomagali logiczne myślenie swoich uczniów. Świadczy o tym przyrost logicznego myślenia u uczniów z grupy kontrolnej oceniony za pośrednictwem testu J.C. Ravena oraz autorskiego testu na logiczne myślenie. Potwierdzone zostały zatem hipotezy, w myśl których nauczyciele wspomagają logiczne myślenie uczniów VI klasy szkoły podstawowej na zajęciach lekcyjnych poprzez odpowiedni styl pracy przejawiający się w stosowaniu rozmaitych metod problemowych.

5. Wnioski dla teorii i praktyki edukacyjnej

Otrzymane wyniki badań eksperymentalnych i przekrojowych nasunęły następujące wnioski dla teorii i praktyki edukacyjnej. Po pierwsze, wskazane jest, aby począwszy od szkół podstawowych wzbogacić program kształcenia informatyki o modele lekcji stymulujące logiczne myślenie uczniów z udziałem systemu programowania edukacyjnego (Logomocja-Imagine). Po drugie, należy dążyć do tego,

aby nauka matematyki nie stwarzała uczniom trudności i była dla nich zrozumiała. W związku z tym należy przyjrzeć się jakości nauczania tego ścisłego przedmiotu w polskich szkołach i przeprowadzić szereg badań dotyczących dydaktyki matematyki. Trzeba również podnieść rangę metodyki matematyki na studiach, gdyż przedmiot ten powinien mieć priorytetowe znaczenie we wszystkich szkołach na każdym szczeblu kształcenia. Po trzecie, podczas zajęć lekcyjnych należy stosować różnorodne metody problemowe. Sprzyjają one rozwojowi zdolności poznawczych, gdyż wymagają posługiwania się różnymi operacjami umysłowymi i przeprowadzania rozumowań o charakterze dedukcyjnym, indukcyjnym i z analogii. Po czwarte, należy wyrabiać u uczniów nawyk samodzielnego uczenia się m.in. poprzez zadawanie prac domowych mających na celu poszukiwanie i przetwarzanie informacji. Po piąte, wskazane jest rozwijanie u uczniów zainteresowań wymagających zwłaszcza logicznego i twórczego myślenia. Należą do nich, np. różnego rodzaju gry logiczne.

Podsumowując należy stwierdzić, że przeprowadzone badania pozwoliły zrealizować zarówno cel teoretyczny, jak i praktyczny niniejszej pracy. Opracowane modele lekcji stymulujących logiczne myślenie uczniów z udziałem systemu programowania edukacyjnego (Logomocja-Imagine) okazały się skuteczne. Podobnie skuteczny okazał się stworzony na potrzeby badań autorski test na logiczne myślenie. Uzyskane za jego pośrednictwem wyniki były porównywalne do tych otrzymanych z psychologicznego testu J.C. Ravena. Niemniej jednak wskazane jest bardziej szczegółowe zbadanie wartości diagnostycznej testu autorskiego poprzez ocenę jego rzetelności i trafności. W związku z tym korzystne byłoby przeprowadzenie badań porównawczych na większej liczebnie populacji, co pozwoliłoby zastosować ten test w polskich warunkach w różnych grupach wiekowych. Na tej podstawie można by było określić, w jakim stopniu wyniki badań autorskim testem odpowiadają rzeczywistemu poziomowi logicznego myślenia.

Bibliografia

1. Abramowicz W., Hiperteksty w edukacji. Materiały IX Konferencji Informatyka w szkole, Toruń 15-18 IX 1993.
2. Ajdukiewicz K., Logika pragmatyczna, Warszawa 1965, 1985.
3. Angell R.B., Reasoning and logic, New York 1964.
4. Atkinson R.C., Shiffrin R.M., The Control of Short-Term Memory, *Scientific American* 225.
5. Bakó M., Why we need to teach logic and how can we teach it?, <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/bakom.pdf>.
6. Bell W., Artificial intelligence in the classroom, <http://ijcai.org/Past%20Proceedings/IJCAI-83-VOL-1/PDF/019a.pdf>.
7. Bereźnicki F., Dydaktyka kształcenia ogólnego, Kraków 2001.
8. Bereźnicki F., Dydaktyka ogólna w zarysie, Koszalin 1994.
9. Berlyne D.E., Struktura i kierunek myślenia, Warszawa 1969.
10. Bickel J.P., Doksum K.A., *Mathematical Statistics*. 2nd. ed. Prentice Hall, New Jersey 2000.
11. Bonatti L., Propositional Reasoning by Model?, *Psychological Review*, 101, 1994.
12. BouJaoude S.B., Giuliano F.J., Relationships between achievement and selective variables in a chemistry course for nonmajors, *School Science and Mathematics*, 94, 1994.
13. Braine M.D., On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic, *Psychological Review*, 85, 1978.
14. Braine M.D., Rumaine B., Logical reasoning [w:] J.H. Flavell, E.M. Markman (red.), *Handbook of child psychology: Cognitive development*, t. 3, New York 1983.
15. Braine M.D.S., O'Brien D.P., A theory of if: A lexical entry, reasoning program and pragmatic principles, *Psychological Review*, 98, 1991.
16. Brainerd C.J., *Piaget's theory of intelligence*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1978.
17. Brainerd C.J., *The origins of the number concept*, New York, 1979.
18. Broughton J., The cognitive developmental theory of adolescent self and identity [w:] B. Lee, J. Noam (red.), *Developmental approaches to self*, New York, 1983.
19. Brudnik E., Moszyńska A., Owczarska B., *Ja i mój uczeń pracujemy aktywnie. Przewodnik po metodach aktywizujących*, Kielce 2000.
20. Bruner J.S., *Poza dostarczone informacje*, PWN, Warszawa 1978.
21. Bruner J.S., *Proces kształcenia*, Warszawa 1964.
22. Brzeziński J., *Badania eksperymentalne w psychologii i pedagogice*, Warszawa 2000.
23. Brzeziński J., *Elementy metodologii badań psychologicznych*, Warszawa 1984.
24. Byrne R.M., Johnson-Laird P.N., Spatial reasoning, *Journal of Memory and Language*, 28, 1989.
25. Carlan V.G., Rubin R., Morgan B.M., Cooperative Learning, *Mathematical Problem Solving*, and Latynos, <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/morgan.pdf>
26. Chapman L.J., Chapman J.P., Atmosphere effect re-examined. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 1959.

27. Chen., Mo L., Schema induction In problem solving: A multidimensional analysis, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 30, 2004.
28. Chlewiński Z. (red.), *Psychologia poznawcza w trzech ostatnich dekadach XX wieku*, Gdańsk 2007.
29. Chlewiński Z., *Umysł dynamiczna organizacja pojęć*, Warszawa 1999.
30. Choreń O. i in., *Pragmatyka tworzenia oprogramowania edukacyjnego [w:] Informatyka w Szkole, XVIII, Toruń, 18-21.09.2002.*
31. Clements D.H., The effective use of computers with young children [w:] J.V. Copley (red.), *Mathematics in the early years*, 1999.
32. Copi I.M., *Introduction to logic*, New York, 1961.
33. Cydzik Z., *Metodyka nauczania początkowego, cz. II*, Warszawa 1966.
34. DeLuca F.P., Application of cluster analysis to the study of Piagetian stages of intellectual development, *Journal of Research in Science Teaching*, 18(1), 1981.
35. Denek K., *Metody dydaktyczne a aktywność i kreatywność uczniów*, *Kwartalnik Edukacyjny*, 1 (48), 2007,
<http://www.pcen.rzeszow.pl/publikacje/nowykwartalnik/pdf/kwartalnik48.pdf>
36. Derry J.S., Flexible cognitive tools for problem solving instruction. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association Boston, MA, April 1990.
37. Dewey J., *Jak myślimy?*, Warszawa 2002.
38. Duch W., *Fascynujący świat programów komputerowych*, Poznań 1997.
39. Dyrda K., *Logika ogólna, Wybrane zagadnienia*, Kielce 1998, 2001.
40. Dziewiecki M., *Szkoła a nauka myślenia*,
http://www.opoka.org.pl/biblioteka/I/ID/md_szkolamysl.html#
41. Edwards L.D., Collaborative problem solving in mixed-language groups, *Teaching Children Mathematics*,
http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-3441561_ITM
42. Ennals J.R., *Beginning micro-PROLOG*, Ellis Horwood, 1983.
43. Ennis R.H., Children's ability to handle Piaget's propositional logic: A conceptual critique, *Review of Educational Research*, 45, 1975.
44. Ennis R.H., Paulus D., *Critical thinking in grades 1-12, Phase 1: Deductive reasoning in adolescence*, Ithaca, N.Y.: Cornell University 1965.
45. Erickson T., *Get it together: math problems for groups*, Berkeley California 1989.
46. Evans J. St., On the problems of interpreting reasoning data: Logical and psychological approaches, 1, 1972.
47. Evans J. St., The cognitive psychology of reasoning: an introduction. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 1993.
48. Evans J.St., The mental model theory of conditional reasoning: critical appraisal and revision, *Cognition*, 48, 1993.
49. Evans St.J., Pollard P., Belief bias and problem complexity In deductive reasoning [w:] J.P. Caverni, J.M. Fabre, Gonzales M. (red.) *Cognitive biases*, Oxford 1990.
50. Fah L.Y., Logical thinking abilities among form 4 students in the interior division of Sabah, Malaysia,
<http://furnware.co.nz/Portals/0/Documents/25%20Lay%20Yoon%20Fah.pdf>
51. Falmagne R.J. (red.), *Reasoning: Representation and process in children and adults*, Hillsdale 1975.

52. Feldman D.H., *Beyond Universals in Cognitive Development*, Norwood NJ 1980.
53. Feurzeig W., Horwitz P., Nickerson R.S., *Microcomputers in education* (Report No. 4798) Prepared for Department of Health, Education and Welfare. National Institute of Education and Ministry for the Development of Human Intelligence, Republic of Venezuela, Cambridge MA, October 1981.
54. Feurzeig W., Papert S., Bloom M., Grant R. & Solomon C., *Programming languages as a conceptual framework for teaching mathematics* (Report No. 1899), Cambridge MA, 1969.
55. Fischbein E., *Intuition and mathematical education*, [w:] *Osnabrücker Schriften zur Mathematik* 1, 1978.
56. Fischer M.A., Gillespie C.W., *Computers and young children's development*. *Young Children*, 58(4), 2003.
57. Flavell J.H., *Cognitive development*, Englewood Cliffs, 1977.
58. Fodor J., *Utrwalanie przekonań i nabywanie pojęć* [w:] H. Gardner (red.) *Noama Chomsky'ego próba rewolucji naukowej*, t. I, Warszawa 1995.
59. Ford M., *Review of mental models*, *Language*, 61, 1985.
60. Friedman W.J. (red.) *The developmental Psychology of Time*, New York 1982.
61. Gardner H., *Frames of mind. The Theory of Multiple Intelligences*, New York 1983.
62. Gardner H., *Inteligencje wielorakie. Teoria w praktyce*, Poznań 2002.
63. Gentner D., Holyoak K.J., *Reasoning and learning by analogy: Introduction*, *American Psychologist*, 52, 1997.
64. Gick M.L., Holyoak K.J., *Analogical problem solving*, *Cognitive Psychology*, 12, 1980.
65. Girotto V., *Is the model theory of induction also a theory of inductive reasoning?*, *International Studies in Philosophy of Science*, 8, 1994.
66. Glennon V.J., *Neuropsychology and the Instructional Psychology of Mathematics*. The Seventh Annual Conference of the Research Council for Diagnostic and Prescriptive Mathematics, Vancouver 1980.
67. Głazek M., *Rusz głową! Jak podwyższyć poziom swojej inteligencji*, Warszawa 2007.
68. Goldstein I., Papert S., *Artificial intelligence, language and the study of knowledge* *Cognitive Science*, 1, 1977.
69. Goldstein I., Papert S., *Artificial intelligence, language and the study of knowledge* *Cognitive Science*, 1, 1977.
70. Gorman H., Bourne L.E., *Learning to think by learning LOGO: Rule learning in third-grade computer programmers*, *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21, 1980.
71. Gruszczyk-Kolczyńska E., *Dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się matematyki*, Warszawa 1992.
72. Grzenia J., *Komunikacja językowa w Internecie*, Warszawa 2006.
73. Grzesiak J., *Gry i zabawy matematyczne - zadania dla dzieci w młodszym wieku szkolnym*, *Życie Szkoły*, 4, 1984.
74. Hadar N.B., *Children's conditional reasoning: An investigation of fifth graders ability to learn to distinguish between valid and fallacious inferences*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Berkley, 1975.
75. Haugland S.W., *Effects of computer software on preschool children's developmental gains*. *Journal of Computing in Childhood Education*, 3(1), 1994.

76. Henle M., On the relation between logic and thinking, *Psychological Review*, 69, 1962.
77. Hernandez L.De., Marek E.A., Renner J.W., Relationships among gender, age, and intellectual development, *Journal of Research in Science Teaching*, 1(4), 1984.
78. Hornowski B., *Analiza psychologiczna skali J.C. Ravena*, Warszawa 1970.
79. Howe A.C., Shayer M., Sex related differences on a task of volume and density, *Journal of Research in Science Teaching*, 18(2), 1981.
80. Hurlock E.B., *Rozwój dziecka*, Warszawa 1985.
81. Ilieva V., Ivanov I., *My first computer software*, 2001,
<http://www.ocg.at/activities/books/volumes/band%20156/FirstSoftware.doc>
82. Inhelder B., Piaget J., *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970.
83. Inhelder B., Piaget J., *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*, New York 1958.
84. Inhelder B., Sinclair H., Bovet M., *Learning and the Development of Cognition*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1974.
85. Jagiełło E., *Teoria i praktyka w nauczaniu matematyki*, *Rozprawy społeczne* Nr 1 (V), 2011.
86. Jarosz M. i In., *Psychologia lekarska*, Warszawa 1983.
87. Johnson-Laird P.N., Bara B., Syllogistic inference, *Cognition*, 16, 1984.
88. Johnson-Laird P.N., Mental models and probabilistic thinking, *Cognition*, 50, 1994.
89. Johnson-Laird P.N., Models of deduction [w:] R.J. Falmagne (red.) *Reasoning: Representation and process in children and adults*, Erlbaum, 1975.
90. Jonassen D.H., *Cognitive tool for learning*, New York, 1992.
91. Jonassen D.H., *Interactive lesson design: A taxonomy*, *Educational Technology*, 25(6), 1985.
92. Juszczak J., Janczyk J., Morańska D., Musioł M., *Dydaktyka informatyki i technologii informacyjnej*, Toruń 2006.
93. Juszczak S. (red.), *Metodyka nauczania informatyki w szkole*, Toruń 2003.
94. Juszczak S., *Wybrane modele komunikowania* [w:] B. Siemieniecki (red.), *Pedagogika medialna*, Warszawa 2007.
95. Kielar-Turska M., *Średnie dzieciństwo. Wiek przedszkolny* [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, *Psychologia rozwoju człowieka*, Warszawa 2000.
96. Klein P.S., Nir-Gal O., Darom E., *The Use of Computers in Kindergarten, With or Without Adult Mediation: Effects on Children's Cognitive Performance and Behavior*, *Computers in Human Behavior*, 16,
<http://web.macam98.ac.il/~nirgalo/a-publish&study/artical-klein&nir-gal&darom.htm>
97. Kotarbiński T., *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*, Wrocław-Łódź, 1990.
98. Kotlarski K., *Inteligencja i środowisko*, *Acta Universitatis Nicolai Copernici, Pedagogika XX – Nauki humanistyczno-społeczne*, 282, 1994.
99. Kotlarski K., *Wartości kształcące niektórych typów zadań problemowych*, *Neodidagmata XXI*, Poznań 1992.
100. Koziński J., *Myślenie i rozwiązywanie problemów* [w:] T. Tomaszewski (red.), *Psychologia ogólna. Percepcja. Myślenie. Decyzje*, Warszawa 1992.
101. Kozińska M., *Komputerowe wspomaganie edukacji*, Szczecin 2003.

102. Kozielska M., Technologie informacyjne w poznawaniu wiedzy matematyczno-przyrodniczej, Toruń 2010.
103. Krajewska K., Styl pracy nauczyciela, <http://www.profesor.pl/publikacja,17853,Artykuly,Styl-pracy-nauczyciela>
104. Kramer D.A., Conceptualizing wisdom: The primacy of affect cognition relations [w:] R.J. Sternberg (red.), *Wisdom: Its nature, origins and development*, New York 1990.
105. Kruszewski K. (red.), *Sztuka nauczania. Czynności nauczyciela*, Warszawa 2009.
106. Kruszewski K., *Zmiana i wiadomość. Perspektywa dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1987.
107. Krygowska Z., *Zarys dydaktyki matematyki, cz. I*, Warszawa 1977.
108. Kupisiewicz Cz., *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Warszawa 1980, 1994.
109. Labouvie-Vief G., *Wisdom as integrated thought: Historical and developmental perspectives* [w:] R.J. Sternberg (red.), *Wisdom: Its nature, origins and development*, New York 1990.
110. Landa L., *Algo-Heuristic Approach to Thinking and Learning: Does CAL Teach Thinking*, [w:] *Proceedings CAL 79 Symposium*, University of Exeter, 1979.
111. Leshner R.E., *A study of logical thinking*, <http://eric.ed.gov/PDFS/ED063548.pdf>
112. Lipman M., "Thinking in Education", Cambridge University Press. USA. 1991 [w:] J.A. Ramirez, Y. Oyama, *Japanese logical thinking a quantitative assessment of university student's reasoning abilities*, <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/53559/1/KJ00000201153.pdf>
113. Lynch S.A., Warner L, *Computer Use in Preschools: Directors' Reports of the State of the Practice*, Sam Houston State University, <http://ecrp.uiuc.edu/v6n2/lynch.html>
114. Łobocki M., *Metody badań pedagogicznych*, Warszawa 1978.
115. Łukasiewicz J., *Sylogistyka Arystotelesa z punktu widzenia współczesnej logiki formalnej*, Warszawa 1988.
116. Łukasz S., *Magia gier wirtualnych*, Warszawa 1998.
117. Mackiewicz R., *Rozumowanie warunkowe w interpretacji teorii modeli umysłowych*, Lublin 2000.
118. Malinowski G., *Logika ogólna*, Łódź 2008.
119. Manktelow K.I., Over D.E., *Inference and understanding*, London 1990.
120. Marciszewski W. (red.), *Mała encyklopedia logiki*, Warszawa 1988.
121. Maruszewski T., *Analiza funkcjonowania poznawczego jednostki w świetle idealizacyjnej teorii nauki*, Poznań 1983.
122. Mason E.J., *The development of logical thinking in children*, Report to the Netherlands Ministry for Pure Science Research, Feb. 1980. (tłum.)
123. Matson E.T., Pauly R., DeLoach S., *Robotic Simulators to Develop Logic and Critical Thinking Skills in Under Served K-6 School Children*, <http://people.cis.ksu.edu/~sdeloach/publications/Conference/robot%20simulator.pdf>
124. McNerny D.Q., *Nauka logicznego myślenia*, Warszawa 2005.
125. Meehan A.M., *A meta-analysis of sex differences in formal operational thought*. *Child Development*, 55, 1984.

126. R. Młodzki, Złożoność obliczeniowa gier,
<http://students.mimuw.edu.pl/~rm201189/maga/1000-MGR-INF-82121500456.pdf>
127. Morbitzer J., Edukacja wspierana komputerowo a humanistyczne wartości pedagogiki, Kraków 2007.
128. Morżak R., Serdyński A., Serdyński T., Tworzenie edukacyjnych stron WWW [w:] E. Pyrzycka, A. Stachura (red.), Edukacja informacyjna. Technologie informacyjne w ponowoczesnym świecie, Szczecin 2005.
129. Mumford M.D., Analogies [w:] M.A. Runco, S. Pritzker (red.) Encyclopedia of creativity, t. 1, New York 1999.
130. Napałkow A.W., Programowanie heurystyczne i badanie mechanizmów przetwarzania informacji [w:] A.I. Berg (red.), Informacja i cybernetyka, Warszawa 1970.
131. Nawroczyński B., Zasady nauczania, Wrocław 1957.
132. Newell A., Simon H., Human problem solving, Englewood Cliffs, 1972.
133. Nęcka E., Orzechowski J., Szymura B., Psychologia poznawcza, Warszawa 2006.
134. Nęcka E., Psychologia twórczości, Gdańsk 2001.
135. Nolen P.A., Implications of formal operational thinking at the college level, Contemporary Educational Psychology, 1, 1976.
136. Nosal Cz. S., Psychologiczne modele umysłu, Warszawa 1990.
137. Nowacki T., Podstawy dydaktyki zawodowej, Warszawa 1977.
138. Nowak S., Metodologia badań socjologicznych, Warszawa 1970.
139. Nowik J., Kształcenie matematyczne w edukacji wczesnoszkolnej, Opole 2011.
140. Nowosad I., Znaczenie i możliwości realizacyjne działalności pozalekcyjnej szkoły [w:] K. Ferencz (red.), Rocznik Lubuski, t. XXIX, cz. II, 2003.
141. Obuchowska I., Adolescencja [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, Psychologia rozwoju człowieka. Charakterystyka okresów życia człowieka, Warszawa 2002.
142. Okoń W., Nauczanie problemowe we współczesnej szkole, Warszawa 1987.
143. Okoń W., Podstawy systemu dydaktycznego w szkole socjalistycznej, [w:] System dydaktyczny, W. Okoń (red.), Warszawa 1971.
144. Okoń W., Słownik pedagogiczny, Warszawa 1992/ 1996.
145. Okoń W., Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej, Warszawa 1998.
146. Papert S., Burze mózgów. Dzieci i komputery, Warszawa 1996.
147. Papert S., Teaching children thinking, Programmed Learning and Educational Technology, 9, 1972.
148. Papert S., Teaching children to be mathematicians versus teaching about mathematics, International Journal for Mathematical Education, Science and Technology, 3, 1972.
149. Papert S., Watt D., DiSessa A., Weir S., An assessment and documentation of a children's computer laboratory. Final Report of the Brookline Logo Project, Brookline MA, 1979.
150. Parsons C., Inhelder and Piaget's The growth of logical thinking, II.: A logician's viewpoint, British Journal of Psychology, 5, 1960.
151. Pascual-Leone J., An essay on wisdom: Toward organismic processes that make it possible [w:] R.J. Sternberg (red.), Wisdom: Its nature, origins and development, New York 1990.

152. Pea R.D., Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning, *Educational Psychologist*, 20, 1985.
153. Pea R.D., Kurland D.M., On the cognitive effects of learning computer programming, 1984.
http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/05/32/PDF/A18_Pea_Kurland_84.pdf
154. Perkins D.N., Salomon G., Are cognitive skills context bound? *Educational Researcher* 18(1), 2000.
155. Perzanowski J., *Logika & filozofia logiczna*, Toruń 2000.
156. Piaget J., Inhelder B., *Obrazy umysłowe [w:] Inteligencja*, P. Fraise, J. Piaget (red.), Warszawa 1967.
157. Piaget J., Inhelder B., *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970.
158. Piaget J., Inhelder B., *Operacje umysłowe i ich rozwój [w:] Inteligencja*, P. Fraise, J. Piaget (red.), Warszawa 1967.
159. Piaget J., Intellectual evolution from adolescence to adulthood, *Human Development*, 15, 1972.
160. Piaget J., *Logic and psychology*, Manchester, 1953.
161. Piaget J., *Psychologia i epistemologia*, Warszawa 1977.
162. Piaget J., *Psychology of intelligence*, Paterson, N.J.: Littlefield, Adams, 1963.
163. Piaget J., *The Child Conception of Time*, New York 1969.
164. Piech K., *Wprowadzenie do heurystyki*,
<http://akson.sgh.waw.pl/~kpiech/text/2003-kzif-heurystyka.pdf>
165. Pietrasieński Z., *Psychologia sprawnego myślenia*, Warszawa 1961.
166. Pilch T., *Zasady badań pedagogicznych*, Warszawa 1998.
167. Piotrowski E., *Proces kształcenia w zreformowanej szkole [w:] K. Denek, F. Berezicki (red.), Dydaktyka w dobie przemian edukacyjnych*, Szczecin 1999.
168. Polya G., *Jak to rozwiązać*, Warszawa 1993.
169. Półturzycki J., *Dydaktyka dla nauczycieli*, Toruń 1999.
170. Prabhakaran V., Smith J.A.L., Desmond J.E., Glover G.H., Neural substrates of fluid reasoning: An fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test, *Cognitive Psychology*, 33, 1997.
171. Price-Williams D., Gordon W., Ramirez M., Skill and conservation: A study of pottery-making children, *Developmental Psychology*, t. 769, 1969.
172. Przetacznikowa M., *Rozwój i wychowanie dzieci i młodzieży w średnim wieku szkolnym*, Warszawa 1971.
173. Przetacznikowa M., *Rozwój psychiczny dzieci i młodzieży*, Warszawa 1967.
174. R Development Core Team, 2007, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>
175. Ramirez J.A., Oyama Y., Japanese logical thinking a quantitative assessment of university student's reasoning abilities, <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/53559/1/KJ00000201153.pdf>
176. Reitman W.R., Heuristic decision procedures, open constraints and the structure of ill-defined problems, [w:] M.W. Shelly, G.L. Bryan (red.), *Human judgements and optimality*, New York 1964.
177. Rips L.J., Cognitive process in propositional reasoning, *Psychological Review*, 90, 1983.
178. Rips L.J., *Deduction and cognition [w:] E.E. Smith, D.N. Osherson (red.) Thinking: An invitation to cognitive science*, Cambridge 1995.

179. Rips L.J., The psychology of knights and knaves, *Cognition*, 31, 1989.
180. Rips L.J., The psychology of proof: Deductive reasoning In human thinking, Cambridge, 1994.
181. Roberge J.J., Flexer B.K., Further examination of formal operations reasoning abilities, *Child development*, 50, 1979.
182. Roberge J.J., Flexer B.K., Propositional reasoning in adolescence, *Journal of General Psychology*, 100, 1979.
183. Romeo G., Convicts, Bushrangers and Explorers: Databases in the Primary Classroom, <http://users.monash.edu.au/~gromeo/romeo/documents/Convicts%20Bushrangers%20and%20Explorers%201994.pdf>
184. Rubacha K., *Metodologia badań nad edukacją*, Warszawa 2008.
185. Rubinstejn S.L., *Myślenie i drogi jego poznania*, Warszawa 1962.
186. Ruchlis H., Oddo S., *Jak myśleć logicznie. Praktyczne wprowadzenie*, Warszawa 1999.
187. Ryle G., *The concept of mind*, New York 1949.
188. Schaeken W., Johnson-Laird P.N., d'Ydewalle G., Mental models and temporal reasoning, *Cognition*, 60, 1996.
189. Semadeni Z., *Matematyka współczesna w nauczaniu dzieci*, Warszawa 1980.
190. Seng S., Enhanced learning: Computers and early childhood education. Paper presented at the Educational Research Association Conference, Singapore, November 1998, <http://www.nwrel.org/request/june01/child.html>
191. Shaw V.F., The cognitive processes In informal reasoning, *Thinking and reasoning*, 2, 1996.
192. Shemesh M., Gender-related differences in reasoning skills and learning interests of junior high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1), 1990.
193. Siegler R., Information processing approaches to development, [w:] W. Kessen (red.), *Handbook of child psychology*, t. 1, New York 1983.
194. Siemieniecki B., Doświadczenia i wnioski reform szkolnych w Hiszpanii i Anglii w kl. 4-8 [w:] J. Półturzycki (red.), *Edukacja systematyczna w szkole podstawowej. Ekspertyzy i Raporty IBE*, Warszawa 1995.
195. Siemieniecki B. (red.), *Pedagogika medialna*, tom 2, Warszawa 2007.
196. Siemieniecki B., *Efektywność dydaktyczna a spójność struktury treści w telewizyjnych wykładach interdyscyplinarnych wspartych grami dydaktycznymi*, Kraków 1990.
197. Siemieniecki B., *Komputer w edukacji. Podstawowe problemy technologii informacyjnej*, Toruń 1998.
198. Siemieniecki B., *Komputery i hipermedia w procesie edukacji dorosłych*, Toruń 2001.
199. Siemieniecki B., *Rozwijanie myślenia w szkole podstawowej w klasach IV-VI na drodze do społeczeństwa informacyjnego*, [w:] K. Wenta, E. Perzycka (red.), *Edukacja informacyjna. Neomedia w dydaktyce i działaniach wychowawczo-opiekuńczych*, Szczecin 2007.
200. Sikorki E., *Zgłębienie tajników matematyki poprzez zabawę*, <http://www.swiatmatematyki.pl/index.php?p=37>
201. Sinclair J.D., The hardware of the brain, *Psychology Today*, 11-12, 1983.
202. Siwek H., *Czynnościowe nauczanie matematyki*, Warszawa 1998.

203. Skarbińska A., Klimowski P., Edukacyjne programy sieciowe w ujęciu konstrukcyjnym, materiały konferencyjne z VII konferencji naukowej, nt. Współczesne kształcenie na odległość w teorii i praktyce, Toruń 2008.
204. Skarbińska A., Klimowski P., System Logomocja-Imagine jako uniwersalne e-narzędzie wspomagające zdalną edukację [w:] A.B. Kwiatkowska, M.M. Sysło (red.), Informatyka w edukacji V, Toruń 3-6 lipca 2008.
205. Skarbińska A., O konstrukcji edukacyjnych stron WWW [w:] Cz. Daniłowicz (red.) Multimedialne i sieciowe systemy informacyjne, Wrocław 1998.
206. Skemp R., Intelligence, Learning and Action, Wiley 1979.
207. Skorny Z., Prace magisterskie z psychologii i pedagogiki, Warszawa 1984.
208. Skrzypczak J. (red.), Popularna encyklopedia mass mediów, Poznań 1999.
209. Staudenmayer H., Understanding conditional reasoning with meaningful propositions [w:] R.J. Falmagne (red.), Reasoning: Representation and process in children and adults, Hillsdale 1975.
210. Stefańska-Klar R., Późne dzieciństwo. Młodszy wiek szkolny [w:] B. Harwas-Napierała, J. Trempała, Psychologia rozwoju człowieka, Warszawa 2002.
211. Sternberg R., Psychologia poznawcza, Warszawa 2001.
212. Sternberg R.J., Intelligence and wisdom [w:] R.J. Sternberg, Handbook of intelligence, Cambridge 2000.
213. Sternberg R.J., Rifkin B., The development of analogical reasoning process, Journal of Experimental Child Psychology, 27, 1979.
214. Stroński A., Modelowanie i programowanie obiektowe, materiały z wykładu na Politechnice Poznańskiej, 2011,
<http://www.cs.put.poznan.pl/anstroinski/data/uploads/mipo/materials/wyklad-i.pdf>
215. Struzińska-Walczak A., Walczak K., Nauka programowania dla początkujących. Turbo Pascal, Warszawa 1993.
216. Sysło M.M., Algorytmy, Warszawa 1997.
217. Tadeusiewicz R., Programowanie w języku Logo, Kraków 1992.
218. Tall D., The Psychology of advanced mathematical thinking,
<http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1991k-psychology-of-amt.pdf>
219. Taraszkiewicz M., Rose C., Atlas efektywnego uczenia się, Cz. 7 Inteligencje wielorakie w klasie, Warszawa 2006,
http://archiwum.trendy.codn.edu.pl/struktura/konferencja/doc/inteligencje_wielorakie_w_klasie.pdf
220. Tarski A., Wprowadzenie do logiki i do metodologii nauk dedukcyjnych, Białystok 1994.
221. Titchener E., Podręcznik psychologii, Warszawa 1929.
222. Vasta R., Haith M.M., Scott A.M., Psychologia dziecka, Warszawa 1995.
223. Walat A., Elementy informatyki dla szkół średnich. Część I, Warszawa 1993.
224. Waltz J.A., Knowlton B.J., Holyoak K.J., A system for relational reasoning in human prefrontal cortex, Psychological Science, 10, 1999.
225. Wegerif R., Literature Review in Thinking Skills, Technology and Learning, Report 2, za: R. Bromme, E. Stahl, Writing and Learning: Hypertext as a renewal of an old and close friendship, [w:] R. Bromme, E. Stahl (red.), Writing Hypertext and Learning: conceptual and empirical approaches. Advances in Learning and Instruction Series, Oxford 2002.

226. Wenta K., Wprowadzenie do metodyki nauczania elementów informatyki w szkole. Podstawy teoretyczne dydaktyki w informatyce stosowanej, Szczecin 1997.
227. Whitebread D., Developing children's problem-solving: The educational uses of adventure games, [w:] McFarlane, A. (red.) Information Technology and Authentic Learning, London 1997.
228. Wieczorek K., Wprowadzenie do logiki, Warszawa 2005.
229. Wilson A.H., Wilson J.M., The development of formal thought during pretertiary science courses in Papua New Guinea, Journal of Research in Science Teaching, 21(5), 1984.
230. Wiśniewska K., Logomocja-Imagine jako środowisko do nauczania różnych przedmiotów [w:] E. Perzycka, A. Stachura (red.), Pedagogika Informacyjna. Media w kształceniu ustawicznym, Szczecin 2007.
231. Wiśniewska K., Projektowanie interaktywnego oprogramowania edukacyjnego on-line w oparciu o system Logomocja-Imagine, [w:] T. Lewowicki, B. Siemieniecki (red.), Kształcenie na odległość w praktyce edukacyjnej, Toruń 2009.
232. Wiśniewska K., Wspomaganie uczenia się algorytmów uczniów szkół ponadgimnazjalnych na bazie systemu Logomocja-Imagine [w:] M. Kozielska (red.), Technologie informacyjne w poznawaniu wiedzy matematyczno-przyrodniczej, Toruń 2010.
233. Wittrock M.C., Learning as a generative process, Educational Psychologist, 11, 1974.
234. Witwicki W., Psychologia, t. 1, Warszawa 1962.
235. Włodarski Z., Matczak A., Wprowadzenie do psychologii, Warszawa 1987.
236. Woodworth R.S., Sells S.B., An atmosphere effect in formal syllogistic reasoning, Journal of Experimental Psychology, 18, 1935.
237. Woźna B., Wstęp do informatyki. Algorytmika.
<http://projekty.pc.pl/materialy/ajd/wi/wiw05.pdf>
238. Yenilmez A., Sungur S., Tekkaya C., Investigating students' logical thinking abilities: the effects of gender and grade level, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 2005.
239. Yevdokimov O., Inquiry activities in a classroom: extra-logical processes of illumination vs logical process of deductive and inductive reasoning. A case study, 2005. http://eprints.usq.edu.au/3354/1/Yevdokimov_2006_PME.pdf.
240. Yoo S., Cha S., Lee W., Improving K-12's Logical Thinking Abilities using Educational Programming Language 'Dolittle', <http://www.wseas.us/e-library/transactions/education/2007/30-639N.pdf>
241. Zaczyński H. (red.), Poradnik młodego nauczyciela szkoły podstawowej, Poznań 1985.
242. Zaczyński W., Praca badawcza nauczyciela, Warszawa 1968.
Zielicz W., Testy – za i przeciw, Wiedza i życie 1999 nr 7,
<http://archiwum.wiz.pl/1999/99073400.asp>
243. Ziemiński Z., Logika praktyczna, Warszawa 1998.
244. Zimbardo Ph.G., Psychologia i życie, Warszawa 1999.
245. http://aragorn.pb.bialystok.pl/~walenty/symulacje/htm/teoria_sym.htm#2
246. <http://dobragra.pl/world-of-goo-recenzja/>
247. <http://logo.oeiizk.waw.pl/>

248. http://merlin.pl/Symulacyjna-gra-decyzyjna-TEES-2_Jerzy-Skrzypek-Mariusz-Szuba/browse/product/1,5661.html
249. http://ppp.lezajsk.pl/podstrona,Gry_komputerowe
250. <http://www.city-interactive.com/index.php?title=gamepage&m=150>
251. <http://www.edukacja.edux.pl/p-2016-inteligencje-wielorakie.php>
252. <http://www.gry-online.pl/S016.asp?ID=4952>
253. <http://www.gry-online.pl/S016.asp?ID=7384>
254. <http://www.miastogier.pl/encyklopedia,pc,o7217.html>
255. <http://www.msnbc.msn.com/id/13560741/#storyContinued>
256. http://www.oke.poznan.pl/cms,820,skale_staninowe_2009.htm
257. <http://www.scribd.com/doc/7227772/ROZ7Piaget45>
258. www.brodnica.miasto.biz/portal/download/file_id/3275/pid/408.html

Streszczenie / Summary

Modern society appreciates people who think logically. Order and good organization are valued by them. They perform orders precisely, assess and count in mind, as well as formulate their speeches properly. They perform various reasoning and draw proper conclusions. Such people solve problems and notice cause-and-effect relationships. Easily compose word, movement and thought sequences, as well as classify and organise objects due to their defined criteria. The people do notice relations between various occurrences, persons or items. Moreover, they skilfully employ varied mind operation, in particular analysis and synthesis.

A computer plays essential role in human development. To confirm the thesis that pupils' work based on computer and educational software supports their logical thinking become my aim. Moreover, I performed research on whether pupil's interests and level of mathematics influences his/her level of logical thinking. Whether parents' education and economical conditions of the family have any impact on the level of logical thinking. Does teacher support logical thinking of pupils during classes?

Such researches did not take place in Poland. I performed them in the academic year of 2009/2010 between October and March.

Researches were of experimental character performed in three stages. The first stage picked randomly two groups out of all six-graders, i.e. an experimental and control groups. Parents of children from the experimental group provided their written consent for their children to participate in six-month after-lesson classes: „Computer support for logical thinking”. Afterwards, pupils from both groups were examined with two tests for logical thinking. The test included the Raven test and the test for logical thinking composed by me. At the end a statistic analysis was performed. No considerable differences were noticed.

The second stage involved the experimental group which, for half a year, participated in ninety minutes long after-lesson classes. The aim of the classes was to create multimedia educational projects with the use of “Logomocja-Imagine” programming system. The control group did not participate in any of the classes.

The third stage of the experiment took place after six months. Researches employed the same experimental tools. Moreover, an anonymous survey was performed among all teachers of six-grade groups.

Conclusions showed that pupils' work with the use of educational software resulted in statistically important increase of logical thinking. During programming pupils encountered numerous problems which they had to solve. Pupils gained semantic and combinatorial skills.

As a result of learning programming, various increase of logical thinking occurred for both sexes. Stimulating such thinking resulted in higher increase for boys than girls. Lack of stimulation left the skill on approximately the same level. Boys are more sensitive for stimulations than girls. Reason for this supposedly lie in different structure and functioning of brain of both sexes, as well as varied interests or eager to gain new knowledge.

The level of logical thinking of the pupils was influenced by a range of other factors. First of all, the lower were pupil's difficulties with mathematics, the higher level of logical thinking he/she gained. Secondly, increase of such thinking resulted due to influence of interests of different character of logical games i.e. chess. Thirdly, the better education of parents, the higher level of logical thinking of their children. Moreover, doing homework individually by a child develops logical thinking. (Parents suggest answers very often). The fifth, good and very good economical condition of the family did not influence higher level of logical thinking of the child. The sixth, use of various problematic methods by teachers during classes did influence the type of thinking for pupils.

Aneksy

Aneks 1 Test na logiczne myślenie z kartą odpowiedzi

Zadanie 1

Piotr ma dwa opakowania cukierków czekoladowych z 75 cukierkami każde. Łukasz ma piętnaście z 20 cukierkami w każdym. Ile cukierków czekoladowych mają razem? Wszystkie te cukierki podzielili pomiędzy 50 dzieci. Ile cukierków przypada na każde dziecko?

Zadanie 2

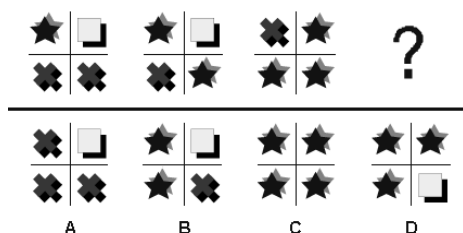
Jaka litera będzie logicznym uzupełnieniem ciągu?
A B A C A D A E A ?

Zadanie 3

Które zwierzę nie pasuje do pozostałych?
pchła, mrówka, komar, sikorka, kleszcz, pszczoła

Zadanie 4

Który układ symboli powinien znaleźć się w miejscu zapytania?



Zadanie 5

Która roślina nie pasuje do pozostałych?
jesion, buk, jodła, róża, świerk

Zadanie 6

Wymień co najmniej trzy znaczenia słowa **KLUCZ**

Zadanie 7

Jeżeli Adam jest wyższy od Piotra, a Piotr jest wyższy od Ani, to która z tych osób jest najniższa?

Zadanie 8

W kinie jest 525 foteli. Na początku pierwszego filmu jest 498 osób. Po jego skończeniu wychodzi 101 osób i wchodzi 110. Czy wystarczy foteli dla wszystkich osób?

Zadanie 9

Pewien mężczyzna wychodzi na zakupy i wydaje 580 Euro na pralkę, 349 Euro na DVD i 980 Euro na komputer. Po powrocie do domu zostało mu 1250 Euro. Z jaką ilością pieniędzy wyszedł z domu?

Zadanie 10

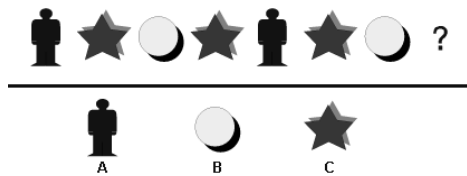
Jakie trzy kolejne litery będą logicznym uzupełnieniem ciągu?
Q Z E Q Z F Q Z G ???

Zadanie 11

Które zwierzę nie pasuje do pozostałych?
 świnia, owca, krowa, jeź, koza

Zadanie 12

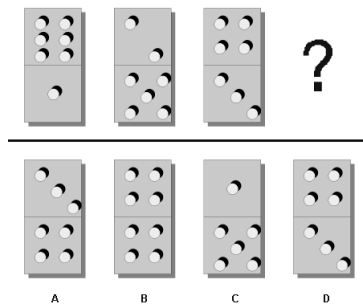
Jaki symbol będzie logicznym uzupełnieniem ciągu i znajdzie się w miejscu zapytania?

**Zadanie 13**

Który przedmiot nie pasuje do pozostałych?
 zeszyt, książka, ołówek, kartka, koperta, karton

Zadanie 14

Która figura powinna znaleźć się w miejscu znaku zapytania?

**Zadanie 15**

Która figura nie pasuje do pozostałych?



Zadanie 16

Wymień co najmniej trzy znaczenia słowa **ZAMEK**

Zadanie 17

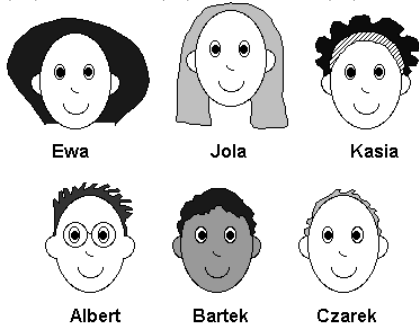
Kupiec kupił 23 metry tkaniny za 195 Euro. Potem ją sprzedał za 18 Euro za metr. Ile zarobił kupiec na każdym metrze?

Zadanie 18

Adrian kupił komputer za 948 Euro. Najpierw zapłacił połowę ceny i resztę w ratach rozłożonych na 12 miesięcy. Ile musiał płacić każdego miesiąca?

Zadanie 19

Po kolacji, pewni studenci zdecydowali pójść potańczyć. Byli to trzej chłopcy: Albert (A), Bartek (B) i Czarek (C) i trzy dziewczyny: Ewa (E), Jola (J) i Kasia (K).



Jedna możliwa para partnerów w tańcu to np. Albert i Ewa. Stwórz listę wszystkich możliwych par tańczących ze sobą chłopców z dziewczynami. Zwróć uwagę, aby pary się nie powtarzały.

Zadanie 20

Jaka litera będzie logicznym uzupełnieniem ciągu?
A E A G A I A K A ?

Zadanie 21

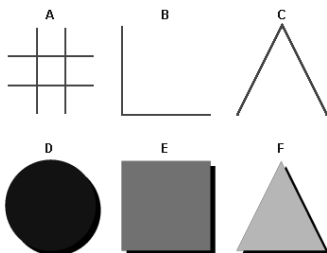
Które imię nie pasuje do pozostałych?
 Marek, Robert, Kinga, Daria, Jacek?

Zadanie 22

Jakie dwie litery powinny znaleźć się w miejscu znaków zapytania?
QB LC HE EH CL ??

Zadanie 23

Która figura nie pasuje do pozostałych?

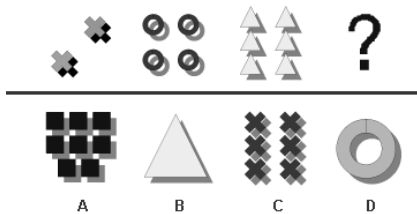


Zadanie 24

Ojciec Tymoteusz ma pięć córek: 1. Nana, 2. Nene, 3. Nini, 4. Nono. Jak na imię ma piąta córka?

Zadanie 25

Który układ symboli powinien znaleźć się w miejscu znaku zapytania?

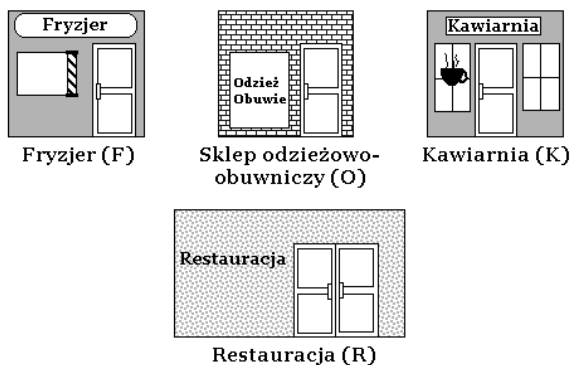


Zadanie 26

Czy to prawda, że $13^2 = 190 - 3 \times 7$

Zadanie 27

W nowym centrum zakupów będą się mieścić na parterze 4 lokale: Fryzjer (F), Kawiarnia (K), Sklep odzieżowo-obuwniczy (O), Restauracja (R)



Jedna możliwość rozmieszczenia tych lokali to np. FORK, czyli najpierw Fryzjer, potem sklep Odzieżowo-obuwniczy, następnie Restauracja, a na końcu Kawiarnia. Stwórz listę wszystkich możliwych lokalizacji dla tych czterech lokali. Zwróć uwagę, aby się nie powtarzały.

Zadanie 28

Patryk wyszedł z domu w kierunku wschodnim na odległość 9 km, a z tego miejsca w kierunku zachodnim na odległość 4 km, jak daleko zaszedł od domu?

Zadanie 29

Czy to prawda, że $36 \times 16 - 1872 : 16 = 14^2 + 7^3$

Zadanie 30

Wymień co najmniej trzy znaczenia słowa **KORONA**

Zadanie 1

Piotr i Łukasz mają w sumie..... czekoladowych cukierków
Po podzieleniu wszystkich cukierków między 50 dzieci, na jedno dziecko przypadło po
..... cukierków.

Zadanie 2

Uzupełnieniem ciągu jest litera

Zadanie 3

Do wymienionych zwierząt nie pasuje

Zadanie 4

Brakujący układ symboli kryje się pod literą

Zadanie 5

Do wymienionych roślin nie pasuje

Zadanie 6 (Trzy znaczenia słowa klucz)

1.
2.
3.

Zadanie 7

Najniższą osobą jest

Zadanie 8

Czy wystarczy w kinie foteli dla wszystkich osób? TAK NIE (zakreśl właściwą odpowiedź)

Jeśli Twoja odpowiedź jest twierdząca, to wpisz liczbę wolnych foteli. Jeśli natomiast Twoja odpowiedź jest negatywna, to wpisz liczbę osób, dla których zabrakło miejsc w kinie.

Liczba wolnych foteli w kinie

Liczba osób, dla których zabrakło foteli w kinie

Zadanie 9

Mężczyzna wyszedł z domu z kwotą

Zadanie 10

Trzy kolejne litery ciągu to

Zadanie 11

Do wymienionych zwierząt nie pasuje

Zadanie 12

Brakujący układ symboli kryje się pod literą

Zadanie 13

Do wymienionych przedmiotów nie pasuje

Zadanie 14

Brakująca figura kryje się pod literą

Zadanie 15

Do pozostałych figur nie pasuje

Zadanie 16 (Trzy znaczenia słowa zamek)

1.
2.
3.

Zadanie 17

Kupiec na każdym metrze materiału zarobił

Zadanie 18

Miesięczna rata za komputer wynosi

Zadanie 19

Możliwe pary tańczących chłopców z dziewczętami to:

.....
.....
.....

Zadanie 20

Uzupełnieniem ciągu jest litera

Zadanie 21

Do wymienionych imion nie pasuje

Zadanie 22

Dwie kolejne litery ciągu to

Zadanie 23

Do pozostałych figur nie pasuje

Zadanie 24

Piąta córka ojca Tymoteusza ma na imię

Zadanie 25

Brakujący układ symboli kryje się pod literą

Zadanie 26

Zakreśl poprawną odpowiedź

Prawda Fałsz

Zadanie 27

Możliwe lokalizacje czterech lokali to:

.....
.....
.....

Zadanie 28

Patryk odszedł od domu na odległość km.

Zadanie 29

Zakreśl poprawną odpowiedź

Prawda Fałsz

Zadanie 30 (Trzy znaczenia słowa korona)

1.
2.
3.