

Jak dzieci w wieku przedszkolnym rozumieją przestrzeń?

Badania naukowe uzasadniające stosowanie tutoringu rówieśniczego w edukacji matematycznej dzieci

Renata Zemanova

Faculty of Education, University of Ostrava, Czech Republic
Renata.Zemanova@osu.cz

Streszczenie

W artykule przedstawiam wyniki badań dotyczące lepszego poznania wyobraźni przestrzennej i rozumowania dzieci w wieku 5–6 lat w trakcie rozwiązywania problemów z geometrii przestrzennej. Ustaliłam w nich możliwości i ograniczenia dzieci w zakresie:

- konstruowania z sześciennych klocków budowli podobnej do jej pierwowzoru;
- graficznego kodowania cech budowli wzorcowej i odczytywania (dekodowania) tych informacji w trakcie konstruowania nowej budowli, podobnej do pierwowzoru;
- weryfikowania zgodności skonstruowanej budowli z jej pierwowzorem;
- porozumiewania się werbalnego i niewerbalnego w trakcie wspólnej działalności twórczej i odtwórczej przy konstruowaniu budowli z klocków sześciennych.

W pierwszej części artykułu syntetycznie przedstawiam podstawy teoretyczne przeprowadzonych badań, w drugiej podaję informacje o stosowanych narzędziach badawczych, organizacji eksperymentu i osobach badanych. W części trzeciej omawiam badane zmienne. Natomiast w czwartej części tego artykułu zawarte są wyniki badań, uporządkowane w 7 blokach tematycznych odpowiednio do badanych zmiennych. Każdy z tych bloków kończy się wytypowaniem wyników badań przydatnych w działalności pedagogicznej, z rekomendacją tutoringu rówieśniczego. W części piątej artykułu podaję charakterystykę tutoringu rówieśniczego i argumenty przemawiające za możliwością bezpośredniego korzystania z wyników badań w organizowaniu zajęć z dziećmi według tej koncepcji edukacyjnej. Osoby zainteresowane szczegółowymi informacjami znajdą je w monografii mojego autorstwa *Jak dzieci w wieku przedszkolnym rozumieją przestrzeń* (*Jak děti předškolního věku rozumí prostor*, Ostravská Univerzita, Pedagogická fakulta, Ostrava).

Wprowadzenie

W artykule przedstawiam wyniki badań¹ dotyczące lepszego poznania wyobraźni przestrzennej i rozumowania dzieci w wieku 5–6 lat w trakcie rozwiązywania problemów z geometrii przestrzennej. Wiodącą metodą był eksperyment pedagogiczny, w którym dzieci pracowały w parach: jedno z nich to **dziecko rysownik**, drugie **dziecko budowniczy**. Żeby ułatwić Czytelnikowi pełne zrozumienie celów i zadań badawczych, przedstawiam zarys tego eksperymentu².

- Na początku eksperymentu dziecko rysownik konstruowało budowlę z klocków sześciennych według wzoru podanego przez organizatora badań. Następnie przedstawiało na rysunku najważniejsze cechy tej budowli (graficzne kodowanie) z intencją, żeby dziecko partner – według tego rysunku, mogło skonstruować budowlę podobną do pierwotnego. Rysunek ten przekazało dziecku budowniczemu, a ono – kierując się otrzymanym rysunkiem – tworzyło budowlę z klocków sześciennych. Gdy budowla była gotowa, przekazywało ją wraz z rysunkiem dziecku rysownikowi w celu sprawdzenia, czy budowla ta zgadza się z jej pierwotnym. Jeżeli dziecko rysownik stwierdziło „tak”, eksperyment był zakończony.
- Gdy dziecko rysownik stwierdziło „nie”, zaczynała się druga próba eksperymentu. Dziecko rysownik ponownie przedstawiało na rysunku budowlę z klocków sześciennych. Rysunek przekazało dziecku budowniczemu i uzupełniało go słownymi wyjaśnieniami, jeżeli uznało, że jest to konieczne. Dziecko budowniczy konstruowało nową (drugą) budowlę, kierując się rysunkiem i słowną instrukcją. Gdy budowla była gotowa, przekazywało ją (wraz z rysunkiem) dziecku rysownikowi do akceptacji. Eksperyment był zakończony, gdy dziecko to stwierdziło podobieństwo tej budowli do pierwotnego. Jeżeli budowla nie była podobna, dziecko budowniczy wykonywało nową budowlę według słownej instrukcji dziecka rysownika.

¹Badania te są częścią moich wieloletnich, kompleksowych badań realizowanych po części wspólnie z nauczycielami akademickimi katedr matematyki wydziałów pedagogicznych Uniwersytetu Karola w Pradze oraz Uniwersytetu w Ostrawie (Czechy).

²W drugiej części tego artykułu podam szczegółowe informacje o stosowanych narzędziach badawczych, organizacji eksperymentu i osobach badanych.

W trakcie takiej przemiennej działalności twórczej i odtwórczej dzieci porozumiewały się poprzez:

- kodowanie i dekodowanie informacji: jedno dziecko przedstawiało na rysunku cechy budowli, a drugie je odczytywało i tworzyło nową budowlę według tego rysunku;
- niewerbalne (gesty, mimika, spojrzenia itd.) i werbalne (słowa) wyjaśnianie cech budowli (którą trzeba zbudować), a także w trakcie oceniania, w jakim stopniu skonstruowana budowla jest podobna do pierwowzoru.

Analiza aktywności dzieci w wymienionych poziomach umożliwia ustalenie ich możliwości i ograniczeń intelektualnych, a także wniknięcie w zawiloci ich porozumiewania się w trakcie wspólnej działalności.

Dla poznania stosowanych przez dzieci strategii rozwiązania naszkicowanych w eksperymencie problemów konstrukcyjnych rejestrowałam i analizowałam oraz intepretowałam ich działalność twórczą i odtwórczą. Na tej podstawie wyjaśniam:

- W jaki sposób dzieci tworzą graficzny schemat budowli (kodują jej cechy) i w jakim stopniu kierują się intencją odtworzenia jej przez inne dziecko.
- Jak dzieci pojmują narysowany przez kolegę schemat graficzny budowli (odkodowują podane tam informacje) i w jaki sposób konstruują budowlę, kierując się wskazówkami zawartymi w otrzymanym rysunku oraz w instrukcji podanej ustnie.
- Jakiego języka używają dzieci, rozmawiając o rysunku (na którym są przedstawione cechy budowli) i o skonstruowanej budowli.
- Jak dzieci dbają o to, aby przekazywać koledze informacje potrzebne do odtwarzania budowli i czy uświadamiają sobie konsekwencje niedostatków.

W artykule tym przedstawiam syntetycznie podstawy teoretyczne, program zrealizowanych badań i uzyskane wyniki oraz ich interpretację. Osoby zainteresowane szczegółowymi informacjami znajdują je w monografii mojego autorstwa *Jak dzieci w wieku przedszkolnym rozumieją przestrzeń*³.

³R. Zemanova, 2015, *Jak děti předškolního věku rozumí prostor*, Ostravská uni-

Sporo uwagi poświęcam wykorzystaniu wyników badań w działalności pedagogicznej, w zastosowaniu tutoringu rówieśniczego⁴. W czwartej części tego artykułu – zawierającej wyniki badań uporządkowanych w 7 blokach zgodnie z badanymi zmiennymi – wymieniam te ustalenia, które są szczególnie przydane w działalności pedagogicznej. W części piątej artykułu podaję krótką charakterystykę tutoringu rówieśniczego oraz argumenty przemawiające za możliwością bezpośredniego korzystania z wyników badań w organizowaniu zajęć z dziećmi według tej koncepcji edukacyjnej.

1. Krótko o podstawach teoretycznych przeprowadzonych badań

Wytyczając cele i konkretne zadania badawcze, kierowałam się założeniami konstruktywizmu w ujęciu H. Freudenthala (1973) i E. Fischbeina (1999). Korzystałam też z teorii schematu oraz teorii nauczania ukierunkowanego na budowanie schematów R. Gerriga (1991) i M. Hejnego (2012), w tym także argumentów zalecających odejście od transmisyjnego przekazywania wiedzy na rzecz konstruowania jej przez dziecko. W opracowaniu procedur badawczych pomocna była teoria modelu generycznego (Hejný, 2014, s. 40, 73). Zgodnie z tą teorią w procesie poznawczym wyróżnia się 5 kolejnych etapów:

- motywację: dziecko odczuwa potrzebę poznania czegoś nowego;
- tworzenie modeli izolowanych z pierwszych doświadczeń zdobywanych przez dziecko w nowej sytuacji;
- doskonalenie modelu uniwersalnego: włączanie izolowanych doświadczeń do ogólnej wiedzy, którą dziecko już dysponuje;

verzita, Pedagogická fakulta, Ostrava. W monografii tej badania te są szczegółowo przedstawione.

⁴Model edukacyjny tutor – podopieczny może obejmować pary: dorosły – dziecko (np. rodzic – dziecko lub nauczyciel – uczeń) lub dziecko – dziecko (tutorem może tu być rówieśnik lub nieco starsze dziecko). Edukację realizowaną w dziecięcych parach określa się **tutoringiem rówieśniczym**. Zdaniem H.R. Schaffera (2012, s. 233) – tutoring rówieśniczy odnosi się do sytuacji edukacyjnych, gdy bardziej wprawne dzieci udzielają instrukcji i porad innym dzieciom, aby wprowadzić je na podobny do swojego poziom kompetencji.

- poznanie abstrakcyjne: gdy dziecko w swoim umyśle dąży do formułowania modelu uniwersalnego, w bardziej abstrakcyjnym języku;
- strukturalizacja wiedzy osobistej: dziecko włącza nowo poznaną wiedzę do systemu już opanowanych pojęć i umiejętności.

Natomiast w analizie działalności konstrukcyjnej i porozumiewania się dzieci kierują się **polaryzacją procesu i konceptu**⁵. Korzystam tu z ustaleń z E. Gray'a i D. Talla (1994) dotyczących tworzenia schematu umysłowego przez dzieci, gdzie proces i koncept przenikają się i uzupełniają. Mechanizm ten Gray i Tall nazwali **proceptem** (*procept*) i wprowadzili ten konstrukt do wiedzy o kształtowaniu umiejętności arytmetycznych u dzieci⁶. Nieco później M. Hejny (2000, s. 15; 2014, s. 36, 38) posłużył się pojęciami procesu i konceptu w kształtowaniu wiedzy geometrycznej i uchwycił **zdolność dziecięcego umysłu do płynnego przechodzenia z procesu do konceptu i odwrotnie**. Zdolności tej Hejny nadał nazwę **transfer proceptualny**⁷. W planowaniu naskicowanego eksperymentu kierowałam się ustaleniami D. Jirotkovej (2012) dotyczącymi stosowania budowli z klocków sześciennych i spo-

⁵Na dualizm procesu i konceptu zwrócił uwagę już Z.P. Dienes (1960). W metaforycznej wypowiedzi zawarł tezę, że ...*umiejętność udowodnienia procesu aż do konceptu stanowi świadectwo dobrego matematyka*.

⁶E. Gray i D. Tall (1994) wskazują na dualizm procesu i konceptu, analizując sposób, w jaki dzieci budują w swoim umyśle wyobrażenie liczby 5. Ustalili, że proces transformacji ciągu liczb, np. wyliczanka jeden, dwa, trzy, cztery, pięć, jest jedną z możliwości ujmowania $\circ \circ \circ \circ \circ$. Nie wyczerpuje to jednak procesu poznania przez dzieci tej liczby. Konieczne jest jeszcze tworzenie schematu umysłowego, w którym proces i koncept całkowicie się przenikają i koncentrują się na symbolu liczby. Taki poziom postrzegania liczby Gray i Tall nazwali **proceptem** (*procept*) i wprowadzili ten konstrukt do wiedzy arytmetycznej. Doceniając te ustalenia, przyjąłem, że – zgodnie z teorią modeli generycznych – **procept jest etapem abstrakcyjnego poznania** i może także dotyczyć kształtowania się wiedzy geometrycznej.

⁷M. Hejny w monografii (2014, s. 36, 38) wprowadza termin **amalgamat i amalgamatowy transfer**. Podstawą były badania eksperymentalne, w których uczniów podzielono na dwie grupy: rysowników i konstruktorów. Rysownik starał się przedstawić daną budowlę na rysunku i ewentualnie opisać słownie, jak rysunek ten powstał. Budowla jest tu **konceptem**, a **procesem** jest tworzenie rysunku i komentarz wyjaśniający zawłości rysunku. Podobnie konstruktor, kierując się informacjami zawartymi w rysunku (wykonanym przez rysownika) i komentarzem słownym (koncept wejściowy), buduje (proces) kopię budowli (koncept końcowy).

sobu analizowania komunikowania się dzieci w trakcie konstruowania takich budowli⁸.

W interpretacji działalności twórczej i odtwórczej dzieci korzystam z idei trzech światów Bolzan-Poppera, rozwiniętej przez M. Hejnego i F. Kuřinę (2001)⁹. Natomiast w analizie rysunków budowli sporządzanych przez dzieci kieruję się głównie¹⁰ teorią rozwoju poznawczego J. Piageta (Piaget, Inhelder, 1966). Piaget analizuje dziecięcy rysunek jako proces przechodzenia od podobizny symbolicznej do wyobrażenia

⁸D. Jirotková (2012) ustaliła, że budowle sześciennie można rozpatrywać w ujęciu: **konceptualnym**. Wówczas: a) dowolne dwa sześciany mają wspólną jedną ścianę lub jedną krawędź, lub jeden wierzchołek, lub nie posiadają żadnego elementu wspólnego, b) żaden sześcian „nie wisi w powietrzu”, c) budowla składa się z jednej części, tzn. że środki dowolnych dwóch sześcianów można połączyć łamaną linią, która całkowicie znajduje się wewnątrz budowli. Można też budowle rozpatrywać w ujęciu **procesualnym**. Wówczas budowlą sześcienną nazwiemy układ przestrzenny wykonany z określonej liczby takich samych sześcianów w taki sposób: 1) rozpoczniemy od położenia jednego sześcianu na „podłodze”, 2) „przykleimy” do niego drugi sześcian (ścianą do ściany pierwszego sześcianu), 3) kontynuujemy „doklejanie” kolejnych sześcianów zawsze do sześcianu rozpoczętej budowli. Konsekwentnie do tych ustaleń D. Jirotková twierdzi, że taką budowlę można rozpatrywać w konwencji: a) **języków konceptualnych** (opisuje się wówczas budowlę sześcienną jako gotowe dzieło – fizyczny model, opis słowny, portret, plan, rzuty powiązane), b) w konwencji **języków procesualnych** (opisując, w jaki sposób została wykonana budowla: animacja portretowa, animacja planu, opis konstrukcji).

⁹W ujęciu Hejnego i Kuřiny **świat pierwszy** to świat fizyczny – *physical world* (materia fizyczna, środowisko fizyczne, natura, technika, atomy...). **Świat drugi** jest światem duchowym, umysłowym – *mental world* (doświadczenia, wyobrażenia, świadomość, myśli, przeżycia...). **Świat trzeci** obejmuje kreację ludzkich przemysłów (mowę, naukę i kulturę). Według Hejnego i Kuřiny narzędziem poznania umysłowego i kreatywnego świata ucznia – prócz śledzenia prowadzonego dialogu – jest analiza walorów artystycznych wytworu. Ponieważ dzieci przedstawiają często rzeczywistość jako skrzyżowanie świata fizycznego i duchowego, więc – jeżeli pominiemy się zakres świata fizycznego – można zrozumieć ich świat duchowy, umysłowy.

¹⁰Rysunki wykonane przez dzieci analizowałam z perspektywy zasady paraleli genetycznej, gdzie ontogeneza w wielu przypadkach realizowana jest według rytmu filogenezy (por. Erdnijev, 1978, s. 197). Natomiast metody analizy artystycznej dziecięcych rysunków zaczerpnęłam z *Historii sztuki* (Pijoan, 1931) oraz publikacji poświęconych geometrii opisowej (Doleżał, 2014). Ze względu na konieczność zachowania rozsądnych ram objętościowych tego artykułu zrezygnowałam z przedstawienia analizy rysunków wykonanych przez dzieci w aspekcie zasygnalizowanym w tym przypisie. Czytelnicy, których to zainteresuje, znajdą więcej informacji w cytowanej już monografii (Zemanova, 2015).

symbolicznego. W procesie tym ustalił 4 następujące stadia rozwojowe rysunku dziecka:

- **Realizm przypadkowy:** dziecko w trakcie rysowania ustala, co przedstawia na swoim rysunku. Gdy kreślone kreski i kropki skojarzą mu się z czymś innym, zmienia się nazwę tego, co narysowało.
- **Realizm nieudany:** dziecko rysuje elementy obiektu obok siebie, bez uwzględnienia relacji z obiektem (np. kapelusz nad głową, guziki obok sukienki). W prezentowanych badaniach sporo dzieci rysowników przedstawiało budowlę z kostek sześciennych w formie pojedynczych krater narysowanych w jednym rzędzie (obok siebie), bez uwzględniania ich wzajemnego położenia.
- **Realizm intelektualny:** dziecko przedstawia cechy rysowanego obiektu, kierując się tym, co o nim wie. W trakcie opisywanych badań taki sposób przedstawiania budowli preferowała spora liczba dzieci.
- **Realizm wizualny:** dziecko przedstawia obiekty zgodnie z perspektywą wizualną, a więc rysuje to, co widzi. Rysowane obiekty mają prawidłowe proporcje, z uwzględnieniem ich wzajemnych relacji. Dopiero po 7. roku życia dzieci mogą wykazać się euklidesowym postrzeganiem przestrzeni i znajdujących się w niej obiektów.

2. Szczegółowe informacje o stosowanych narzędziach badawczych, organizacji eksperymentu i osobach badanych

Inspiracją w opracowaniu procedur eksperymentalnych w moich badaniach był projekt edukacyjny M. Hejnego *Pomagamy szkołom osiągać sukces*¹¹. W ramach tego projektu przeprowadzono serie eksperymentów z wykorzystaniem narzędzia badawczego nazwanego *Słowny transfer rysunku*. Rdzeniem tego narzędzia była współpraca dwóch osób: nadawcy i odbiorcy. Nadawca widzi obrazek i słownie opisuje go odbiorcy (w konwencji telefonicznej rozmowy). Odbiorca na podstawie takiego opisu rysuje kopię obrazka.

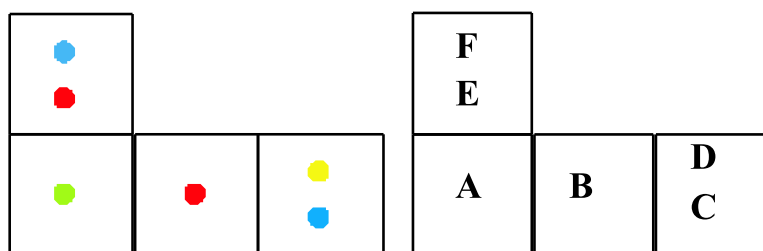
Na potrzeby swoich badań zmodyfikowałam to narzędzie i nazwałam je *Obrazowy transfer budowli*. Badane dzieci zajmowały się bowiem

¹¹M. Hejny zrealizował ten projekt ze współpracownikami w latach 70. i 80. minionego wieku.

budowlą złożoną z 6 sześcianów w czterech kolorach. Na rysunku 1a znajduje się fotografia tej budowli, a na pozostałych rysunkach (1b i 1c) przedstawione są jej plany.



Rys. 1a. Fotografia budowli



Rys. 1b. Plan budowli z zaznaczonymi kolorami

Rys. 1c. Plan budowli z zaznaczonymi literami

Na rysunku 1b barwnymi kropkami zaznaczyłam kolory sześcianów, z których zbudowano wzorcową budowlę. Na rysunku 1c literami A, B, C, D, E, F oznaczyłam każdą kostkę sześcienną, z której składała się budowla. Dzięki takim oznaczeniom można opisywać dziecięce rysunki przedstawiające budowlę z perspektywy „widoku od przodu”. Jeżeli dziecko przyjęło taką perspektywę, musiało w rysunku przedstawić:

- przedni szereg sześcianów pierwszej kondygnacji (sześciany A, B, C na rys. 1c);
- żółty sześcian na drugiej kondygnacji (na rys. 1c jest to sześcian D);

- niebieski sześcian na drugiej kondygnacji, umieszczony na „ukrytym” czerwonym sześcianie (na rys. 1c jest to sześcian F);
- czerwony sześcian „ukryty” za przednim rzędem sześcianów (na rys. 1c jest to sześcian E).

Z ustaleń tych korzystałam, analizując rysunki i budowle wykonane przez dzieci w pierwszej i drugiej próbie eksperymentu oraz słowne instrukcje formułowane przez dzieci.

2.1. Warunki, w jakich organizowany był eksperyment

Badania były realizowane w przedszkolach przystosowanych do ich prowadzenia. W eksperymencie uczestniczyły:

- osoba prowadząca badania – był to znany dzieciom nauczyciel. Miał on do dyspozycji: 6 sześcianów: 1 zielony, 2 czerwone, 2 niebieskie i 1 żółty oraz narzędzia do sporządzania notatek;
- para dzieci: dziecko rysownik oraz dziecko budowniczy. Dzieci te dobrze się znały, gdyż uczęszczały do tej samej grupy rówieśniczej. Dziecko rysownik miało 6 sześcianów (podobnych do tych, które miała osoba prowadząca badania), kredki w kolorach: zielonym, czerwonym, niebieskim i żółtym oraz notatnik. Dziecko budowniczy także miało 6 sześcianów podobnych do tych, którymi dysponowało dziecko rysownik i osoba prowadząca badania.

2.2. Szczegółowy opis eksperymentu

Eksperyment składał się z dwóch prób. W każdej wyodrębniłam 4 części zawierające wymianę informacji (porozumiewanie się organizatora badań i dziecka oraz współpracujących ze sobą dzieci) oraz działalność twórczą i odtwórczą dzieci. Sprzyjało to identyfikacji i analizie aktywności uczestników eksperymentu.

Eksperyment – pierwsza próba

Osoba prowadząca badania eksperymentalne konstruuje z sześciennych klocków wzór budowli zgodnie z rys. nr 1. W części:

- pierwszej: dziecko rysownik wykonuje budowlę ze swoich klocków zgodnie ze wzorem budowli skonstruowanej przez osobę prowadzącą badania;
- drugiej: dziecko rysownik przedstawia tę budowlę w formie rysunku (graficznie koduje jej najważniejsze cechy) i rysunek ten

przekazuje dziecku budowniczemu, aby ono zbudowało podobną budowlę;

- trzeciej: dziecko budowniczy, kierując się otrzymanym rysunkiem, odtwarza budowlę z klocków sześciennych. Gdy budowla jest gotowa, przekazuje ją wraz z rysunkiem dziecku rysownikowi;
- czwartej: dziecko rysownik sprawdza, czy i w jakim stopniu budowla ta zgadza się z rysunkiem, czyli z jej pierwowzorem. Jeżeli dziecko to stwierdza „tak”, eksperyment kończy się po pierwszej próbie.

Eksperyment – druga próba

Gdy dziecko rysownik stwierdziło „nie”, realizowana była druga próba eksperymentu, w której także wyróżnia się 4 części. W części:

- pierwszej: dziecko rysownik ponownie wykonuje rysunek wzorcowej budowli i przekazuje go dziecku budowniczemu. Może uzupełnić ten rysunek wyjaśnieniami dotyczącymi budowli, jeżeli ma taką potrzebę;
- drugiej: dziecko budowniczy stara się wykonać budowlę według otrzymanego rysunku i słownych wyjaśnień. Gdy budowla jest gotowa, przekazuje ją oraz jej rysunek dziecku rysownikowi do akceptacji;
- trzeciej: dziecko rysownik ustala podobieństwo tej budowli z pierwowzorem. Gdy uznaje, że budowla jest podobna, eksperyment jest zakończony;
- czwartej: jeżeli dziecko rysownik nie stwierdza podobieństwa budowli, dziecko budowniczy buduje z klocków budowlę zgodnie z instrukcją słowną dziecka rysownika.

Dodam, że w trakcie konstruowania budowli i podczas jej odtwarzania dzieci uczestniczące w badaniach nie obserwowały budowli z sześciennych klocków wykonanej przez osobę prowadzącą badania. O kształcie tej budowli dziecko rysownik dowiadywało się od tej osoby, a dziecko budowniczy od dziecka rysownika. Dzięki temu można było w miarę precyzyjnie wyłuskać obserwowalne aktywności dzieci w trakcie:

- a) ustalenia cech budowli i kodowania ich na rysunku;

- b) odczytywania zakodowanych informacji i tworzenia według nich budowli;
- c) porównywania nowej budowli z pierwowzorem;
- d) tworzenia budowli według rysunku wzbogaconego wyjaśnieniami słownymi.

2.3. Ważniejsze informacje o osobach uczestniczących w badaniach

Badania eksperymentalne, według moich instrukcji, przeprowadzono w dniach od 17 do 31 stycznia 2014 r. Brało w nich udział 188 dzieci w wieku 5–6 lat, w ostatnim roku wychowania przedszkolnego¹². Dzieci te uczęszczały do przedszkoli w różnych miejscowościach Republiki Czeskiej przez co najmniej jeden rok. Ponieważ w prowadzonych badaniach dzieci zajmowały się budowlą skonstruowaną z klocków w kolorach: zielonym, czerwonym, niebieskim i żółtym, sprawą istotną była ich zdolność do widzenia tych barw. Przed przystąpieniem do badań ustalano więc, czy dzieci radzą sobie z ich różnicowaniem. W eksperymencie uczestniczyły dzieci niemające kłopotów z różnicowaniem tych barw.

Opisane eksperymenty były organizowane i prowadzone przez 30 studentów studiów niestacjonarnych, przeszkolonych w stosowaniu procedur badawczych i sposobów sporządzania dokumentacji¹³. Byli to studenci drugiego roku studiów na specjalizacji nauczanie wczesnoszkolne (Wydział Pedagogiczny Uniwersytetu w Ostrawie). W czasie prowadzenia badań byli zatrudnieni jako nauczyciele w przedszkolach, w których prowadzono badania. Mogli więc organizować opisany eksperyment z dziećmi, które doskonale znali.

¹²Zgodnie obowiązkiem rozpoczynania nauki szkolnej ustalonym w Czechach.

¹³Po zrealizowaniu każdego eksperymentu studenci byli zobowiązani przekazać pełną dokumentację z jego przebiegu, w tym kompletny zapis wypowiedzi dzieci, wykonane przez nie rysunki oraz fotografie skonstruowanych budowli. Szczegółowe informacje o jakości tej dokumentacji oraz ewentualnych błędach podaje w cytowanej już monografii R. Zemanova *Jak děti předškolního věku rozumí prostor...*

3. Krótko o badanych zmiennych w pierwszej i drugiej części eksperymentu

W szczegółowym opisie eksperymentu wyjaśniłam konieczność wydzielenia 4 części w pierwszej i drugiej próbie tej metody. Powodem była realna możliwość wyłuskania aktywności dzieci biorących udział w badaniach oraz interpretowania ich zgodnie z następującymi zmiennymi:

Zmienna nr 1

Ustalenie umysłowych możliwości i ograniczeń dzieci w trakcie budowania kopii wzorcowej budowli i sporządzania rysunku, w którym graficznie kodowały najważniejsze cechy tej budowli. Dążyłam do ustalenia, jak dzieci wnioskuje o konstrukcji wzorcowej budowli, jaką obierają perspektywę wizualną, czy kodując, uwzględniają liczbę i rozmiary sześcianów, z których skonstruowano budowlę, oraz ich kolory, a także w jaki sposób radzą sobie z umiejscowieniem sześcianów E i F w swoich rysunkach.

Zmienna nr 2

Ustalenie umysłowych możliwości i ograniczeń dzieci w trakcie konstruowania budowli z klocków sześciennych według otrzymanego rysunku. Interesowały mnie rozumowania dzieci ustalane na podstawie odczytania z rysunku cech budowli (dekodowanie) i konstruowania według nich budowli (czy ustalają liczbę i rozmiary sześcianów oraz ich kolory, w jaki sposób radzą sobie z umiejscowieniem sześcianów E i F).

Zmienna nr 3

Stosowane przez dzieci kryteria oceniania, czy nowa budowla wykonana na podstawie rysunku jest analogiczna do wzorcowej budowli. Jak dzieci dostrzegają różnice i podobieństwa kształtu ocenianych budowli, czy biorą pod uwagę liczbę sześcianów na kondygnacjach budowli oraz umiejscowienie sześcianów ukrytych, gdy patrzy się na budowlę z przodu.

Zmienna nr 4

Kompetencje dzieci odnośnie sporządzania drugiego rysunku zawierającego najważniejsze cechy budowli wzorcowej (graficzne kodowanie). W jakim stopniu korzystają ze wskazówek osoby prowadzącej badania w pierwszej próbie eksperymentu. Jak różnią się rysunki wykonane w pierwszej i drugiej próbie eksperymentu.

Zmienna nr 5

Uzupełnianie rysunków dodatkowymi informacjami, które mają pomóc w konstruowaniu budowli w ostatniej części drugiej próby eksperymentu. Różnice między budowlą wykonaną w drugiej próbie eksperymentu (wykonana według informacji zawartej w rysunku) a budowlą skonstruowaną według werbalnych wskazówek.

Zmienna nr 6

Stosowane przez dzieci kryteria w ustalaniu zgodności skonstruowanych budowli z jej pierwowzorem. Na co zwracały uwagę, czy w formułowanej ocenie wiodące były konstrukty mające cechy procesualne, czy konstrukty o cechach konceptualnych (dobór słów, formułowanie oceny, wskazywanie na efekty procesu konstruowania budowli lub na jej ostateczny wygląd).

Każdą z tych zmiennych analizowałam na dwóch poziomach:

- a) na poziomie analizy funkcjonowania dziecka rysownika i dziecka budowniczego, z uwzględnieniem ich współdziałania w wybranej części eksperymentu;
- b) na poziomie porównywania tych dziecięcych aktywności w kilku wybranych częściach eksperymentu.

4. Wyniki badań, ich analiza oraz interpretacja

Efektem opisanych badań jest bogaty zbiór informacji o rozwoju wyobraźni przestrzennej dzieci, a także o ich strategiach umysłowych stosowanych w kodowaniu i dekodowaniu cech obiektów znajdujących się w przestrzeni. Obejmuje także wiedzę o porozumiewaniu się dzieci w trakcie wspólnego rozwiązywania problemów konstruowania obiektów w przestrzeni. W artykule – z oczywistych względów – nie sposób przedstawić tak bogatego zbioru informacji. Osoby zainteresowane poznaniem szerszego zakresu wyników badań znajdują je w cytowanej już publikacji *Jak dzieci w wieku przedszkolnym rozumieją przestrzeń*¹⁴.

¹⁴Autorem jest R. Zemanova, a monografia wydana w języku czeskim *Jak děti předškolního věku rozumí prostor*, Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, Ostrava.

Ponieważ artykuł ten jest adresowany do pedagogów, skupię się na ustaleniach badawczych dotyczących możliwości i ograniczeń w analizowanych aktywnościach umysłowych badanych dzieci. Są one pomocne do określenia procesu wspomagania dzieci w rozwoju umysłowym wraz z edukacją matematyczną z zastosowaniem tutoringów rówieśniczego. Dla większej przejrzystości, prezentując te ustalenia, zachowam logikę procedury zastosowanej w opisanym eksperymencie i w opisanych zmiennych.

4.1. Jak dzieci budowały kopię wzorca budowli z sześciennych klocków

W opisanym eksperymencie uczestniczyło 86 dzieci – rysowników. W pierwszej części opisanego eksperymentu dzieci te budowały kopię wzorcowej budowli (przedstawiona na rys. 1). Ustalono, że 74 dzieci z tej grupy samodzielnie zbudowało prawidłową kopię tej budowli. Pozostałym dzieciom pomagała osoba prowadząca badania, a mimo to w tworzeniu kopii wzorcowej budowli popełniały następujące błędy:

- *wykorzystały wszystkie klocki i ułożyły je prawidłowo, ale bez uwzględnienia ich kolorów.* Dzieci, popełniające ten błąd, nie przywiązywały większego znaczenia do kolorów klocków, najważniejszy był dla nich kształt budowli. Przyczyną mogły być wcześniejsze doświadczenia w budowaniu z klocków (np. wieży), gdzie nie trzeba uwzględniać kolorów klocków. Dlatego złożone polecenie osoby prowadzącej badania dzieci te uprościły do polecenia: *Zbuduj budowlę o podobnym kształcie;*
- *skonstruowana budowla w kształcie nie była zgodna z jej pierwotnym wzorem, chociaż dziecko wykorzystało wszystkie klocki.* Powodem mogło być zbyt słabe skupienie uwagi przez dzieci lub pośpiech w działaniu spowodowany np. pośpiechem w wykonywaniu poleceń dorosłego;
- *do skonstruowania budowli dziecko nie wykorzystało wszystkich klocków sześciennych.* Ten błąd popełniały dzieci, które dysponowały słabiej rozwiniętą uwagą do skupienia się oraz dzieci mające kłopoty z wyobrażeniem sobie jej kształtu. Dlatego zapewne upraszczały polecenie do takiego: *Trzeba z tych klocków coś zbudować.*

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i wykorzystania ich w tutoringach rówieśniczym znaczące jest to, że aż 74 na 86 badanych dzieci w piątym i szóstym roku życia potrafi samodzielnie skonstruować skomplikowaną budowlę według słownej instrukcji osoby dorosłej. Ponieważ znane są przyczyny błędów popełnianych przez dzieci, można im zaradzić poprzez:

- a) odpowiednią korektę instrukcji słownej, np. uzupełniając słowne informacje sugestywnymi gestami i ruchami rąk (pomaga to w wizualizacji kształtu budowli);
- a) usunięcie klocków z pola widzenia dzieci, aby nie przeszkadzały w skupianiu uwagi na wyjaśnieniach słownych.

4.2. Jak dzieci kodowały w rysunku istotne części wzorcowej budowli

Wyniki badań dotyczące tej kwestii podzieliłam na 2 części. W pierwszej przedstawiam ustalenia dotyczące sposobów kodowania cech całej budowli, w drugiej sposoby kodowania cech sześciąt¹⁵. W wyłuskowaniu aktywności realizowanych w graficznym kodowaniu brałam pod uwagę:

- a) perspektywę wizualną budowli złożonej z klocków sześciennych;
- b) rysowany kształt klocków sześciennych i relacje przestrzenne między nimi;
- c) kolory klocków użytych do konstruowania budowli;
- d) sposoby przedstawienia bryły budowli i wielkość jej elementów (ewentualna dekompozycja budowli).

a) Perspektywa wizualna budowli

Większość dzieci przedstawiała budowlę w perspektywie „z przodu” (od frontu). Taka wizualizacja ułatwiała przedstawienie sześciąt A–D, ale utrudniała prezentację sześciąt E i F, gdyż są one „schowane” (zasłonięte). Dzieci pokonywały tę trudność, stosując:

¹⁵Czytelnicy zainteresowani oglądaniem dziecięcych rysunków omawianych w tej części prezentowania wyników badań znajdą ich reprodukcje w książce zawierającej szczegółowe informacje o omawianych badaniach, R. Zemanova, *Jak děti předškolního věku rozumí prostor...*

- *widok z góry*. Sześciany są przedstawione w kształcie kwadratów, z tym że sześciany z drugiej kondygnacji mają mniejsze wymiary od tych, które dotyczą sześcianów pierwszej kondygnacji;
- *kombinację rysowania widoku „z góry” i „z przodu”*. Niektóre sześciany przedstawione są w perspektywie „z góry” (w rzucie), inne zaś w perspektywie wizualnej „z przodu” (od frontu);
- *widok „z przodu”*. Wszystkie sześciany przedstawione są w perspektywie „z przodu” (od frontu). Dla pokazania relacji przestrzennych dzieci zmieniają wielkość rysowanych kwadratów (odzworowanie sześcianów w drugim rzędzie) na mniejszą. W intencji informowania *tutaj jest coś, czego nie widać*;
- *kombinacja widoku „z przodu” i widoku „z boku”*. Sześciany A–D dzieci przedstawiają w widoku „z przodu”. Z pokazaniem pozostałych sześcianów radzą sobie tak:
 - żeby pokazać „ukryty” czerwony sześcian E, przesuwają swoją pozycję obserwatora (teraz patrzą na budowlę z lewej strony) i pokazują go na rysunku „z boku” (po lewej stronie sześcianu A);
 - następnie wracają do poprzedniej pozycji i przedstawiają sześcian F, widząc go „z przodu” lub „z boku”.
- *widok „z przodu” uzupełniany w sposób kinetyczny*. Dziecko najpierw narysowało to, co widzi „z przodu”. Następnie konsekwentnie przemieszczało się i uzupełniało swój rysunek, dorysowując (kodując) „ukryte” sześciany. Na przykład przedstawia sześciany A, B, C w widoku „z przodu”, obok dorysowuje czerwony sześcian E, a zielony sześcian w taki sposób, że widzimy jego dwie ściany;
- *rzut równoległy oraz widok „z lewej strony”*. Dzieci przedstawiają sześciany A, B, C w perspektywie „z przodu”, sześcian D umieszczają w drugiej kondygnacji (często rysując go jako trapez). Dążąc do przedstawienia „ukrytych” sześcianów E i F, przesuwają swój wzrok dookoła budowli i dorysowują je (w formie nieco zniekształconego kwadratu) obok narysowanych kostek sześciennych znajdujących się po lewej stronie pierwszej kondygnacji.

b) Kształt klocków sześciennych i relacje przestrzenne między tymi klockami

Dzieci starały się przedstawić ściany klocków sześciennych jako kwadraty. To, że w niektórych rysunkach kwadraty te przypominały prostokąty lub trapezy, było zapewne spowodowane mniejszą sprawnością rysunkową dziecka lub ignorowaniem konieczności starannego przedstawienia kształtu wszystkich klocków.

Poważnym utrudnieniem w uchwyceniu i przedstawieniu relacji pomiędzy sześciennymi klockami tworzącymi budowlę było **piętrzenie trudności**. Kodując cechy budowli, dzieci musiały równocześnie uchwycić i przedstawić (zakodować) kształty klocków sześciennych oraz ich wzajemne relacje przestrzenne (patrzac „z przodu”, dzieci widziały klocek A, B, C ułożone na pierwszej oraz klocek D na drugiej kondygnacji, a klocek E „ukryty” za przednim rzędem klocków oraz klocek F leżący na tym klocku). Pokonując takie piętrzenie się trudności, dzieci łączyły informacje o cechach budowli wynikające z:

- bezpośredniej wizualizacji: rysowały to, co widzą, patrząc na budowlę z przodu lub z góry;
- wiedzy o budowli: wówczas rysowały to, co wiedzą; było to efektem oglądania budowli ze wszystkich stron.

Takie łączenie na rysunkach informacji jest prawidłowością rozwojową u dzieci w wieku 5 lub 6 lat¹⁶. Nie jest błędem, gdy dziecko na swoim rysunku jednocześnie uwzględnia *to, co widzi, i to, co wie* o sposobie skonstruowania budowli. Wynika to z przytoczonych wcześniej ustaleń J. Piageta wyznaczających stadia rozwojowe rysunku dzieci.

Natomiast ewidentne błędy wynikają z sytuacji społecznej i emocjonalnej, w jakiej znajdowało się dziecko sporządzające rysunek¹⁷. Były one wyolbrzymione presją psychiczną towarzyszącą wyborowi pomiędzy dążeniem do starannego rysowania kwadratów (wysiłek manualny, bez

¹⁶Ponieważ dziecięce rysunki zawierające jednocześnie informacje (zakodowane graficznie) pochodzące z dwóch różnych źródeł wydają się dorosłym co najmniej dziwne, chcę mocno podkreślić, że jest to prawidłowość rozwojowa.

¹⁷Odczuwało presję, aby tak zakodować graficznie informacje o cechach budowli, aby jego kolega mógł je odczytać i kierując się nimi, zbudować kopię budowli, której przecież nie widzi.

większego zaangażowania intelektualnego) a czytelnym przedstawieniem relacji przestrzennych (wysiłek intelektualny połączony z angażowaniem percepcji wzrokowej i sprawności manualnej).

Być może, że dzieci niemające pomysłu, jak pokonać trudność przedstawienia na rysunku położenia „ukrytych” klocków, koncentrowały się na poprawnym rysowaniu kwadratów. Inne dzieci w trakcie rysowania swoją energię przenosiły na to, co było szczególnie trudne, i starały się możliwie precyzyjnie ująć na rysunku „ukryte” klocki sześciennie, mniej wagi przywiązując do kreślenia kwadratów.

c) Kolory klocków sześciennych użyte do konstruowania budowli

W grupie 84 dzieci sporządzających rysunki budowli 51 (ok. 61% badanych) pokolorowało pola kwadratów oznaczające kształt klocków, a 33 (ok. 39% badanych) odpowiednim kolorem zaznaczyło tylko ich boki¹⁸. Dzieci, które oznaczyły kolorem cztery boki kwadratu (nie kolorowały pola kwadratu), postępowały w różny sposób:

- odpowiednim kolorem oznaczały boki wszystkich kwadratów;
- rysowały pierwszy na danej kondygnacji kwadrat i dorysowywały następne w ten sposób, że kolorem oznaczały 3 boki następnego (umożliwiało to ustalenie kolejności rysowanych kwadratów¹⁹). Natomiast dzieci, które kolorowały pola kwadratów pierwszej kondygnacji, kreśliły na nich kontury kostek (kwadraty) z drugiej kondygnacji.

d) Sposoby przedstawienia budowli i wielkość jej elementów (ewentualna rysunkowa dekompozycja budowli)

Ustaliłam, że w grupie 84 badanych dzieci 59 (ok. 70% badanych) przedstawiło w swoich rysunkach kwadraty (reprezentacje sześciennych

¹⁸Niektóre dzieci łączyły te dwa sposoby kolorowania. Dlatego przyjęto następujące kryteria: jeżeli większość kwadratów była wypełniona kolorem, dziecko zaliczono do pierwszej wymienionej grupy, gdy kolory większości kwadratów dziecko oznaczało, kolorując ich boki – zaliczano je do drugiej grupy.

¹⁹Kolejność kodowania była różna. Zdarzało się nawet, że dziecko zaczynało od rysowania kwadratów – reprezentacji sześciennych klocków znajdujących się na drugiej kondygnacji, a potem przechodziło do kodowania klocków znajdujących się na pierwszej kondygnacji budowli.

klocków) bez przerw pomiędzy nimi (kwadrat stykał się z kwadratem). Natomiast 25 dzieci (ok. 30% badanych) rysowało kwadraty, zachowując pomiędzy nimi przerwy. W ostatniej grupie 21 dzieci przedstawiło budowlę w formie 4 części: sześcian A, sześcian B, wieża z sześcianów C i D oraz wieża z sześcianów E i F. Tylko 4 dzieci przedstawiło kształt budowli w formie 6 części – każda część to jeden sześcian. Takie sposoby wydzielenia w całej budowli jej części świadczą również o sile przeważającego myślenia procesualnego dzieci.

Ustaliłam także, że przedstawiając budowlę w formie osobno rysowanych kwadratów, dzieci kierowały się **intencją empatyczną**²⁰ lub **intencją egocentryczną**²¹.

W ustalaniu dziecięcych sposobów przedstawienia bryły budowli analizowałam też to, jak dzieci przedstawiają wielkość klocków, z których była zbudowana. Zapewne wszystkie dzieci wiedziały, że kostki, z których skonstruowana jest budowla, są tej samej wielkości. Jednak niektóre dzieci rysowały kwadraty (także przypominające je prostokąty lub trapezy) różnej wielkości. Powodem jest wcześniej opisany sposób pokazania, że klocki drugiej kondygnacji stoją na klockach pierwszej kondygnacji. Mogło być też tak, że dziecko starało się pośpiesznie wykonać rysunek lub miało niższą sprawność manualną.

4.3. Jak dzieci kodowały cechy sześcianów w kondygnacjach budowli²² w pierwszej próbie eksperymentu

Rozpatrując sposoby kodowania cech sześcianów w dziecięcych rysunkach, skupiłam się głównie na tym, jak przedstawiają: przedni rząd sześcianów A–C na pierwszej kondygnacji oraz żółty sześcian D na drugiej kondygnacji, czerwony sześcian E „schowany” za pierwszym rzędem sześcianów, a także niebieski sześcian F na drugiej kondygnacji.

²⁰Dzieci te przedstawiały na rysunku (kodowały) poszczególne części budowli po to, aby ułatwić towarzyszowi odtwarzanie jej. Uznały bowiem, że pokazanie na rysunku, jak poszczególne elementy są wzajemnie ułożone, będzie pomocne w wyobrażeniu kształtu całej budowli i odczytaniu (odkodowaniu) informacji zawartych w rysunku.

²¹Dzieci z tej grupy wyodrębniały w budowli poszczególne elementy po to, aby lepiej rozumieć, jak jest skonstruowana. Pomagało to im zobrazować kształt i konstrukcję budowli.

²²Przypominam, że reprodukcje dziecięcych rysunków omawianych w tej części prezentowania wyników badań znajdują się w książce zawierającej szczegółowe informacje o omawianych badaniach: *Jak děti předškolního věku rozumí prostor...*

a) *Sposoby prezentacji sześciianów A–C*

Z łącznej liczby 84 dzieci sporządzających rysunki aż 82 (ok. 98% badanych) przedstawiło te sześciiany w formie kwadratów (lub prostokątów) w odpowiednich kolorach, w jednym rzędzie (w jednej kondygnacji) obok siebie. Tylko 2 dzieci przedstawiło je w innym układzie przestrzennym i w innej kolorystyce.

b) *Sposób prezentacji sześciianu D w rysunkach dzieci*

Analizując rysunki dzieci, wyodrębniłam 6 różnych sposobów przedstawienia tego sześciianu:

- 77 dzieci (ok. 91% badanych) narysowało sześciian D jako kwadrat umieszczony nad kwadratem prezentującym C;
- 3 dzieci (ok. 4% badanych) rysunek sześciianu D umieściło na rysunku sześciianu C w postaci mniejszego żółtego kwadratu;
- 1 dziecko umieściło rysunek sześciianu D na rysunku sześciianu C w taki sposób, że zamalowało na żółto jeden niebieski bok kwadratu (ten, który stykał się z kwadratem obrazującym sześciian C);
- 1 dziecko narysowało sześciian D z widoku „z przodu”, a dla podkreślenia, że znajduje się na sześciianie C, połączyło rysunki sześciianów C, D i E, F w prostokąty, które przedstawiają wieże C–D, E–F;
- 1 dziecko narysowało kwadraty, z których skonstruowano budowlę, kierując się widokiem z przodu, ale dla pokazania relacji między sześciianami naruszyło ich rzeczywiste rozmiary;
- dziecko do przedstawienia sześciianu D na rysunku stosuje rzut równoległy.

c) *Sposób prezentacji sześciianu E na rysunkach dzieci*

Jest to kluczowy i zarazem najtrudniejszy fragment zadania. Badane dzieci pokonywały tę trudność, stosując:

- połączenie widoku „z góry” (rzut) z widokiem z „przodu”: 32 dzieci (ok. 38% badanych) rysunki sześciianów A–C przedstawiło z widoku „z góry” (rzut), sześciian D w widoku „z przodu”. Natomiast sześciian E umieściły w postaci czerwonego kwadratu „nad” rysunkiem sześciianu A (przedstawiają go z widoku „z góry”). W takim

sposobie przedstawienia relacji przestrzennych przeplatają się sześciany ujmowane w widoku „z przodu” oraz ujmowane w widoku „z góry” (rzut);

- widok „z góry” (rzut): 4 dzieci (ok. 5% badanych) zachowało jedną perspektywę w przedstawianiu na rysunku wszystkich sześciątów, nawet sześcian E narysowało w postaci czerwonego kwadratu „nad” rysunkiem sześcianu A;
- widok „z boku” (z lewej strony) w połączeniu z widokiem „z przodu”: 22 (ok. 26% badanych) dzieci narysowało sześcian E jako czerwony kwadrat „po lewej stronie” sześcianu A. Dzieci te najpierw rysują sześciany A–D w perspektywie „z przodu”, aby zobaczyć „ukryty” czerwony sześcian E, przesuwają pole widzenia o 90° i obserwują budowlę z lewej strony. Dlatego przedstawiają sześcian E w widoku „z boku”, po lewej stronie od rysunku sześcianu A;
- widok „z przodu” z naruszeniem wzajemnych relacji: 15 dzieci (ok. 18% badanych) przedstawia sześcian E w postaci prostokąta w pozycji pionowej lub poziomej, w różnym stosunku do rysunku sześcianu A, naruszając proporcje lub wzajemne relacje pozostałych sześciątów;
- widok „z przodu” bez naruszania wzajemnych relacji: 2 dzieci (ok. 2% badanych) umieściło rysunek sześcianu E w postaci czworokąta w rysunku sześcianu A. Dzieci te także w perspektywie „z przodu” narysowały sześcian D. Oznacza to, że były konsekwentne w zachowaniu na rysunku jednej perspektywy;
- pozostałych 5 dzieci (ok. 6% badanych) przedstawiło sześcian E w inny sposób, np. metodą kinetycznego widoku z przodu lub nie przedstawiło tego sześcianu na rysunkach.

d) *Sposób prezentacji sześcianu F*

Ustaliłam, że dzieci na swoich rysunkach prezentowały ten sześcian, kierując się:

- widokiem „z przodu” w połączeniu z widokiem „z góry”: 55 dzieci (ok. 65% badanych) miesza dwie perspektywy na jednym rysunku. Sześciany A, B, C, D dzieci te przedstawiają, kierując się widokiem „z przodu”, a kierując się widokiem „z góry”, rysują sześcian F w postaci kwadratu „nad” rysunkiem sześcianu A lub sześcianu E;

- widokiem „z przodu”: 2 dzieci (ok. 2% badanych) narysowało wszystkie sześciany budowli, kierując się widokiem „z przodu”. Dotyczy to także sześcianu F, gdyż narysowały go w postaci kwadratu „nad” rysunkiem sześcianu E w przyjętej perspektywie;
- widokiem „z góry” w połączeniu z widokiem „z przodu”: jedno dziecko narysowało sześcian F w postaci kwadratu, umieszczając go na rysunku sześcianu E, a więc jednoznacznie w rzucie budowli. Jednocześnie sześcian D przedstawiło w widoku „z przodu”, mieszając widok „z przodu” i widok „z góry”;
- widokiem „z góry”: 5 dzieci (ok. 6% badanych) przedstawiło wszystkie klocki sześciennie, kierując się tą perspektywą, sześcian F narysowało w postaci kwadratu i umieściło na rysunku sześcianu E;
- widokiem „z przodu” w połączeniu z widokiem „z boku” (z lewej strony): 19 dzieci (ok. 23% badanych) przedstawiło sześcian F w postaci kwadratu nad rysunkiem sześcianu E (widok z przodu);
- 2 pozostałych dzieci narysowało sześcian F bez wskazania ułożenia przestrzennego tego klocka.

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i korzystania z nich w tutoringu rówieśniczym znaczące są ustalenia dotyczące kompetencji dzieci w odtwarzaniu na rysunkach istotnych cech całej budowli oraz relacji przestrzennych jej części. Odnośnie przedstawiania na rysunkach całej budowli istotne jest to, że:

- większość dzieci w wieku 5 i 6 lat potrafi przedstawić te cechy z perspektywy „od przodu” (od frontu) lub z perspektywy „od góry” oraz radzi sobie nieźle z pokonaniem trudności z prezentacją sześcianów E i F „schowanych” (zasłoniętych) w takiej wizualizacji;
- dzieci potrafią sensownie łączyć na rysunku to, co widzą, oraz to, co wiedzą. Dzięki temu radzą sobie z trudnościami w przedstawieniu relacji pomiędzy sześciennymi klockami tworzącymi budowlę (jest to prawidłowość rozwoju umysłowego dzieci²³);

²³ Wynika to z przytoczonych wcześniej ustaleń J. Piageta wyznaczających stadia rozwojowe rysunku dzieci. Natomiast ewidentne błędy, zresztą nieliczne, wynikają z sytuacji społecznej i emocjonalnej, w jakiej znajdowało się dziecko sporządzające rysunek, i są wyolbrzymioną presją psychiczną towarzyszącą wyborowi pomię-

- wszystkie badane dzieci, przedstawiając kształt budowli, uwzględniały kolory i wielkość klocków, z których była ona skonstruowana;
- znane są kłopoty dzieci z precyzją przedstawiania kształtu budowli, jednak można to łatwo zmienić na lepsze, sugerując im, jakie są oczekiwania odnośnie precyzji i czytelności kodowania informacji.

Nieco bardziej skomplikowane będzie wspomaganie dzieci w przedstawieniu na rysunku bryły budowli z uwzględnieniem jej wszystkich części i relacji pomiędzy nimi. Zapewne trzeba będzie – na przykład poprzez zabawę równoległą – wdrożyć je do osobistego poznania wszystkich cech budowli z przekazaniem istotnych informacji, aby ich kolega mógł odtworzyć budowlę, kierując się rysunkiem.

4.4. Jak dzieci konstruowały budowlę, kierując się informacjami zawartymi na rysunkach zawierających jej istotne cechy

Z przeprowadzonych badań wynika, że dzieci starały się ułożyć szkieletowe klocki tak, aby tworzyły kondygnacje budowli. Jedne tworzyły budowle jednokondygnacyjne, inne dwukondygnacyjne, a jeszcze inne budowle o trzech kondygnacjach, chociaż wzorcowa budowla miała tylko dwie kondygnacje. Dane liczbowe wraz z interpretacjami przedstawiają się tak:

Budowle jednokondygnacyjne. Na 84 dzieci biorących udział w badaniach aż 26 (ok. 31% badanych) stworzyło budowle jednokondygnacyjne. Powodem było zapewne to, że dzieci te nie potrafiły odczytać (odkodować) informacji zawartych w rysunku zgodnie z intencją autora. Były też dzieci, które w niewielkim stopniu kierowały się otrzymanym rysunkiem²⁴, gdyż był dla nich zbyt skomplikowany i dążyły do uproszczenia zadania.

dzy dążeniem do starannego rysowania kwadratów (wysiłek manualny, bez większego zaangażowania intelektualnego) a czytelnym przedstawieniem relacji przestrzennych (wysiłek intelektualny połączony z zaangażowaniem percepcji wzrokowej i sprawności manualnej). Ponieważ znane są ich przyczyny, łatwo pomóc dzieciom w ich przecięciu.

²⁴Ze względu na konieczność zachowania rozsądnych ram objętościowych nie podaję tu szczegółowych informacji o rysunkach, którymi kierowały się dzieci tworzące budowle jednokondygnacyjne, oraz sposobów ich odczytania. Znajdują się one w publikacji R. Zemanova, *Jak děti předškolního věku rozumí prostor...*

Budowle dwukondygnacyjne. Z 84 dzieci wykonujących budowle tylko 36 (ok. 43% badanych) stworzyło budowle dwukondygnacyjne. Niektóre z tych budowli odbiegały nieco od budowli wzorcowej pod względem klocków umieszczanych na drugiej kondygnacji. Na przykład dziecko umieszczało tam jeden zamiast dwóch klocków lub umieszczało klocki w innych kolorach. Głównym powodem były mało precyzyjne rysunki, według których dzieci te konstruowały budowlę²⁵.

Budowle trójkondygnacyjne. Z łącznej liczby 84 dzieci aż 22 (ok. 26% badanych) stworzyło budowle trójkondygnacyjne, chociaż wzorcowa budowla miała dwie kondygnacje. Ponieważ dzieci te kierowały się otrzymanym rysunkiem, omawiane błędy były spowodowane głównie mało precyzyjnym kodowaniem cech budowli wzorcowej lub kłopotami z odczytaniem zakodowanych informacji²⁶.

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i korzystania z nich w tutoringach rówieśniczym istotne są powody, które sprawiły że tylko 36 (ok. 43%) badanych dzieci wybudowało dwukondygnacyjne budowle. Jeżeli w edukacji matematycznej nauczyciel zamierza stosować tutoring rówieśniczy, trzeba zadbać o to, aby dziecko pełniące rolę małego nauczyciela dobrze rozumiało sens zadania, które ma zrealizować wspólnie z małym uczniem. Chodzi o to, żeby dziecko – mały nauczyciel potrafiło prowadzić małego ucznia po ścieżkach swojego rozumowania.

4.5. Jak dzieci ustalały zgodność skonstruowanej budowli z jej pierwowzorem

W końcowych częściach pierwszej i drugiej części eksperymentu dzieci ustalały zgodność skonstruowanej budowli z jej pierwowzorem. Jeśli budowle nie były zgodne, osoba prowadząca badania poprosiła dziecko oceniające budowlę, aby uzasadniło słownie swoją ocenę. Ustaliłam, że dzieci, oprócz jednego z nich, nie miały kłopotów ze stwierdzeniem „są podobne”, „nie są podobne”, ale tylko niektóre potrafiły uzasadnić słownie swoją ocenę.

²⁵Szczegółowe omówienie rysunków, którymi kierowały się dzieci tworzące budowle dwukondygnacyjne, i sposobów ich odczytania, znajdują się w publikacji R. Zemanova, *Jak děti předškolního věku rozumí prostor...*

²⁶Analiza rysunków, którymi kierowały się dzieci tworzące budowle jednokondygnacyjne, oraz sposobów ich odczytania, znajduje się w publikacji R. Zemanova, *Jak děti předškolního věku rozumí prostor...*

Na podstawie analizy wypowiedzi dzieci oraz ich rysunków ustaliłam, że aż 76 budowli było nieprawidłowo zbudowanych. Oto kilka wypowiedzi dzieci uzasadniających niezgodność budowli z jej pierwowzorem: *Ja to miałem tak* (pokazuje na swoją budowlę); *Nie wiem, to jest trudne*; *To nie jest tak*; *Nie, to jest źle*; *To trzeba naprawić*.

23 dzieci (ok. 30% badanych) nie wypowiadało się w tej kwestii. Po analizie rysunków wykonanych przez nie ustaliłam, że większość z nich wykazywało się zdecydowanie lepszymi kompetencjami, wykonując drugi rysunek. Zapewne łatwiej im wypowiadać się na rysunku, niż formułować ustne wypowiedzi.

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i korzystania z nich w tutoringach rówieśniczym znaczące jest to, że na 76 rozpatrywanych par rysunków w 62 przypadkach dzieci dążyły do skorygowania rysunku. Świadczy to o dobrze rozwiniętej:

- umiejętności krytycznej oceny sposobu wykonania zadania: *przedstaw na rysunku (zakoduj) cechy budowli wzorcowej tak, aby inne dziecko skonstruowało podobną budowlę*;
- zdolności do empatii: wczucie się w sytuację dziecka, które ma skonstruować budowlę według tego rysunku.

Te właściwości dziecięcych umysłów uzasadniają stosowanie w matematycznej edukacji przedszkolnej tutoringów rówieśniczych.

4.6. W jakim stopniu doświadczenia zgromadzone przez dzieci w pierwszej próbie eksperymentu miały wpływ na lepsze ujmowanie cech budowli w drugiej części eksperymentu. Uczenie się przez nabywanie wprawy w graficznym kodowaniu cech budowli wzorcowej

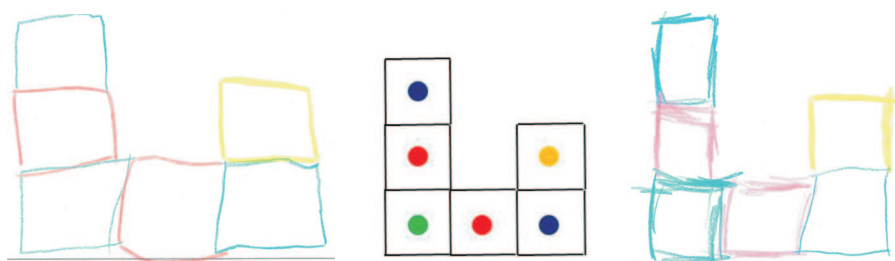
O efektach uczenia się poprzez nabywanie wprawy u dzieci w graficznym kodowaniu istotnych cech budowli wnioskowałam na podstawie porównania rysunków wykonanych w pierwszej i w drugiej próbie eksperymentu. Porównywałam 76 par²⁷ takich rysunków. Ponieważ w jednym artykule nie sposób przedstawić analizy takiej liczby par, wybrałam te, które wyraziście pokazują, czy i jak dzieci uczą się poprzez nabywanie

²⁷Trzeba tu wyjaśnić, że 8 dzieci zbudowało poprawnie budowlę na podstawie rysunków sporządzonych przez partnera już w pierwszej próbie eksperymentu.

wprawy. Żeby pomóc Czytelnikom zorientować się pomiędzy pierwszym rysunkiem (wykonanym przez dziecko w pierwszej próbie eksperymentu) a drugim rysunkiem (wykonanym w drugiej próbie eksperymentu), umieściłam plan wzorcowej budowli.

4.6.1. Pary rysunków, w których dziecko nie zmieniło sposobu przedstawiania ważnych cech budowli wzorcowej

Na 76 rozpatrywanych par rysunków w 14 parach nie stwierdziłam wpływu uczenia się przez nabywanie wprawy u dzieci sporządzających drugi rysunek. Oto przykład takich rysunków.



Rys. 4a. Pierwszy rysunek

Rys. 4b. Plan budowli

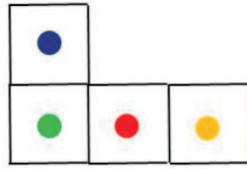
Rys. 4c. Drugi rysunek

W tych i pozostałych rysunkach z tej grupy dzieci nie zmieniły sposobu kodowania cech budowli na drugim rysunku, mimo że w pierwszej próbie eksperymentu ich partnerzy nie zbudowali budowli podobnej do wzorcowej.

4.6.2. Pary rysunków, w których dzieci zmieniły sposób kodowania informacji na drugim rysunku

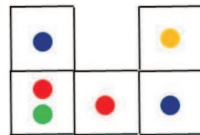
Na 76 rozpatrywanych par rysunków w 62 parach stwierdziłam zmiany w sposobach przedstawiania cech budowli (kodowanie) spowodowane wpływem uczenia się dzieci. Pary tych rysunków można podzielić na dwie grupy.

Do pierwszej należą pary rysunków, na których dzieci przedstawiły sześciany tworzące budowlę w widoku „z przodu” lub z widoku „z góry”. Oto przykłady takich par rysunków.



Rys. 5a. Pierwszy rysunek Rys. 5b. Plan budowli Rys. 5c. Drugi rysunek

Porównując pierwszy i drugi rysunek z analizowanej pary, dostrzec można zmiany wprowadzone w drugim rysunku (w stosunku do pierwszego), przy zachowaniu przyjętej perspektywy wizualnej.

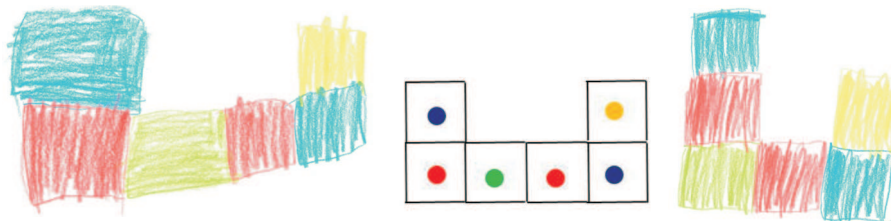


Rys. 6a. Pierwszy rysunek Rys. 6b. Plan budowli Rys. 6c. Drugi rysunek

Na rysunkach wykonanych w drugiej próbie eksperymentu dzieci dążyły do przedstawienia „ukrytych” klocków sześciennych, gdy ogląda się budowlę w widoku „z przodu” lub w widoku „z góry”. Zapewne rozumiały, że partnerzy wykonujący budowle mieli z tym kłopoty²⁸.

Do drugiej grupy zaliczyłam 55 par rysunków, w których dzieci zmieniły perspektywę przedstawiania budowli w drugim rysunku. Oto przykład pary rysunków z tej grupy.

²⁸Dodam, że mimo wprowadzonych zmian w drugim rysunku, partnerzy nie potrafili zbudować budowli podobnej do pierwowzoru, kierując się skorygowanym rysunkiem.



Rys. 7a. Pierwszy rysunek

Rys. 7b. Plan budowli

Rys. 7c. Drugi rysunek

Na pierwszym rysunku dziecko przedstawiło z perspektywy „z góry” jednokondygnacyjną budowlę. Analizując budowlę wykonaną według tego rysunku, uświadomiło sobie jego niedostatki. Dlatego sporządzając następny rysunek, dziecko dążyło do tego, aby przedstawić na nim wszystkie klocki sześciennie, z których zbudowana była budowla wzorcowa. Przedstawiło je w perspektywie „widok z przodu”, rysując dwie kondygnacje, i... dorysowało kondygnację trzecią, aby poradzić sobie z przedstawieniem klocka, który jest „ukryty” w przyjętej perspektywie.

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i wykorzystania ich w tutoringu rówieśniczym znaczące są ustalenia dotyczące efektów uczenia się dzieci poprzez nabieranie wprawy. Na 76 rozpatrywanych par rysunków, taki efekt stwierdzono aż w 62 parach. Świadczy to o dobrze już rozwiniętej u starszych przedszkolaków zdolności:

- do krytycznego analizowania własnej aktywności;
- empatycznych, a więc swoistego wczuwania się w sytuację innego dziecka.

4.7. Jak w drugiej próbie eksperymentu dzieci konstruowały budowlę według rysunku

W drugiej części eksperymentu dzieci wykonały zadanie: trzeba skonstruować budowlę według informacji podanych (zakodowanych) na rysunku oraz w słownej instrukcji. Zadanie to dzieci wykonywały w parach:

- jedno dziecko starało się ująć na rysunku (zakodować) najważniejsze cechy wzorcowej budowli i uzupełnić je słownymi wyjaśnieniami;

- drugie dziecko odczytywało (odkodowywało) informacje zawarte na tym rysunku oraz słuchało wyjaśnień słownych i kierując się nimi, konstruowało budowlę.

Rozpatrywałam 76 par tak współpracujących dzieci i wyodrębniłam dwie grupy par. Do pierwszej zaliczyłam pary dzieci, których opisana współpraca zakończyła się prawidłowo skonstruowaną budowlą, do drugiej te pary, które takich efektów nie uzyskały.

4.7.1. O dzieciach, których współpraca w drugiej próbie eksperymentu zakończyła się skonstruowaniem prawidłowej budowli

Wśród 76 par było 12 par dzieci (ok. 16% badanych), w których współpraca zakończyła się prawidłowo skonstruowaną budowlą. Ustaliłam, że uzyskanie takiego efektu było możliwe w drugiej próbie eksperymentu dlatego, że:

- 6 dzieci, wykonując drugi rysunek budowli, zmieniło sposób prezentacji sześcianu E i w słownym komentarzu podało dodatkowe wskazówki, a dziecko konstruujące budowlę skorzystało z nich. Przykładowy rysunek dziecka z tej grupy oraz plany budowli wykonane przez jego partnera przedstawiam w kolejności: 8a – rysunek wykonany w pierwszej próbie eksperymentu, 8b – plan pierwszej wykonanej budowli, 8c – rysunek wykonany w drugiej próbie eksperymentu i 8d – plan budowli wykonanej w drugiej części eksperymentu.



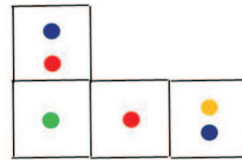
Rys. 8a



Rys. 8b



Rys. 8c

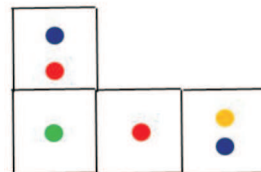


Rys. 8d

- 4 dzieci, wykonując drugi rysunek, zmieniło sposób prezentacji sześcianów D oraz E i w słownym komentarzu podało dodatkowe wskazówki, a dziecko konstruujące budowle skorzystało z nich. Przykładowe rysunki jednego dziecka z tej grupy oraz plany budowli wykonanej przez jego partnera załączam w kolejności: 9a – rysunek wykonany w pierwszej próbie eksperymentu, 9b – plan pierwszej wykonanej budowli, 9c – rysunek wykonany w drugiej próbie eksperymentu, 9d – plan budowli wykonanej w drugiej części eksperymentu.



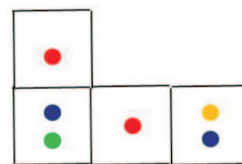
Rys. 9a



Rys. 9b



Rys. 9c

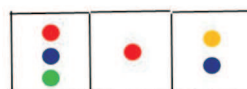


Rys. 9d

- 1 dziecko, wykonując drugi rysunek, zmieniło sposób prezentacji więcej niż 2 sześcianów i w słownym komentarzu podało dodatkowe wskazówki. Ponadto przekaz ustny zawierał więcej informacji sprzyjających prawidłowej konstrukcji budowli. Dziecko konstruujące budowle skorzystało z rysunku oraz z instrukcji słownej. Oto przykładowe rysunki tego dziecka oraz plany wykonanej budowli przedstawione w kolejności: 10a – rysunek wykonany w pierwszej próbie eksperymentu, 10b – plan pierwszej wykonanej budowli, 10c – rysunek wykonany w drugiej próbie eksperymentu, 10d – plan budowli wykonanej w drugiej części eksperymentu.



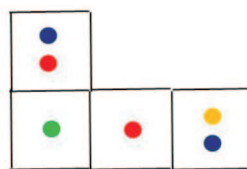
Rys. 10a



Rys. 10b

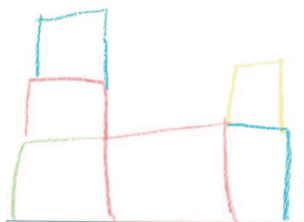


Rys. 10c



Rys. 10d

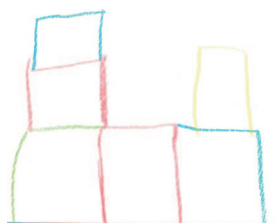
- Dziecko, wykonując drugi rysunek, nie zmieniło sposobu prezentacji sześcianów, ale w słownym komentarzu podało dodatkowe wskazówki, które umożliwiły partnerowi skonstruowanie prawidłowej budowli. Oto przykładowe rysunki tego dziecka oraz plany wykonanej budowli przedstawione w kolejności: 11a – rysunek wykonany w pierwszej próbie eksperymentu, 11b – plan pierwszej wykonanej budowli, 11c – rysunek wykonany w drugiej próbie eksperymentu, 11d – plan budowli wykonanej w drugiej części eksperymentu.



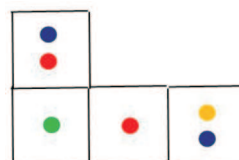
Rys. 11a



Rys. 11b



Rys. 11c



Rys. 11d

4.7.2. O dzieciach, których współpraca w drugiej próbie eksperymentu zakończyła się skonstruowaniem budowli różniącej się od pierwowzoru

Druga grupa liczyła 64 pary (ok. 84% badanych) i należały do niej dzieci, których współpraca zakończyła się skonstruowaniem budowli różniącej się od pierwowzoru. Tę grupę podzieliłam na dwie podgrupy.

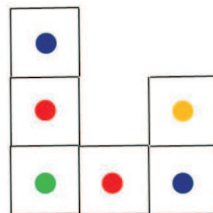
- Do pierwszej podgrupy zaliczyłam 14 par dzieci (ok. 24% badanych). Efektem współpracy dzieci z tej podgrupy było skonstruowanie w pierwszej i drugiej próbie identycznych budowli, różniących się jednak od pierwowzoru²⁹. Oto przykładowe rysunki dziecka z tej podgrupy oraz plany budowli wykonanej przez jego towarzysza przedstawione w kolejności: 12a – rysunek wykonany

²⁹ Jestem skłonna tłumaczyć to tym, że dziecko konstruujące drugą budowlę: a) nie pamiętało, jaką budowlę zbudowało poprzednio, b) uważało, że jest to nowe zadanie konstrukcyjne, c) nie potrafiło skonstruować innej budowli. Dzieci te nie korzystały z werbalnych instrukcji podawanych przez współpracujące dziecko w drugiej próbie eksperymentu.

w pierwszej próbie eksperymentu, 12b – plan pierwszej wykonanej budowli, 12c – rysunek wykonany w drugiej próbie eksperymentu, 12d – plan budowli wykonanej w drugiej części eksperymentu.



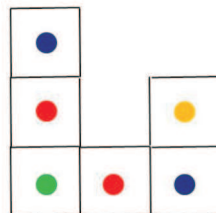
Rys. 12a



Rys. 12b

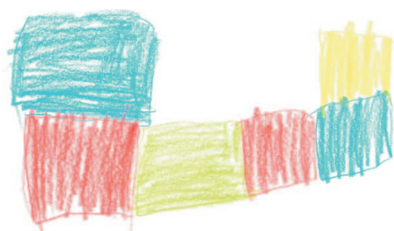


Rys. 12c



Rys. 12d

- Do drugiej podgrupy zaliczyłam 50 par dzieci (ok. 60% badanych). Wynikiem współpracy dzieci z tej podgrupy było skonstruowanie w pierwszej i drugiej próbie odmiennych budowli, z których każda różniła się od pierwowzoru. Oto przykładowe rysunki dziecka z tej podgrupy oraz plany wykonanej budowli wykonanej przez jego towarzysza przedstawione w kolejności: 13a – rysunek wykonany w pierwszej próbie eksperymentu, 13b – plan pierwszej wykonanej budowli, 13c – rysunek wykonany w drugiej próbie eksperymentu, 13d – plan budowli wykonanej w drugiej części eksperymentu.



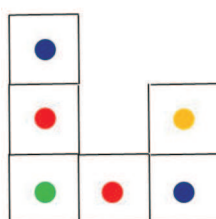
Rys. 13a



Rys. 13b



Rys. 13c



Rys. 13d

Dodać tu trzeba, że dzieci oceniające zgodność skonstruowanej budowli do wzorca najczęściej wstrzymywały się, z różnych powodów, od słownego uzasadnienia swojej oceny. Analizując przebieg współpracy par dzieci zaliczonych do tej podgrupy, ustaliłam, że:

- a) dzieci sporządzające rysunek w drugiej próbie eksperymentu uznawały za stosowne wprowadzić w nim zmiany po porównaniu budowli sporządzonej w pierwszej próbie eksperymentu, ale zmiany nie oddawały całej złożoności budowli wzorcowej;
- b) dzieci konstruujące budowlę według tego rysunku nie mogły zbudować podobnej do wzorcowej z powodu błędów w otrzymanym rysunku.

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i korzystania z nich w tutoringach rówieśniczym znaczące są ustalenia dotyczące współpracy dzieci (w parach) w zakresie skonstruowania drugiej budowli. Obejmowała ona wykonanie drugiego rysunku wraz ze słowną instrukcją i skonstruowanie budowli podobnej do wzorca. O trudności tego zadania świadczy to, że tylko 12 par dzieci (ok. 16% badanych) potrafiło sprostać oczekiwaniom. Oznacza to, że w zastosowaniach pedagogicznych wyników badań, na przykład w tutoringach rówieśniczym

w edukacji matematycznej, trzeba pomóc dziecku – małemu nauczycielowi:

- a) wyłuskać z trójwymiarowej budowli istotne cechy jej konstrukcji i przedstawić te cechy na rysunku (kodowanie) w sposób czytelny dla dziecka – małego ucznia;
- b) uzupełnić informacje zawarte (zakodowane) w rysunku instrukcją słowną, jeżeli mały uczeń ma kłopoty z ich odczytaniem (odkodowaniem).

Gdy mały uczeń otrzyma w miarę kompletne informacje o istotnych cechach budowli, efekty współpracy będą zapewne lepsze.

4.8. Jak dzieci weryfikowały zgodność skonstruowanej budowli z jej pierwowzorem w drugiej próbie eksperymentu

Pod koniec drugiej próby eksperymentu prowadzący badania poprosił dzieci, aby słownie wyjaśniły, dlaczego uznały budowlę skonstruowaną przez ich partnerów jako podobną lub niepodobną do wzorcowej. Oczekiwania te spełniło 46 dzieci. Analizując te wypowiedzi, brałam pod uwagę:

- rezygnację (słowną) dziecka z uzasadnienia oceny;
- precyzję wyjaśnień dotyczących wprowadzenia zmian, aby tworzona budowla była podobna do wzorcowej;
- kierunkowanie wyjaśnień do osoby prowadzącej badania, do dziecka sporządzającego rysunek budowli lub do dziecka konstruującego budowlę;
- wskazywanie pozytywnych lub negatywnych doznań towarzyszących współpracy;
- personifikację błędów: czy były popełniane przez dziecko wykonujące rysunek, czy popełniało je dziecko konstruujące budowlę.

Niektóre dzieci już w pierwszej próbie wyjaśniały, dlaczego skonstruowana budowla jest niepodobna do wzorcowej. Ponieważ w artykule nie sposób przedstawić 46 wypowiedzi dzieci wraz z komentarzami, przytoczę typowe dla wymienionych wskaźników. Osoby zainteresowane poznaniem pozostałych znajdą je w mojej cytowanej wielokrotnie publikacji (R. Zemanova, 2015, s. 74–77). Żeby to ułatwić, przytaczając wypowiedzi dzieci, oznaczam je tymi numerami, którymi są oznaczone w tekście cytowanej rozprawy.

4.8.1. Przykłady wypowiedzi dzieci, które zrezygnowały lub zamierzały zrezygnować ze słownego uzasadnienia swojej oceny

Wypowiedź dziecka nr 04: *Klocki są wszystkie obok siebie, brakuje tam pierwszego rzędu. To jest całe złe.* Dziecko dostrzega różnice, ale nie potrafi ich opisać. Powodem, być może, są trudności w słownym ujęciu spostrzeżeń w rozmowie z osobą prowadzącą badania.

Wypowiedź dziecka nr 13: *Budowle nie są takie same, trzeba to poprawić.* Po chwili dziecko dodało: *To tak nie miało być, ponieważ zielony klocek powinien być na końcu, czerwony w środku, a niebieski miał być ostatni. Żółty miał być na górze, niebieski też.* Na początku wypowiedzi dziecko zamierzało zrezygnować z uzasadnienia oceny, ale po namyśle przedstawiło swoje spostrzeżenia dotyczące błędów popełnionych przez dziecko współpracujące w odtwarzaniu budowli.

4.8.2. Przykłady wypowiedzi dzieci zawierające precyzyjne wyjaśnienia dotyczące wprowadzenia zmian w konstruowanej budowli

Wypowiedź dziecka nr 01: *Niektóre klocki nie stoją jedne na drugich. Ale budowla jest taka sama.* Po chwili dziecko to formułuje bardziej precyzyjne uzasadnienie: *Klocki nie stoją jedne na drugich. Żółty ma być na niebieskim, niebieski ma być na czerwonym.*

Wypowiedź dziecka nr 02: *Ten czerwony nie powinien tam być.* Następnie dziecko precyzuje podane wyjaśnienie: *Czerwony ma być z tyłu.*

Konstrukcja wypowiedzi dzieci nie jest formalnie poprawna, ale zawiera precyzyjne informacje, zrozumiałe dla partnera, co trzeba poprawić, aby konstruowana budowla była podobna do wzorcowej. Dzieci wykazują się też empatią wobec partnerów, którzy mają skonstruować taką budowlę.

4.8.3. Przykłady wypowiedzi dzieci adresowane do osoby prowadzącej badania, do dziecka sporządzającego rysunek budowli lub dziecka konstruującego budowlę

Wypowiedź dziecka nr 37: *Nie, to masz złe...Znowu to masz złe.* Wypowiedź jest kierowana do partnera, który konstruuje budowlę. Zawiera pouczenie typu – *jest złe*, ale nie ma w niej informacji, co trzeba zmienić, aby tworzona budowla była podobna do wzorcowej.

Wypowiedź dziecka nr 42: *Te klocki nie wyglądają jak ta budowla, ale jak mój rysunek.* Dziecko stwierdza, że partner zbudował swoją budowlę zgodnie z rysunkiem i że przyczyną błędów jest źle narysowany rysunek (dostrzeża błąd w graficznym kodowaniu cech budowli). Druga wypowiedź tego dziecka jest już inna: *Jeee. Michalina zrobiła to źle. Ten niebieski ma być na czerwonym, a żółty na niebieskim, który jest z przodu.* W tej wypowiedzi, oprócz stwierdzenia typu *źle*, dziecko szczegółowo opisuje, co trzeba poprawić w konstruowaniu budowli.

Wypowiedź dziecka nr 22: *Źle to narysowałam Kubie.* Dziecko sobie przypisuje błędne informacje zawarte na swoim rysunku. W drugiej wypowiedzi przypisuje błędy partnerowi: *To Kuba nie rozumiał, teraz to dobrze narysowałam.* Nie wskazuje jednak, jakie informacje zawarte na rysunku były przez partnera błędnie odkodowane. Cytowana wypowiedź nie zawiera już elementów empatii.

Wypowiedź dziecka nr 29: *Ten żółty powinien być na niebieskim, ten niebieski powinien być na czerwonym, poza tym jest dobrze... Znowu tak samo, zielony jest dobrze, żółty powinien być na górze, a niebieski na dole.* Wypowiedź ta jest przykładem dobrej współpracy pomiędzy dziećmi. W wypowiedzi dziecka widoczne jest dążenie do udzielenia pomocy partnerowi w skonstruowaniu budowli podobnej do pierwowzoru.

Wypowiedź dziecka nr 8: *Nie położył żółtego klocka na niebieskim, na czerwonym i niebieskim postawił klocek zielony. Żółty klocek nie jest na niebieskim, niebieski klocek nie leży na czerwonym. Obydwa mają być na zielonym.* Dziecko wskazuje zauważone błędy w konstrukcji i wyraziście sugeruje, co trzeba naprawić i w jaki sposób. Wypowiedź tę cechuje troska o to, aby partnerowi udało się zbudować budowlę maksymalnie podobną do wzorcowej (empatia).

Wypowiedź dziecka nr 10: *Daj żółty klocek na niebieski... Weź czerwony i połóż na nim zielony, a na to daj niebieski... Żółty klocek nie jest u góry.* Wypowiedź nasycona jest informacjami, co musi zmienić partner, żeby konstruowana budowla była podobna do wzorcowej. Wypowiadającemu się dziecku wyraźnie zależy na tym (empatia), aby pomóc partnerowi dobrze wykonać zadanie.

4.9. Dwie strategie stosowane przez dzieci w sytuacji, gdy natrafiały na przeszkodę opisanych problemów

W każdym poprzednim bloku tematycznym (od 4.1 do 4.8) zamieściłam ustalenia badawcze dotyczące ograniczeń i możliwości umysłowych dzieci w sytuacjach, gdy zetknęły się z przeszkodą (dostrzegły trudność) w:

- konstruowaniu budowli podobnej do jej pierwowzoru z klocków sześciennych;
- graficznym kodowaniu cech budowli i odczytywaniu (dekodowaniu) tych informacji w trakcie konstruowania nowej budowli;
- ustalaniu zgodności skonstruowanych budowli z jej pierwowzorem i słownego uzasadnienia swojej oceny.

Po ponownym przeanalizowaniu stwierdzonych ograniczeń i możliwości wyodrębniłam dwie przeciwstawne strategie zachowania dzieci, gdy natrafiają na przeszkodę (trudność) w rozwiązaniu problemu. Nazwałam je:

- **strategią rezygnowania z rozwiązywania problemu po zetknięciu się z trudnościami.** W obrębie tej strategii są jej warianty spowodowane różnicami indywidualnymi dzieci w traktowaniu przeszkody. Stosują ją dzieci, gdy tylko zetkną się z przeszkodą tkwiącą w wykonaniu częściowego zadania, oraz dzieci, które próbują pokonać przeszkodę, ale szybko się zniechęcają i rezygnują z pokonania problemu;
- **strategią rozwiązania problemu mimo dostrzeżonych przeszkód.** Dzieci stosujące tę strategię nie zrażały się kolejnym niepowodzeniem i skutecznie dążyły do pokonania przeszkody aż do wykonania zadania.

To, które z tych strategii dziecko stosuje, jest uzależnione od wielu czynników. Z ważniejszych trzeba wymienić:

- a) dotychczasowe doświadczenia dziecka w pokonywaniu przeszkód w wykonywaniu zadań;
- b) subiektywną ocenę stopnia trudności związanej z pokonaniem przeszkody;

- c) cechy dziecięcego umysłu, w tym faktyczną sprawność intelektualną w zakresie rozumowań potrzebnych do rozwiązania problemu;
- d) zdolność do wysiłku intelektualnego w sytuacjach trudnych, pełnych napięć emocjonalnych (tzw. odporność emocjonalna)³⁰.

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i korzystania z nich w tutoringu rówieśniczym istotne są ustalenia dotyczące dziecięcych strategii zachowania się wobec pokonywania przeszkód. Wynika to z faktu, że głównym źródłem doświadczeń logicznych i matematycznych gromadzonych przez dzieci jest rozwiązywanie specjalnie dobranych zadań, zwłaszcza zadań z treścią. Każde takie zadanie jest dla dzieci sytuacją trudną, a jego rozwiązanie łączy się z pokonaniem trudności. Dzieci, które preferują strategię rezygnacji z pokonywania trudności w trakcie rozwiązywania problemu, a więc także wykonania zadania, nie gromadzą doświadczeń logicznych i matematycznych. Jest to główna przyczyna niepowodzeń w uczeniu się matematyki (E. Gruszczyk-Kolczyńska: 2015, s. 18–25).

Dlatego dla uzyskania dobrych efektów w edukacji matematycznej nauczyciel musi ustalić, które dzieci preferują strategię rezygnacji z pokonywania trudności w trakcie rozwiązywania problemu (zadania). Po takim rozeznaniu trzeba motywować te dzieci, aby spróbowaly ustalić, na czym trudność ta polega i pokonać ją (wszak każdą przeszkodę można usunąć). Gdy się to dzieciom chociaż w części uda, należy nawet przesadnie chwalić i podkreślać ich moc sprawczą. Rekomenduję też nagradzanie dzieci, które częściej wybierają strategię mierzenia się z trudnością, gdyż uruchamia to mechanizm naśladowania.

4.10. Rozumowania procesualne i konceptualne badanych dzieci

O rozumowaniach procesualnych i konceptualnych oraz ich wzajemnych związkach wnioskowałam, analizując:

- a) przebieg współpracy par dzieci starających się w trakcie opisanego eksperymentu, mniej lub bardziej skutecznie, skonstruować budowlę zgodną z ich pierwowzorem;

³⁰Do podobnych ustaleń doszła E. Gruszczyk-Kolczyńska (2017, rozdział 5), ustalając przyczyny niepowodzeń dzieci w rozwiązywaniu zadań z treścią.

- b) wypowiedzi dzieci dotyczące uzasadnienia oceny zgodności skonstruowanej budowli z jej pierwowzorem oraz gdy słownie formułowały wskazówki, w jaki sposób trzeba skonstruować budowlę, aby była podobna do pierwowzoru.

Ustaliłam, że aktywności umysłowe badanych dzieci są zarówno procesualne, jak i konceptualne. Co więcej, przeplatają się i łączą ze sobą, dowodząc zdolności dziecięcego umysłu do płynnego przechodzenia z procesu do konceptu i odwrotnie (potwierdza to tezę Hejnego o istnieniu transferu proceptualnego). Wskazują na to następujące aktywności dzieci w pierwszej i drugiej próbie eksperymentu:

- dziecko rysownik, widząc statyczną budowlę (koncept), ustala jej cechy i graficznie koduje (proces) je, efektem tego procesu jest statyczny rysunek (koncept);
- dziecko budowniczy, otrzymawszy taki rysunek (koncept), przystępuje do konstruowania (proces) budowli, kierując się odkodowanymi informacjami, efektem tego procesu jest budowla (koncept).

Szczegółową analizę zauważonych ograniczeń i możliwości dzieci w zakresie zasygnalizowanej tu transformacji procesu i konceptu podaje w cytowanej monografii (R. Zemanova, 2015).

Analizując wypowiedzi badanych dzieci, przyjąłam, że wskaźnikami rozumowań konceptualnych są określenia dotyczące cech budowli (konstruowanej i wzorcowej) i nazwy jej elementów. Wskaźnikami rozumowań procesualnych są czasowniki, a więc sformułowania dotyczące, co trzeba zrobić, aby konstruowana budowla była maksymalnie zbliżona do wzorcowej. Porównując **wypowiedzi dzieci i zawarte w nich treści, dostrzegłam przeplatanie i łączenie się sformułowań wskazujących na aktywności umysłowe procesualne i konceptualne**. Przykładem rozumowania konceptualnego jest wcześniej przedstawiona wypowiedź dziecka oznaczonego numerem 08, a rozumowania procesualnego jest wypowiedź dziecka o numerze 10. Szczegółowe informacje dotyczące rozumowań konceptualnych i procesualnych badanych dzieci są podane w monografii w całości poświęconej tym badaniom (R. Zemanova, 2015).

Dla pedagogicznej interpretacji tej części wyników badań i korzystania z nich w tutoringach rówieśniczym istotne jest ujawnienie charakterystycznego płynnego przechodzenia dzieci w działalności twórczej i odtwórczej od konceptu do procesu i odwrotnie, jako zdolności do transferu proceptualnego. Dotyczy to działalności każdego dziecka oddzielnie oraz współpracy dzieci w trakcie rozwiązywania problemów. W takiej działalności wykonywane czynności przez dzieci przeplatają się ze sformułowaniami słownymi. Taka zbieżność realnie wykonywanych czynności i wypowiedzi dzieci pomoże nauczycielom:

- rozpoznać przejawy zdolności transferu proceptualnego;
- porozumiewać się z nimi odnośnie płynnego przechodzenia z procesu do konceptu i odwrotnie w trakcie kierowania edukacją matematyczną dzieci.

Dzięki temu nauczyciele mogą lepiej kierować procesem uczenia się dzieci, nie tylko w trakcie edukacji matematycznej.

5. Aplikacje edukacyjne wyników badań. Zastosowanie tutoringu w kształtowaniu u dzieci lepszej orientacji przestrzennej i porozumiewaniu się w procesie uczenia się

Przypomnę, że głównym celem przedstawionych badań było poznanie wyobraźni i rozumowań dzieci w wieku 5–6 lat w obszarze geometrii dwu- i trójwymiarowej. Realizując cele szczegółowe badań, ustaliłam możliwości i ograniczenia dzieci w zakresie:

- konstruowania z sześciennych klocków budowli podobnej do jej pierwowzoru;
- graficznego kodowania cech budowli wzorcowej i odczytywania (dekodowania) tych informacji w trakcie konstruowania nowej budowli, podobnej do pierwowzoru;
- weryfikowania zgodności skonstruowanej budowli z jej pierwowzorem;
- porozumiewania się werbalnego i niewerbalnego w trakcie wspólnej działalności twórczej i odtwórczej przy konstruowaniu budowli z klocków sześciennych.

Wyniki badań przedstawiłam w czwartej części tego artykułu, wydzielaając w nim 6 bloków tematycznych odpowiednio do badanych zmiennych. Każdy z tych bloków kończy się wytypowaniem wyników badań przydatnych w działalności pedagogicznej, z rekomendacją tutoringu rówieśniczego.

Rekomendacja ta jest konsekwencją tego, że przeprowadzony eksperyment, wiodące narzędzie badawcze, nawiązuje do tutoringu³¹, a konkretnie do tutoringu rówieśniczego, cenionej obecnie koncepcji edukacyjnej. Dzięki temu wyniki badań wpisują się w nurt organizowania edukacji sprzyjającej samodzielnemu budowaniu przez dzieci wiedzy o świecie i swoich możliwościach sprawczych. Nim wskażę takie korzyści moich badań, przedstawię krótką charakterystykę tej koncepcji edukacyjnej.

Przyjmuje się³², że tutoring rówieśniczy jest realizowany w sytuacjach wspólnego uczenia się dzieci w dwóch wersjach, w sytuacji gdy:

- jedno dziecko stara się nauczyć drugie dziecko tego, co samo potrafi. W tej wersji tutoringu jedno dziecko pełni rolę małego nauczyciela, którego partnerem jest dziecko – mały uczeń;
- dzieci o zbliżonych kompetencjach zajmują się obranym problemem, dzieląc się swoimi przemyśleniami w trakcie dążenia do jego rozwiązania. Tu dzieci o cechach przywódczych i dzieci, które więcej wiedzą i potrafią, muszą podporządkować się regułom współpracy.

W charakterystykach tutoringu rówieśniczego podkreśla się walory interakcyjne pomiędzy dziećmi, o które trudno w tradycyjnie organizowanej edukacji szkolnej³³. Współpracujące ze sobą dzieci są równorzędnymi partnerami pod względem kompetencji społecznych i emocjonal-

³¹Najkrócej mówiąc, tutoring w pedagogice rozpatrywany jest jako proces uczenia się realizowany na zasadzie współpracy jeden do jednego, organizowany poza ramami szkolnych form edukacyjnych. Celem tej współpracy jest udzielenie pomocy przez jedną osobę (niebędącą profesjonalnym pedagogiem) drugiej osobie, zwykle uczniowi, w opanowaniu określonych zakresów wiadomości i umiejętności. Charakterystykę tej koncepcji edukacyjnej ze wskazaniem silnych i słabych stron podają: S.W. Ehly, S.C. Larsen (1976), P. Kalkowski (1995), C. Greenwood (1997), B.M. Fulk, K. King (2001), K.J. Topping (2005), A. Fijałkowski (2009), K. Topping (2011), H.R. Schaffer (2012), B. Hott, J. Walker, J. Sahni (2012), M. Sławińska (2015) i in.

³²Definicję tutoringu rówieśniczego podałam na początku artykułu w przypisie 2.

³³Analiza procesu uczenia się w tradycyjnym modelu edukacyjnym wskazuje na

nych. Dzieciom łatwiej też porozumiewać się ze sobą, gdyż w podobny sposób formułują komunikaty werbalne i niewerbalne. Ponadto przewaga dziecka, które wie i umie więcej (pełni przecież rolę małego nauczyciela), nie jest zbyt wielka, a to ułatwia drugiemu dziecku (małemu uczniowi) zadawanie pytań, zwracanie się o pomoc i korzystanie z niej.

Zwolennicy stosowania tutoringu rówieśniczego³⁴, powołując się na badania naukowe, opisują też inne korzyści społeczno-emocjonalne uczniów, takie jak wzrost samooceny, wzmocnienie więzi koleżeńskich, rozwój empatii, kształtowanie się pozytywnego stosunku do szkoły itd.

Skuteczność edukacyjną tutoringu rówieśniczego wyjaśnia autorytet w zakresie psychologii rozwojowej H.R. Schaffer (2012, rozdział 7) przez pryzmat nowego odczytania ustaleń L.S. Wygotskiego w zakresie dopasowania procesu uczenia się do strefy najbliższego rozwoju dziecka³⁵. Schaffer podkreśla korzyści edukacyjne wynikające z aktywnego i samodzielnego dążenia dzieci do rozumienia świata. Powołując się na ustalenia D. Rogoff'a,³⁶ omawia efekty edukacyjne współpracy dziecka – tutora

ograniczenia w dopasowaniu procesu uczenia się do możliwości umysłowych dzieci. Wynikają one ze słabej orientacji dorosłych w procesie uczenia się dzieci. Dlatego dorośli: a) skłonni są do przekazywania dziecku wiedzy gotowej (do zapamiętania), gdy mają kłopoty z dostosowaniem się do ich poziomu rozumowania, b) uważają, że wszystkiego, co mieści się w szkolnej edukacji, muszą sami nauczyć, c) kierując procesem uczenia się dziecka, formułują polecenia, wyjaśnienia oraz instrukcje w konwencji „dorośli” i denerwują się, gdy dziecko z nich nie potrafi korzystać.

³⁴Zainteresowani nimi Czytelnicy znajdą je w cytowanych już rozprawach: Wood (1995), Kalkowski (1995), Topping (2005, 2011), Hott i in. (2012).

³⁵Odczytanie ustaleń Wygotskiego przez pryzmat konstruktywizmu społecznego podaje H.R. Schaffer w cytowanej już publikacji *Psychologia dziecka...* rozdział *Dziecko jako praktykant: Wygotskiego społeczno-poznawcza teoria rozwoju*. Trzeba tu dodać, że cenione po dziś dzień rozprawy L.S. Wygotskiego zawierające ustalenia naukowe dotyczące korzystnych **relacji pomiędzy rozwojem a nauczaniem i dopasowania procesu uczenia do strefy najbliższego rozwoju** są datowane na lata 30. ubiegłego stulecia (por. Przedmowa E. Franusa do dzieła *L.S. Wygotski, Wybrane prace psychologiczne*, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 1971).

³⁶B. Rogoff (1990) *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*, New York: Oxford University Press). Rogoff radzi (cytuję za H.R. Schaffera *Psychologia dziecka...* s. 230), aby w relacjach tutor i uczące się dziecko przestrzegane były następujące zasady: a) Tutorzy mają za zadanie zbudować jakiś pomost, niwelujący rozstęp pomiędzy aktualną wiedzą i umiejętnościami dziecka a wymaganiami nowego zadania; b) Udzielając uczącemu się dziecku wskazówek i pomocy w kontekście podejmowanych przez nie działań, tutorzy budują rusztowanie wspiera-

i dziecka – małego ucznia.

Słabością tutoringu są kłopoty w dobieraniu dzieci w pary z uwzględnieniem ich wiadomości i umiejętności oraz kompetencji społecznych i emocjonalnych. Zdarza się więc, że:

- dziecko – tutor:
 - a) słabo rozumie sens zadania i narzuca swojemu uczniowi wadliwy sposób rozwiązania zadania;
 - b) chcąc się popisać swoją wiedzą i umiejętnościami, skutecznie zniechęca małego ucznia do samodzielnej aktywności;
 - c) wyręcza swojego ucznia w wykonaniu zadania, zakładając z góry, że on sobie z tym nie poradzi.
- dziecko – mały uczeń:
 - a) przejmuje rolę dziecka – tutora i rozwiązuje zadanie, wykazując się odpowiednią wiedzą i umiejętnościami;
 - b) zamiast wspólnie z tutorem zajmować się rozwiązaniem zadania, okazuje mu jawną wrogość.

Przyczyną niepowodzeń może też być zadanie, którym zajmują się dzieci w ramach rówieśniczego tutoringu. Nie wszystkie zadania można przecież realizować w ramach współpracy rówieśniczej. Gdy tutoring rówieśniczy jest organizowany w ramach edukacji przedszkolnej i szkolnej, wówczas przyczyną niskiej efektywności może być nadmierna kontrola nauczyciela paraliżująca przebieg współpracy między tutorem – dzieckiem i jego małym uczniem.

5.1. Argumenty przemawiające za tym, aby wyniki przeprowadzonych badań spożytkować w organizowaniu edukacji w formie tutoringu rówieśniczego

Zacznę od tego, że zdecydowana większość badań nad złożonością psychologiczną i pedagogiczną tutoringu rówieśniczego była realizowa-

jące je w rozwiązywaniu problemów; c) Mimo iż dziecko ma do czynienia z rzeczami przekraczającymi początkowo jego możliwości, działania tutora sprawiają, że aktywnie działa ono w kierunku rozwiązywania problemu i przyczynia się do pomyślnego ukończenia zadania; d) Skuteczny instruktaż polega na przenoszeniu odpowiedzialności z tutora na uczące się dziecko.

na z udziałem starszych uczniów³⁷. Ze względu specyfikę uczenia się i możliwości umysłowe dzieci w wieku przedszkolnym wniosków z tych badań nie można przenosić bezpośrednio do edukacji przedszkolaków. Natomiast w badaniach przedstawionych w tym artykule uczestniczyły dzieci w wieku przedszkolnym, a to pozwala na bezpośrednie przeniesienie wyników tych badań do edukacji przedszkolnej. Dotyczy to także wspomagania dzieci w coraz lepszej orientacji przestrzennej, gdyż w pedagogice i w psychologii rzadko zajmowano się tym obszarem rozwoju i edukacji dzieci³⁸. Oto ważniejsze argumenty uzasadniające te wnioski.

5.1.1. Zbieżność funkcjonowania dzieci w tutoringach rówieśniczym i w eksperymencie, wiodącej metodzie moich badań

Z analizy funkcjonowania dzieci wynika, że:

- tak jak w tutoringach, tak i w eksperymencie dzieci współpracowały w parach (tutorem było dziecko rysownik, a małym uczniem było dziecko budowniczy) nad wykonaniem zadania;
- w eksperymencie, podobnie jak w tutoringach, dzieci pełniące rolę tutorów troszczyły się (w mniejszym lub większym stopniu) o to, aby ich partnerzy mogli dobrze wykonać zadanie, wykazując się sporą empatią;
- współpraca dzieci w eksperymencie tak jak w tutoringach, była nasyconą procesem wspólnego uczenia się (w drugiej próbie eksperymentu dzieci dążyły do większej precyzji w kodowaniu i dekodowaniu informacji i troszczyły się o to, aby konstruowana budowla była maksymalnie podobna do wzorcowej);
- w miarę trwania eksperymentu podobnie, jak w tutoringach, dzieci porozumiewały się coraz precyzyjniej (poprzez kodowanie i dekodowanie informacji, a w drugiej próbie w niewerbalny i werbalny sposób).

³⁷Przegląd ważniejszych badań i wdrożeń podają A. Fijałkowski (2009), M. Sławińska (2015) i in.

³⁸O dziecięcej orientacji wypowiedzieli się J. Piaget i B. Inhelder (1967), Tuan Yi-Fu (1987), A. Szemińska (1991), a model rozwoju orientacji przestrzennej u dzieci przedszkolnych opisała E. Gruszczyk-Kolczyńska (2015, s. 25–41).

Zbieżność ta uzasadnia tezę, że **można bezpośrednio korzystać z wyników zrealizowanych badań w organizowaniu wspomagania rozwoju umysłowego dzieci wraz z edukacją matematyczną w konwencji tutoringów rówieśniczego, a więc w sytuacjach wspólnego uczenia się.**

5.1.2. Zastosowanie wyników przedstawionych badań w kształtowaniu coraz lepszej orientacji przestrzennej u dzieci

Zacznę od tego, że psychologowie i pedagodzy rzadko prowadzą badania dotyczące kształtowania się u dzieci orientacji przestrzennej. Stąd nader skromnie przedstawia się ten obszar wiedzy.³⁹ Tymczasem dobra orientacja przestrzenna jest dla dzieci swego rodzaju przepustką do zgodnego funkcjonowania społecznego. Wszak każdego dnia o każdej porze zaspakajają swoje potrzeby życiowe i poznawcze we wspólnym otoczeniu, działając z innymi dziećmi i dorosłymi. Od dobrej orientacji przestrzennej i precyzji porozumiewania się odnośnie tego, co znajduje się w otoczeniu, a także od wyobraźni przestrzennej zależą też osiągnięcia dzieci w geometrii oraz w innych zakresach edukacji matematycznej.

Do skutecznego wspomagania dzieci w coraz precyzyjniejszej orientacji przestrzennej potrzebna jest też wiedza o tym, jakie są ich możliwości i ograniczenia w zakresie wspólnego działania w trójwymiarowej przestrzeni. Tę dotąd skromną wiedzę wzbogacają wyniki badań przedstawione w części czwartej tego artykułu⁴⁰. Ponieważ Czytelnik może z łatwością wrócić do tych ustaleń, przypomnę tylko ważniejsze z nich:

- Ustaliłam, że 74 na 86 badanych dzieci w 5. i 6. roku życia potrafi samodzielnie skonstruować skomplikowaną budowlę według słownej instrukcji osoby dorosłej. Można uzyskać jeszcze lepszy wynik, jeżeli nauczyciel uzupełni słowne informacje sugestywnymi gestami i ruchami rąk, które pomogą dzieciom wizualizować kształt budowli.

³⁹Podkreśla to E. Gruszczyk-Kolczyńska (2014) autorka modelu kształtowania się u dzieci przedszkolnych kompetencji sprzyjających coraz lepszej orientacji przestrzennej.

⁴⁰Ich rozwinięcie i pogłębienie znajduje się w cytowanej już wielokrotnie monografii R. Zemanova (2015), *Jak děti předškolního věku rozumí prostor. . .*

- W kierowaniu procesem uczenia się dzieci, nie tylko w formie tutoringingu rówieśniczego, istotne znaczenie ma nauczycielski wgląd w procesy intelektualne dzieci ujawniane w działaniu i towarzyszących wypowiedziach. Z przeprowadzonych badań wynika, że i w działaniu, i w wypowiedziach dzieci ujawnia się charakterystyczne przechodzenie od konceptu do procesu i odwrotnie. Dotyczy to zarówno działalności każdego dziecka oddzielnie, jak i współpracy dzieci w trakcie rozwiązywania problemów. Dostrzeżenie tej zbieżności pomoże nauczycielom porozumiewać się z dziećmi odnośnie płynnego przechodzenia z procesu do konceptu i odwrotnie w trakcie kierowania edukacją matematyczną dzieci. Jest to szczególnie ważne we wspomaganiu dzieci w coraz lepszej orientacji przestrzennej.
- Większość starszych przedszkolaków potrafi, mniej lub bardziej trafnie, przedstawić istotne cechy budowli skonstruowanej z klocków sześciennych na rysunku (graficzne kodowanie) z intencją, aby inne dziecko mogło według tego rysunku skonstruować adekwatną budowlę. Ponieważ znane są kłopoty dzieci w ujmowaniu zależności przestrzennych pomiędzy częściami budowli i w kodowaniu ich, można i trzeba im w tym pomóc. Na przykład poprzez to, że:
 - dzieci konstruują wzorcową budowlę na planszy z siecią kwadratową z klocków sześciennych o wielkości pasującej do oczek tej sieci;
 - nauczyciel przestrzega stopniowania trudności: najpierw dzieci zajmują się budowlą o jednej kondygnacji, a potem budowlami dwukondygnacyjnymi.

Zaręczam, że po nabraniu wprawy, dzieci mogą zajmować się jeszcze bardziej skomplikowanymi budowlami.

- W organizowaniu edukacji w konwencji tutoringingu rówieśniczego znaczące są ustalenia dotyczące zdolności starszych przedszkolaków do krytycznego analizowania własnej aktywności w sytuacjach wspólnego uczenia się. Na podstawie analizy rysunków wykonanych przez dzieci w pierwszej i drugiej próbie eksperymentu stwierdziłam, że taką zdolnością wykazała się zdecydowana większość przedszkolaków biorących udział w badaniach.

- Dla organizowania edukacji z zastosowaniem tutoringu rówieśniczego ważne są też ustalenia dotyczące dziecięcych strategii zachowania się w sytuacji, gdy pojawia się przeszkoda (trudność) w rozwiązaniu problemu (także wykonania zadania)⁴¹. Nauczyciel decydujący się na stosowanie tutoringu rówieśniczego musi koniecznie ustalić, które dzieci preferują strategię rezygnacji z pokonywania trudności w trakcie rozwiązywania problemu (zadania). Dzieci te nie mogą być tutorami. Z moich doświadczeń wynika, że dzieci, które same preferują strategię pokonywania trudności, potrafią motywować swoich małych uczniów do radzenia sobie z trudnościami.
- Do rozwinięcia empatii, ważnej w tutoringu rówieśniczym, przyczyni się zapewne wcześniejsze zorganizowanie serii prościutkich zadań konstrukcyjnych realizowanych przez dzieci przemiennie w parach. Na przykład, dzieci są odwrócone plecami do siebie, mają do dyspozycji po 4 kolorowe klocki, które trzeba ułożyć w odpowiedni sposób na planszach z siecią kwadratową. Dziecko będące tutorem w tym prościutkim zadaniu układa klocki na swojej planszy i przekazuje drugiemu dziecku, na zasadzie rozmowy telefonicznej, jak ma układać klocki na swojej planszy z siecią kwadratową. Potem następuje zmiana ról w realizowaniu tego samego zadania. Po takich doświadczeniach dzieci zdecydowanie lepiej orientują się, jak przekazywać sobie znaczące informacje i jak je wykorzystywać do realizacji zadań.

Na koniec jeszcze jeden argument przemawiający za tym, aby we wspomaganii dzieci w coraz precyzyjniejszej orientacji przestrzennej stosować tutoring rówieśniczy. Chodzi o to, że dorosłym trudno porozumiewać się z dziećmi odnośnie działalności we wspólnej przestrzeni.

⁴¹Trzeba bowiem pamiętać, że w edukacji przedszkolnej i szkolnej głównym źródłem doświadczeń logicznych i matematycznych gromadzonych przez dzieci jest rozwiązywanie specjalnie dobranych zadań. Każde takie zadanie jest dla dzieci sytuacją trudną, a jego rozwiązanie jest jednocześnie pokonaniem trudności. Dzieci, które preferują strategię rezygnacji z pokonywania trudności w trakcie rozwiązywania problemu, a więc także wykonania zadania, nie gromadzą doświadczeń logicznych i matematycznych dzięki którym ich umysł może doskonalić schematy intelektualne, w tym także wiadomości i umiejętności matematyczne. Kwestie te omawia E. Gruszczyk-Kolczyńska (2013, rozdział 5).

Dotyczy to głównie dzieci przedszkolnych. Zwracając się do nich, dorośli używają sformułowań, nie bacząc, że dzieci mogą ich nie zrozumieć. Na przykład:⁴²

- stosują określenia: *na lewo, z lewej strony, po prawej stronie, na prawo od* itd. Umyka im, że różnicowanie lewej i prawej strony wiąże się z kształtowaniem lateralizacji. Dlatego tylko niektóre starsze przedszkolaki (te o silniej zaznaczonej dominacji stronnej), z wielkim trudem różnicują stronę lewą od prawej. Pozostałe dzieci, zwyczajnie nie pojmują takich sformułowań;
- nakazują dziecku, np. *Narysuj kropkę w górnej części kartki*, mimo że patrząc na górną krawędź kartki, dziecko widzi ją nadal przed sobą, a słowo *w górze* odnosi się do tego, co jest nad jego głową. Jeżeli dziecko nie potrafi wykonać takiego polecenia, dorośli interpretują to jako przejaw niskiej sprawności umysłowej;
- polecają dziecku *odkręć kran zgodnie z ruchem wskazówek zegara*⁴³, nie bacząc na to, że zrozumienie takiego polecenia jest trudne nawet dla wielu dorosłych, itd. Można mnożyć przykłady tego typu.

Uniknie się takich i innych nieporozumień, gdy w kształtowaniu lepszej orientacji przestrzennej nauczyciel skorzysta z tutoringu rówieśniczego. Dzieci, porozumiewając się ze sobą, nie popełniają podobnych błędów.

Dodam, że w trakcie realizowania w edukacji tutoringu rówieśniczego nauczyciel ma aż nadto okazji do obserwowania wspólnej działalności dzieci i wsluchania się w ich porozumiewanie się. Takie doświadczenia pomogą mu lepiej dostosować się do poziomu dzieci w trakcie wspomagania ich w rozwoju umysłowym wraz z edukacją matematyczną, nie tylko w obszarze orientacji przestrzennej.

⁴²Więcej informacji podaje E. Gruszczyk-Kolczyńska (2014, s. 25–41).

⁴³Trzeba dobrze orientować się na tarczy zegarowej tak, aby mieć świadomość, jak kręcić się wskazówki zegara, ale to z trudem wystarczy do tego aby np. odkręcić kran.

Literatura

- E h l y S.W., L a r s e n S.C.: 1976, *Peer Tutoring to Individualize Instruction*, The Elementary School Journal 76(8).
- D i e n e s Z.: 1960, *Building Up Mathematics*, Hutchinson educational, London.
- D o l e ż a l J.: 2014, *Deskryptivní geometrie pro FAST*, dostępne z <http://mdg.vsb.cz/jdolezal/DgFAST/DgFAST.html>.
- E r d n i j e v P.M.: 1978, *Prepodavanje matematiky v škole* Prosvěščenije, Moskva.
- F i j a ł k o w s k i A.: 2009, *Z dziejów myślenia o tutoring: krótki zarys historii indywidualnego kształcenia i wychowania*, Kwartalnik Pedagogiczny 2(212).
- F i s c h b e i n E.: 1999, *Intuitions and schemata in mathematical reasoning*, Educational Studies in Mathematics, Vol. 38, Issue 1.
- F r e u d e n t h a l H.: 1973, *Mathematics as an educational task*, Seidel, Dordrecht.
- F u l k B.M., K i n g K.: 2001, *Classwide Peer Tutoring at Work*, Teaching Exceptional Children 34(2), 49–53.
<http://dx.doi.org/10.1177/004005990103400207>
- G e r r i g R.: 1991, *Text comprehension*, in: *The psychology of human thought* (Eds.) R. J. Sternberg, E. E. Smith, Cambridge University Press, Cambridge.
- G r a y E., T a l l D.: 1994, *Duality, ambiguity and flexibility: A proceptual view of simple arithmetic*, in: *Journal for Research in Mathematics Education* Vol 25, No 2.
- G r e e w o o d C.: 1997, *Classwide Peer Tutoring. Behavior and Social Issues*, 7(1), <http://dx.doi.org/10.5210/bsi.v7i1.299>
- G r u s z c z y k-K o l c z y ń s k a E.: 2013, *Dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się matematyki. Przyczyny, diagnoza, zajęcia korekcyjno-wyrównawcze*, WSiP, Warszawa.
- G r u s z c z y k-K o l c z y ń s k a E.: 2011, *Dlaczego warto i trzeba korzystać z małych pomocników w edukacji przedszkolnej*, Bliżej Przedszkola nr 113, seria *Krótkie wykłady o dobrym wychowaniu*.

- Gruszczyk-Kolczyńska E.: 2011a, *O rozwijaniu zdolności do uczenia się dzieci*, Blżej Przedszkola nr 114, część II, Blżej Przedszkola nr 115 i część III Blżej Przedszkola nr 116, seria *Krótkie wykłady o dobrym wychowaniu*.
- Gruszczyk-Kolczyńska E.: 2014, *Kształtowanie orientacji przestrzennej u starszych przedszkolaków. Podstawy teoretyczne, cele i treści kształcenia, zabawy, ćwiczenie i sytuacja zadaniowe*, w: *Starsze przedszkolaki. Jak skutecznie je wychowywać i kształcić w domu, i w przedszkolu*, E. Gruszczyk-Kolczyńska (red.), Wydawnictwo CEBP, Kraków.
- Hejný M.: 1992, *Method – an overview*, in: *Acta Didactica Universitatis Comenianae, Mathematics*, Issue 1.
- Hejný M.: 2000, *Budování geometrických proceptů. 7. Setkání učitelů matematiky*, JČMF, Mariánské Lázně.
- Hejný M., Kuřina F.: 2001, *Dítě, škola, matematika*, Portál, Praha.
- Hejný M.: 2012, *Exploring the Cognitive Dimension of Teaching Mathematics through Scheme-oriented Approach to Education*, *Orbis Scholae* vol. 6, No. 2.
- Hejný M.: 2014, *Vyučování matematice orientované na budování schémat: aritmetika 1. stupně*, Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Praha.
- Hott B., Walker J., Sahni J.: 2012, *Peer Tutoring*, in: *Council of Learning Disabilities*, Pobrane 7 września 2014, z: <http://www.council-for-learning-disabilities.org/publications/infosheets/peer-tutoring>
- Jírotková D.: 2012, *Cesty ke zkvalitňování výuky geometrie*, Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Praha.
- Kalkowski P.: 1995, *Peer and Cross-Age Tutoring. School Improvement Research Series*, Pobrane 29 grudnia 2014, z: <http://educationnorthwest.org/sites/default/files/PeerandCross-AgeTutoring.pdf>
- Kalmykova Z.I.: 1975, *Metodika diagnostiki obuczajemostii szkolnikov na materiale fizyki. Obuczajemost w principy postrojenija metodow jejo diagnostiki*, w: *Problema diagnostiki umstwiennowo razwitja uczaszczichsja*, Moskwa.

- L u q u e t G.H.: 1927, *Le Dessin enfantin*, Paris, Alcan.
- P i a g e t J., I n h e l d e r B.: 1966, *La psychologie de l'enfant*, Presses Universitaires de France, Paris.
- P i a g e t J., I n h e l d e r B.: 1967, *Obraz przestrzenny a „intuicja geometryczna”*, w: P. Oléron, J. Piaget, B. Inhelder, P. Gréco, Inteligencja, PWN, Warszawa (*Traité de Psychologie Expérimentale. Fascicule VII: L'Intelligence*, Presses Ubnivesitaires de France, Paris 1963).
- P i j o a n J.: 1931, *Summa Artis – historia general del arte*, Espasa – Calpe, Madrid.
- R o o g o f f B.: 1990, *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development*, in Social Context, New York, Oxford University Press.
- S c h a f f e r H. R.: 2012, *Psychologia dziecka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- S z e m i ń s k a A.: 1991, *Rozwój pojęć geometrycznych u dzieci*, w: *Nauczanie początkowe matematyki. Podręcznik dla nauczyciela*, Z. Semadeni (red.), WSiP, Warszawa.
- S ł a w i ń s k a M.: 2015, *Tutoring rówieśniczy w edukacji, czyli jak uczniowie uczą się od siebie wzajemnie i co z tego wynika*, Forum Oświatowe 27(2), s. 41–56, Retrieved from <http://forumoswiatowe.pl/index.php/czasopismo/article/view/311>
- T o p p i n g K. J.: 2005, *Trends in Peer Learning* Educational Psychology 25(6), p. 631–645. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410500345172>
- T o p p i n g K.: 2011, *Tutoring, czyli wzajemne wspieranie się w nauce*, CODN, Warszawa. Pobrane 21.V.2012,z: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/Educational_Practices/EdPractices_5pol.pdf
- T u a n Y i - F u: 1987, *Przestrzeń i miejsce*, Wydawnictwo PIW, Warszawa.
- W y g o t s k i L.S.: 1971, *Wybrane prace psychologiczne*, Wydawnictwo PWN, Warszawa.

Z e m a n o v a R.: (2014), *Didactic Empathy of Elementary Mathematics Teachers*, Acta mathematica 17, Fakulta prírodných vied, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Nitra.

Z e m a n o v a R., S l e z á k o v á J.: 2014, *Child – Child communication for Reinforcement of Amalgamation Transfer*, in: *Children's Mathematical Education 2014*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów.

Z e m a n o v a R.: 2015, *Jak děti předškolního věku rozumí prostoru*, Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, Ostrava.

How do pre-school children understand space? Research Focused on Utilization of Paired-Tutoring in Math Preprimary Education

Summary

In this article, achieved results of an analysis of understanding the stereometry in a preprimary education are presented. Particularly, these results are based on an imagination and solving problems in the three-dimensional space where observed children were 5–6 years old. As constraints of possibilities of children, following parts can be considered:

- a building of cubic structures similar to their original by cubic blocks;
- a graphic coding of features of a reference structure; a reading, respectively a decoding, of information during a construction of a new building, similar to an original;
- a verification of a compliance of a constructed structure and a comparison with its original;
- a verbal and non-verbal communication during creative and reproductive activities in a construction of buildings made by cubic blocks.

In the first part of the article, theoretical conclusions of the realized research are presented. As the second part, research tools and an experiment based on examined persons are proposed. The following third part includes a discussion of variables in the frame of the research. According to these variables, seven thematic blocks are organized and their achieved results are included into particular recommendations of the paired-tutoring. The applied paired-tutoring with characteristics and arguments for possibilities of their application in the preprimary education classes are described. Further extensions of this educational concept can be seen in a monography: Zemanova, R.: 2015, *How children in preschooler understand space*, Faculty of Education, University of Ostrava.