

**Aneta Gop**

Centrum Nauki Kopernik

ORCID: 0000-0002-7808-0835

Joanna Skrzypowska

Centrum Nauki Kopernik

ORCID: 0000-0003-0927-3227

Zajęcia przedszkolne z wykorzystaniem eksperymentu i dostępność poznawcza zagadnień naukowych¹

Artykuł porusza zagadnienie eksperymentowania dzieci w wieku przedszkolnym, zarówno w wymiarze behawioralnym (tj. zachowań związanych z eksperymentowaniem), jak i poznawczym (tj. rozumieniem zagadnień fizyczno-biologiczno-chemicznych) podczas dedykowanych zajęć eksperymentalnych w przedszkolu. Artykuł wykorzystuje serię danych (nagrań, narracji i rysunków) zebranych od jednej grupy dzieci w wieku przedszkolnym (6 lat) podczas czterech zajęć z wykorzystaniem specjalnie zaprojektowanych eksperymentów.

Zebrane dane pozwoliły uzyskać holistyczny obraz eksperymentalnych praktyk edukacyjnych. Wyniki wskazują, że dobrze zaprojektowana struktura zajęć z wykorzystaniem doświadczeń oraz adekwatne wsparcie (*scaffolding*) nauczycielki umożliwiają dzieciom zrozumienie i zapamiętanie wielu zagadnień naukowych.

Słowa kluczowe: pedagogika przedszkolna, eksperyment, rysunek, wychowanie przedszkolne, edukacja

Pre-school activities with using experiment and cognitive availability of science issues

The article addresses the issue of preschool children's experimentation, both behaviorally (i.e., experimentation-related behavior) and cognitively (i.e., understanding of physical-biologi-

¹ Informacja o źródle finansowania: Badanie było współfinansowane przez Moje Bambino Sp. z o.o. Jesteśmy wdzięczne personelowi oraz rodzicom z przedszkola w miejscowości A. za umożliwienie przeprowadzenia badania oraz dzieciom za uczestniczenie w nim.

cal-chemical issues) during dedicated experimental classes in kindergarten. The article uses a series of data (recordings, narratives and drawings) collected from one group of preschool children (6 years old) during four classes using specially designed experiments. The collected data provided a holistic picture of the experimental educational practices. The results indicate that a well-designed structure of lessons using experiments and adequate support (scaffolding) from the teacher enable children to understand and remember many scientific topics.

Keywords: preschool pedagogy, experiment, drawing, preschool education, education

Możliwości rozumowania naukowego we wczesnym dzieciństwie

Dzieci w wieku przedszkolnym mają intuicyjne i zaawansowane teorie, dotyczące funkcjonowania świata w aspektach fizycznym, biologicznym, psychologicznym i społecznym, co pokazują badania Allison Gopnik (2012). Przyglądając się warunkującym myślenie naukowe właściwościom poznawczym dzieci w wieku przedszkolnym, należy zwrócić uwagę na dwie istotne kwestie. Pierwszą jest wydolność pamięci roboczej (ang. *working memory capacity*) dzieci, która sprawia m.in., że przechowywanie i przetwarzanie tymczasowej informacji czy wykonywanie skomplikowanych zadań poznawczych może być ograniczone. Drugą istotną właściwością jest zdolność do wyhamowania procesów poznawczych (ang. *children's inhibition ability*), która sprawia, że dzieci mogą nie być w stanie odroczyć automatycznie pojawiającej się intuicji (Houdé, 2000; 2019, cyt. za: Edelsbrunner i in., 2022, s. 596). Ma to swoje konsekwencje m.in. w zakresie stawiania hipotez i skuteczności przewidywania przyczynowo-skutkowego.

Badania z udziałem dzieci w wieku od 4 do 6 lat wskazują, że poprawnie stawiają one hipotezy oraz wykorzystują rozpoznane wcześniej wzorce danych do generowania wniosków (por. Köksal-Tuncer i Sodian, 2018, cyt. za: Hardy i in., 2021). Jaenette Piekny i Klaudia Mähler w badaniach przeprowadzonych w 2013 oraz 2014 roku wraz z Dietmarem Grubem udowodnili, że dzieci w wieku przedszkolnym potrafią na podstawie danych empirycznych postawić przynajmniej jedną hipotezę, a także oceniać dowody i wnioski całkowicie lub częściowo poprawnie. Co istotne, w badaniach dowiedziono, że dzieci w wieku 4–6 lat były również w stanie w sposób systematyczny testować hipotezy oraz przedstawić dowody błędnego twierdzenia przyczynowo-skutkowego (Köksal-Tuncer i Sodian, 2018, cyt. za: Hardy i in., 2021).

Dzieci w wieku przedszkolnym mają potencjał do rozwijania myślenia badawczego, jednak zwykłe zajęcia przedszkolne mogą nie dawać możliwości przeprowadzania doświadczeń w zaplanowany, systematyczny i badawczy sposób (Poddiakov, 2011). W podstawie programowej wychowania przedszkolnego

(MEN, 2017) ujęto te aspekty rozwoju poznawczego, które powinny być rozwinięte na takim poziomie, by podjąć efektywną naukę w szkole. Dzieci kończące edukację przedszkolną powinny zatem posługiwać się „pojęciami dotyczącymi zjawisk przyrodniczych, np. tęcza, deszcz, burza, opadanie liści z drzew, sezonowa wędrówka ptaków, kwitnienie drzew, zamarzanie wody, dotyczącymi życia zwierząt, roślin, ludzi w środowisku przyrodniczym, korzystania z dóbr przyrody, np. grzybów, owoców, ziół” (MEN, 2017, s. 9). Wiele z tych zjawisk można, zdaniem autorek, przybliżyć i wyjaśnić dzieciom za pomocą eksperymentu.

Jednym z argumentów przemawiających za tym, żeby wpłatać zajęcia naukowe (rozumiane jako *science*) w program zajęć przedszkolnych, jest możliwość wczesnego zapoznania dzieci z pojęciami naukowymi, co może pozytywnie wpłynąć na rozwój naukowych konceptów (ang. *scientific concepts*) i stymulować rozwój myślenia naukowego dotyczącego zarówno prostych związków przyczynowo-skutkowych istniejących w świecie roślin i zwierząt, jak i prostych procesów fizykochemicznych (Andersson i Gullberg, 2014).

Zajęcia naukowe powinny się odbywać z dużym i rozważnym wsparciem nauczyciela czy nauczycielki. Niezwykle istotne na tym etapie edukacyjnym wydaje się m.in. „budowanie rusztowania” (ang. *scaffolding*) polegające na stosowaniu wskazówek adaptacyjnych i optymalnym modelowaniu odpowiedzi dzieci, choć nie tylko. Główne zasady pedagogiczne, którymi powinien się kierować nauczyciel chcący wspierać rozwój myślenia naukowego, to: (1) zapewnienie optymalnej równowagi między wiedzą i rozwojem dorosłego i dziecka, (2) stworzenie środowiska, które sprzyja rozwojowi dziecka, (3) wspieranie stawiania hipotez i ich testowania oraz (4) zachęcenie do kreatywnego eksperymentowania z nowym materiałem do nauki (Poddiakov, 2011).

Zastosowane metody i procedury badawcze

Przeprowadzone badanie było badaniem jakościowym, zrealizowanym w przedszkolu publicznym w miejscowości A² w okresie kwiecień–czerwiec 2022 roku. Dzieci biorące udział w badaniu uczęszczały do ostatniej grupy przedszkolnej (grupa głównie dzieci sześcioletnich) i miały uprzednie doświadczenie w eksperymentowaniu, z uwagi na fakt, że ich wychowawczynie przeprowadzała z nimi regularnie doświadczenia w ramach działania w Klubie Młodego Odkrywcy (KMO). Każdy z rodziców dzieci biorących udział w badaniu wyraził pisemną zgodę na badanie.

² Dane dotyczące miejscowości i samego przedszkola zostały zanonimizowane.

Nauczycielka dostała materiały niezbędne do przeprowadzenia doświadczenia (np. pipety, tryskawki, moździerze) oraz karty z opisami etapów jego realizacji wyjaśniające czynności i zjawiska towarzyszące przebiegowi zadania. Czas realizacji doświadczenia, sposób wspierania grupy i realizacja doświadczenia (np. dzielenie na grupy, pokaz) nie były narzucone i pozostawały w gestii nauczycielki.

Procedura badania składała się z dwóch etapów. W pierwszym kroku nauczycielka została poproszona o zrealizowanie łącznie czterech zajęć z wykorzystaniem eksperymentu. Zajęcia odbywały się w odstępie około dwóch, trzech tygodni. Podczas zajęć obecni byli badacze z Centrum Nauki Kopernik, którzy nagrywali zajęcia (nagranie audio-wideo). W drugim kroku, każdorazowo po około tygodniu/półtora tygodnia od zajęć z eksperymentem nauczycielka prosiła kilkoro dzieci (4–5 osób) o narysowanie rysunku, który przedstawiałby wykonane ostatnio doświadczenie. Rysowanie poprzedzone było rozmową, podczas której dzieci rozmawiały o eksperymencie.

W badaniu nie ingerowano w naturalnie występujące procesy, aby nie zaburzyć ich przebiegu. Pracujące wspólnie w grupie dzieci mogły, przykładowo, tworząc własny rysunek, patrzeć na rysunek kolegi czy koleżanki, czy naśladować podczas zajęć czynności, które wykonują inne dzieci. Dane z badania były analizowane na poziomie grupowym.

Dzieci w ramach zajęć zrealizowały cztery doświadczenia, najczęściej w co dwu-, trzytygodniowym odstępie. Ich szczegółowy opis zawiera tabela 1.

Tabela 1.

Opis doświadczeń realizowanych w ramach badania

Lp.	Nazwa doświadczenia	Opis zjawiska fizycznego
1.	<i>Zatrzymaj zimno</i>	Doświadczenie pokazuje, jak szybko topnieje lód w zależności od rodzaju podłoża, na którym się znajduje.
2.	<i>Liść pełen barwników</i>	Doświadczenie polega na rozdzieleniu części barwników obecnych w liściu za pomocą metody chromatografii cienkowsarstwowej.
3.	<i>Kwasomierz</i>	Doświadczenie polega na sprawdzaniu odczynu pH różnych gleb przy pomocy kwasomierzy (płytek ze skalą) i płynu Helliga (wskaźnika).
4.	<i>Barwy światła</i>	Doświadczenie pokazuje rozszczepienie światła przy użyciu siatki dyfrakcyjnej. Dzieci pracują z bańkami mydlanymi, diodami oraz światłem słonecznym.

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu postawiliśmy dwa główne pytania badawcze. Pierwszym pytaniem było pytanie o to, jakie są cechy zajęć z wykorzystaniem eksperymentu. Na zajęcia patrzyliśmy przez pryzmat czasu ich trwania oraz narracji prowadzonej przez nauczycielkę. Drugie pytanie badawcze brzmiało: w jaki sposób dzieci po zajęciach z wykorzystaniem eksperymentu rozumieją i pamiętają procesy i pojęcia biologiczne oraz fizykochemiczne?

Odpowiedzi na pierwsze z pytań szukałyśmy, analizując zachowania dzieci i dialogi, jakie toczyły z nauczycielką oraz z rówieśnikami; oraz czasy trwania poszczególnych elementów zajęć. Odpowiedzi na drugie z postawionych pytań szukałyśmy, wykorzystując analizę rysunków dzieci³. Ilustracje przedstawione w badaniach były dla nas inspiracją do tego, jak wykorzystać schematyczny rysunek jako wsparcie dzieci w rozumieniu i zapamiętywaniu zjawisk przyrodniczych.

Wszystkie zajęcia zostały nagrane, a następnie przetranskrybowane (tabela 2).

Tabela 2.

Ogólne informacje dotyczące transkrypcji

Nazwa doświadczenia	Ilość wyrazów w transkrypcji
<i>Zatrzymaj zimno</i>	2299
<i>Liść pełen barwników</i>	1944
<i>Kwasomierz</i>	2134
<i>Barwy światła</i>	5061

Źródło: opracowanie własne.

W dalszej kolejności nagrania zostały zakodowane przy zastosowaniu programu do analiz behawioralnych Observer^{XT} (Noldus) zgodnie z zasadami zawartymi w tabeli 3.

³ Użycie rysunku jest elementem metody projekcyjnej, którą można wykorzystać podczas prowadzenia badań społecznych. Rysunek jest także szczególnie bliską dzieciom formą ekspresji, a gdy jest uzupełniony komentarzem autora, może on jeszcze lepiej przybliżyć sposób rozumienia świata przez dzieci. Por. Łobocki, 2006.

Tabela 3.
Schemat kodowania zajęć

Etapy zajęć	Opis	Przykład (fragment)
<p>Wyjaśnianie (reakcje werbalne nauczycielki; interakcje werbalne nauczycielki i dzieci)</p>	<p>Wyjaśnianie, czyli wskazówki udzielane przez nauczycielkę niezbędne do prowadzenia doświadczeń, podsumowania, wyjaśniania</p>	<p>Doświadczenie pt. <i>Zatrzymaj zimno</i>: Nauczycielka: [...] Jaka temperatura musi być na zewnątrz, żeby lód topniał? Musi być ciepło czy zimno? Dziecko/dzieci: Ciepło. Nauczycielka: Czyli ustaliliśmy sobie, że lód zamarza, kiedy jest zimno, a topi się, kiedy jest ciepło, prawda? [...] Ale wiecie co, jest jeszcze coś takiego, można użyć różnych materiałów, żeby ten proces zamarzania albo topnienia na przykład spowolnić, czyli troszkę opóźnić. My sobie dzisiaj będziemy robić różne eksperymenty i będziemy obserwować, jak nasz lód, a dokładnie ludzik, bo to będzie lodowy ludzik, się zachowuje. Doświadczenie pt. <i>Liść pełen barwników</i>: Nauczycielka: Słuchajcie, co będziemy robić, to się zaraz dowiecie. Na razie pokażę wam na początek, jakie są tutaj nowe rzeczy. Niektóre znacie, przyrządy, narzędzia, a niektórych nie znacie. Na przykład, pewnie znacie to. Co to jest? Dziecko: Pipeta! Nauczycielka: No to znacie. A to znacie? Dziecko: Nie. Nauczycielka: [...] to się nazywa móździerz. Powtórzcie. Dzieci: Móździerz. Nauczycielka: Do czego służy? Dzieci: Do ugniatania. Doświadczenie pt. <i>Liść pełen barwników</i>: Nauczycielka: No dobrze, słuchajcie, to podsumujemy sobie te zajęcia, w których braлиście udział. Po co rozcieraliście te listki zielone? Dziecko: Żeby zrobić barwniki. Nauczycielka: Żeby wycisnąć z nich sok, tak. Jak nazywa się ten barwnik, który jest zielony? Dziecko: Chlorofil. Nauczycielka: Dlaczego jest najbardziej widoczny? Dlaczego liście są takie zielone? Dzieci: Bo mają chlorofil. [dodać inne wyjaśnienie, lepiej obrazujące]</p>

Przeprowadzanie doświadczenia – eksperymentowanie (reakcje niewerbalne – behawioralne)	Eksperymentowanie dzieci	[dzieci wykonują czynności związane z wykonaniem eksperymentu, np. przelewają, dotykają, wachają, obserwują itp.]
--	--------------------------	---

Źródło: opracowanie własne.

Struktura i cechy zajęć z wykorzystaniem eksperymentu

W pierwszej kolejności zakodowano materiał audiowizualny, kierując się dwiema cechami zajęć: a) czasem przeznaczonym na „czyste” eksperymentowanie dzieci, czyli wykonywanie doświadczenia, oraz b) czasem, który nauczycielka poświęcała na to, żeby wyjaśnić dzieciom sposób wykonania doświadczenia czy jego wynik. Dane dotyczące tej czynności klasyfikacyjnej zawiera tabela 4.

Tabela 4.

Czas poszczególnych aktywności w podziale na doświadczenia

Nazwa doświadczenia	Czas „czystego” eksperymentowania (w minutach i % ogólnego czasu zajęć)	Czas poświęcony na wyjaśnienie (w minutach i % ogólnego czasu zajęć)	Czas poświęcony na czynności związane z przygotowaniem materiałów, przestrzeni itp. (w minutach i % ogólnego czasu zajęć)	Całkowity czas trwania zarejestrowanych zajęć (w minutach i/albo w %)
<i>Zatrzymaj zimno</i>	26 (43%)	17 (28%)	17 (29%)	60 (100%)
<i>Kwasomierz</i>	31 (36%)	10 (11%)	43 (53%)	84 (100%)
<i>Liść pełen barwników</i>	38 (61%)	7 (11%)	17 (28%)	62 (100%)
<i>Barwy światła</i>	44 (53%)	17 (20%)	22 (27%)	83 (100%)
Średnie czasów	34,75 (48,25%)	12,75 (17,5%)	24,75 (34,25%)	72,25

Źródło: opracowanie własne.

Z danych tabelarycznych wynika, że procent czasu przeznaczony na eksperymentowanie⁴ jest większy niż czas przeznaczony na omówienie i wyjaśnienie słowne, co konsekwentnie powtarza się na każdych zajęciach. Obserwując czynności w czasie eksperymentowania dzieci, zauważono, że dzieci wykonują różnego rodzaju aktywności, które można zaklasyfikować do drugiej kategorii (kategoryzacja własna):

1. Czynności bezpośrednio związane z wykonaniem doświadczenia.
2. Czynności niezwiązane bezpośrednio z doświadczeniem (aczkolwiek eksperymentalne), które można podzielić na dwie kategorie:
 - A) Czynności związane z „zapoznawaniem się” z wykorzystywanymi w doświadczeniu materiałami, m.in. dotykanie, oglądanie, przedstawianie, przekręcanie, toczenie pudełeczka po biurku; tarcie pokrywką o pudełko; stukanie pudełkiem o biurko; toczenie lupy; napicie się wody wykorzystywanej do eksperymentu.
 - B) Rozmowy dzieci między sobą, towarzyszące im niemal cały czas, a nasilające się głównie wtedy, gdy nauczycielka objaśnia dzieciom doświadczenie lub instruuje, co należy po kolei zrobić, żeby uzyskać efekt doświadczenia. Poniższy przykład ilustruje przebieg zarejestrowanej rozmowy:

Nauczycielka: Uwaga, uwaga, oglądamy. Dotykamy, sprawdzamy, co to jest, porównujemy sobie.

Dziewczynka: Mogę powąchać?

Chłopiec: Brum, brum, bip, biiip.

Dziewczynka: To śmierdzi plasteliną.

Chłopiec: To śmierdzi slimem <slajmem>.

Dziewczynka: Ej, [nie] wąchajcie tego!

Badając strukturę i cechy zajęć, interesowało nas to, czy i w jaki sposób nauczycielka wspierała (ang. *scaffolding*) procesy myślenia naukowego. Analizując transkrypcje, wykorzystaliśmy klasyfikację Karen Lind (2005), która dzieli procesy myślenia naukowego na osiem podkategorii: 1) obserwacja, 2) porównywanie, 3) klasyfikowanie, 4) pomiar, 5) dedukcja (ang. *interring*), 6) przewidywanie, 7) komunikowanie, 8) stawianie hipotez. Realizacji tych kategorii szukałyśmy w ko-

⁴ Długość zajęć wynika z różnych czynników, m.in. z sekwencyjnego eksperymentowania, w którym jedna grupa dzieci obserwuje grupę wykonującą doświadczenie, po czym się zamieniają; z dodatkowych aktywności sugerowanych przez nauczycielkę, które są przedłużeniem eksperymentu (np. testowanie wielu rodzajów gleby) lub uzupełniają lukę czasową w oczekiwaniu na wynik doświadczenia.

munikatach językowych kierowanych do dzieci, a ich opis wraz z przykładami zamieściliśmy poniżej.

1. Obserwacja. Procesy obserwacyjne u dzieci odbywają się poprzez zaangażowanie wielu zmysłów, poza wzrokiem zaangażowane są także zmysły słuchu i dotyku. Wspieranie tego procesu na zajęciach odbywało się poprzez zwracanie uwagi dzieci na to, że w danej chwili powinny się przyglądać uważnie, co dzieje się z danym przedmiotem. Dzieci miały jednocześnie możliwość manipulacji obserwowanym obiektem. Do wspierania obserwacji nauczycielka wykorzystywała lupę. Przykład z realizacji doświadczenia pt. *Lodowy ludzik*:

Nauczycielka: Ciocia rozda wam lupy i obserwujemy, który z ludzików na materiale się roztopi.

Chłopiec: Mi się już trochę roztopił.

Nauczycielka: No to patrzymy, patrzymy.

Dziecko: Mi się zaraz roztopi!

Nauczycielka: Świetnie! No dobrze.

2. Porównywanie jest procesem wymagającym rozpoznawania podobieństw i różnic. Porównywanie na zajęciach następowało po uważnej obserwacji: dzieci były pytane o to, co widzą, a potem prośzone o opisywanie obiektów czy ich właściwości oraz o porównywanie ich ze sobą. Przykład z realizacji doświadczenia pt. *Lodowy ludzik*:

Nauczycielka: Mamy taki pojemniczek, tak, jaki on jest?

Dzieci: Ze styropianu!

Nauczycielka: Ze styropianu, z takiej pianki. On jest miękki czy twardy?

Jaki on jest?

Dzieci: Miękki!

Dziecko: Miętko-twardy.

Nauczycielka: Ciepły czy zimny? Jaki jest w dotyku? Dotknijcie.

Dziewczynka: Ciepły.

Chłopiec: Dla mnie to zimny!

Dziewczynka: Dla mnie ciepły!

Część dzieci: Ciepły!

Druga część dzieci: Zimny!

Nauczycielka: A teraz się zamieńcie materiałami, dobrze? W parze. A pudełeczko, które dostaliście. Jakie jest w dotyku? Jakie jest w dotyku pudełeczko?

Nauczycielka: A które jest cieplejsze?

Dziewczynka: Te!

Nauczycielka: Niech jedna osoba weźmie w rączkę, a później się zamieńcie. Jedna osoba trzyma dwie rzeczy w rączce, dobrze? Albo daj tę jedną rzecz koleżance – pokryweczkę, niech sobie sprawdzi.

3. Klasyfikowanie jest procesem grupowania i porównywania obiektów. Analizując nagrania i transkrypcje, odnotowałyśmy wypowiedzi wspierające porównywanie, jednak nie było ono częścią klasyfikacji, ponieważ nie zawierało elementów grupowania. Było to związane głównie z treścią zagadnień eksperymentów, które nie zakładały wzmocnienia tych czynności.
4. Pomiar, rozumiany jako mierzenie (robienie pomiarów) z zaangażowaniem liczb (liczenia), podobnie jak klasyfikowanie nie był wykorzystywany podczas zajęć. Odczytywanie liczb było aktywnością, która towarzyszyła zajęciom z wykorzystaniem kwasomierza, na którym dzieci odczytywały cyfrę wskazującą na pH gleby.
5. Dedukcja, czyli dokonywanie konkluzji w oparciu głównie o dane obserwacyjne. Dzieci dokonywały szeregu obserwacji, kategoryzowały je i nadawały im znaczenia. Przykład z realizacji doświadczenia pt. *Kwasomierz*:

Nauczycielka: Najpierw kładziemy sobie trochę gleby i uklepujemy, ale patyczkiem, nie paluszkami. A dlaczego nie uklepujemy paluszkami, kto mi powie?

Dziecko: Bo się ubrudzimy?

Nauczycielka: Też, dlaczego jeszcze?

Dziecko: Bo są zarazki?

Nauczycielka: Też, dlaczego jeszcze?

Nauczycielka: A polizcie paluszek swój.

Dziecko: Kwaśny.

Nauczycielka: Paluszek, pot też ma swoje pH, może być ono jakie? Lekko kwasowe. Jeśli paluszkami dotkniemy glebę, to co zrobimy? Zakwasimy ją i badanie nasze nie będzie czytelne.

6. Przewidywanie jest rozumiane jako proces, w którym dziecko wyraża stwierdzenie odnośnie do przyszłości, do tego, co się powinno według niego stać. Najczęściej bazuje na obserwacji oraz uprzednim (jeśli ma i pamięta) doświadczeniu i jest czymś więcej niż tylko zgadywaniem. Wspieranie przewidywania zatem jest równie istotne, co pozostałych

czynności towarzyszących poznaniu naukowemu (Lind, 2005). Przykład z realizacji doświadczenia pt. *Lodowy ludzik*:

Nauczycielka: No widzę, widzę, super! A powiedzcie mi, w zimę, dlaczego zakładamy kurtkę taką z materiału?

Chłopiec: Bo będzie zimno.

Nauczycielka: Bo na dworze jest zimno. A jak założymy właśnie taką kurtkę z materiału, z takiego grubego, piankowego, w czym byłoby nam cieplej? W takim materiale? Czy w jakiejś kurtce z papieru? Co by nas lepiej izolowało?

Chłopiec: W takim!

Nauczycielka: W takim! Bo taki materiał, gruby, lepiej izoluje, prawda? On słabo przewodzi temperaturę z zewnątrz, my zatrzymalibyśmy to ciepło, które mamy przy sobie, prawda? A taki materiał szybko by tę temperaturę z zewnątrz, prawda?

Chłopiec: Wziął!

Nauczycielka: Wziął! I co by z nami robił?

Dziewczynka: Zamroziłoby nas na śmierć.

Nauczycielka: Zamroziłoby nas, może nie na śmierć.

7. Komunikowanie, czyli zdolność opisywania zjawisk fizycznych. Komunikowanie, czyli mówienie o zjawiskach, pomaga dzieciom zinternalizować dokonywane obserwacje. W badaniu nauczycielka po tygodniu od zrealizowanych zajęć prosiła dzieci o narysowanie przebiegu doświadczenia i opowiedzenie o nim. Działanie to w założeniu ma wspomóc dziecku wejść na wyższy poziom myślenia, na którym będzie w stanie zauważać więcej powiązań, zależności (ang. *seeing the big picture*) (Lind, 2005). Przykład z realizacji doświadczenia pt. *Lodowy ludzik*.

Dziewczynka: Tutaj narysowałam, jak on był na szkle, był położony; tutaj głowa i nogi mu zniknęły, a tutaj już w ogóle nie było. A tutaj niżej [drugi warunek] było podobnie.

Nauczycielka: Na czym on leży?

Dziewczynka: Na gąbce. Tutaj on właśnie leży na... jest jeszcze cały, tutaj już troszkę znikł, bo nie ma nóg, a tutaj już go wcale nie było. [trzeci warunek] Tutaj był na kawałku pniu [pnia], tutaj był cały, a po jakiejś chwili, tutaj już połowa znikła. Tutaj na chustce [czwarty warunek] on był już troszkę roztopiony, a tu już go wcale nie było. A tutaj był on jeszcze położony [piąty warunek] na klocek, a po jakimś czasie, chwili, tutaj znikł.

Nauczycielka: Powiedz mi, na którym z przedmiotów on się najszybciej rozpuszczał?

Dziewczynka: Na lustrze.

Nauczycielka: Na lustrze, tak. A najwolniej?

Dziewczynka: Najwolniej na gąbce.

8. Proces stawiania hipotez i kontrolowania zmiennych obrazuje poniższy przykład z zajęć, na których przeprowadzono doświadczenie pt. *Rozszczepienie światła*:

Nauczycielka: A jak to się stało, że te kolory teraz widać? Dobrze, słuchajcie, czy ktoś ma jakiś pomysł? Jak to się stało, że kolory widzimy teraz na bańkach? Płyn biały, a jednak bańki są kolorowe. Jak to się dzieje, jaki macie pomysł? H.⁵?

Dziewczynka: Po prostu bańki mają kolory, a płyn nie.

Nauczycielka: Mhm, A.?

Dziewczynka: Dlatego, że bańki latają i są mokre i <niezrozumiałe>.

Nauczycielka: Taak? Ktoś ma jeszcze inny pomysł, Z.?

Dziewczynka: Światło dociera do bańki i wtedy są tęcze.

W interakcjach nauczycielki z dziećmi uwidacznia się wzorzec komunikacyjny, który wspomaga procesy myślenia naukowego u dzieci: nauczycielka często pytając dzieci, pozwalała im na swobodną wypowiedź, precyzowała wnioski dzieci oraz nie krytykowała (nie wyhamowywała) nieprawidłowych odpowiedzi czy hipotez dzieci. Częste stosowanie tego sposobu prowadzenia rozmowy z dziećmi jest działaniem stymulującym rozwój sprawności dociekania naukowego.

Rozumienie zjawisk. Analiza rysunków i narracji na ich temat

Sposób, w jaki dzieci przedstawiają rysowane przez siebie obiekty, wynika m.in. z fazy rozwojowej, w jakiej się znajdują. Można zauważyć za Jeanem Piagetem, że dzieci będące w przedoperacyjnym stadium rozwojowym (czyli między 2. a 7. r.ż.), zwracają uwagę na wyraziste właściwości przedmiotów, co jest nazywane centracją. Wedle Stefana Szumana i przytoczonej przez niego koncepcji faz rozwoju plastycznego dziecka, osoby do 12. r.ż. znajdują się w okresie schematycznym ideoplastyki. Wytwory dzieci między 5. a 7. r.ż. charakteryzuje szczególnie

⁵ Imiona dzieci zostały zanonimizowane.

wykorzystanie schematów uproszczonych (Szuman, 2003, s. 21–23). O rysunku dziecka przedszkolnego pisała także Rose Fleck-Bangert (2002, s. 47–48), która zaznacza m.in., że dziecko rysuje po to, aby informować, opowiadać o czymś i pozostawać zrozumianym. W różnych badaniach z analizą rysunków zauważalne są także różnice między obrazkami dziewcząt i chłopców. Dziewczynki bardziej skupiają się na dekorowaniu obrazków, natomiast chłopcy podkreślają dynamiczność i ruch (Popek, 1978; Trojanowska, 1988).

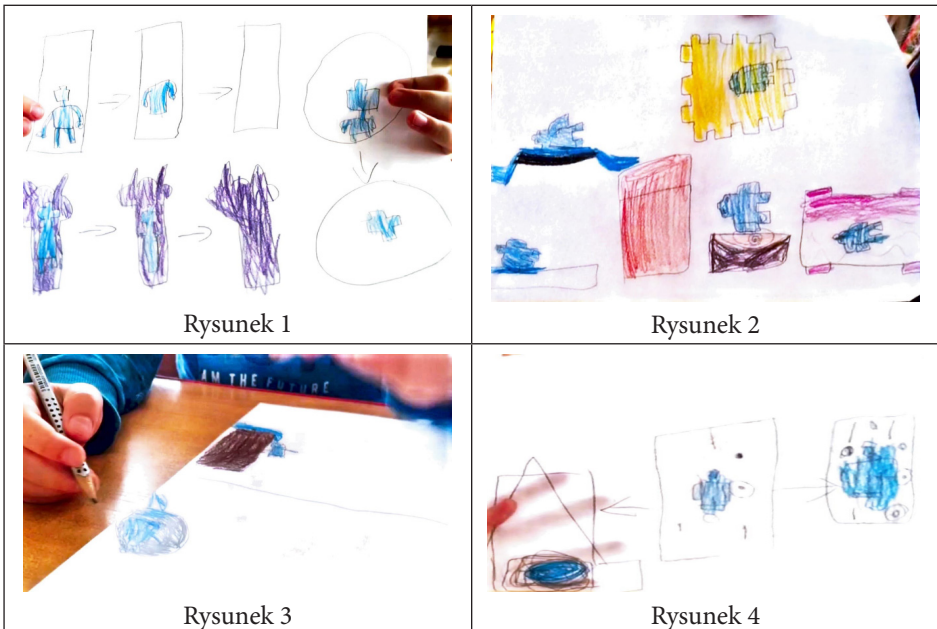
Badając rozumienie poruszanych zagadnień naukowych, analizowałyśmy zarówno rysunki, jak i wypowiedzi dzieci zebrane od nich po około tygodniu od przeprowadzonych lekcji. Rysunki zostały wykonane przez dzieci wybrane przez nauczycielkę. Nauczycielka najpierw rozmawiała z dziećmi o zajęciach, pytając o to, co z nich zapamiętały. Później prosiła je, aby narysowały doświadczenie, a następnie opowiedziały o swojej pracy. Podczas podsumowania eksperymentów po tygodniu nauczycielka zadawała dzieciom pytania dotyczące m.in. przebiegu doświadczeń, użytych do nich przyborów. Odwoływała się także do skojarzeń, które uczniowie mieli podczas zajęć. Przy doświadczeniu z lodem dopytywała dzieci o „ludzika” (tu odwołanie do kształtu kostki lodu) oraz o jego „ubranko” (pudełko, w którym dzieci zamykały lód). Wymieniała także konkretne przybory, które były wtedy używane (m.in. płytka). Taki zabieg i odwołanie do skojarzeń mogły pomóc dzieciom w przywołaniu wspomnień o wykonywanym doświadczeniu, co może mieć także wpływ na powstałe odwzorowania. Po tym wstępie dzieci miały czas na samodzielne rysowanie, które zajmowało im kilka minut. Po wykonaniu ilustracji każde z dzieci krótko opowiadało o tym, co znajduje się na jego rysunku. Nauczycielka pytała także o konkretne rzeczy, które zostały umieszczone na obrazku. Domykała także proces przypominania sobie informacji przez dzieci i ustalała z nimi główne wnioski z doświadczenia (np. na której powierzchni ludzik topił się najszybciej lub najwolniej w przypadku doświadczenia pt. *Zatrzymaj zimno*). Stosując różne pytania, nauczycielka zbierała od uczniów obserwacje sprzed około tygodnia.

W zgromadzonych rysunkach widać, że dzieci zapamiętywały kolory i kształty wykorzystywanych w eksperymentach obiektów. Te parametry zostały zapamiętane dosyć szczegółowo i odwzorowane na graficznych reprezentacjach doświadczeń. W zajęciach pt. *Zatrzymaj zimno* zamrożony ludzik był na obrazkach niebieski, jest to kolor, który dzieci bardzo często przypisują wodzie. Ludzik został tak zabarwiony przez nauczycielkę, co jeszcze bardziej mogło wpłynąć na skojarzenia i pamięć dzieci. Kostka lodu była przez uczniów przedstawiana na różnych powierzchniach, gdzie brązowa np. odpowiadała drewnianej płytce, a szara – srebrnemu metalowi. Na jednym obrazku jest zaznaczony tylko kontur materiału, na którym położono lód, w tym przypadku było to wedle dziewczynki lustro (prostokątny kształt na rysunku 1, tabela 5). Jedna z dziewczynek na

ilustracji ujęła także moment, w którym roztopiający się lodowy ludzik zmienia kolor. Było to doświadczenie, kiedy lód rozpuszczał się na żółtym klocku, woda wtedy nabrała według dziewczynki lekko zielonego koloru (rysunek 2, tabela 5). Na dwóch z czterech obrazków z tych zajęć pojawiły się strzałki, które sugerują następowanie rzeczy po sobie (rysunek 1 i 4, tabela 5), czyli np. zanikanie ludzika wraz z upływem czasu. Dzieci pokazały na rysunkach także tempo następujących zjawisk, tu w ciekawy sposób operowały rysowanym kształtem i jego wielkością (widoczne na każdym rysunku). Zaznaczały także tworzące się kałuże, które pojawiały się szczególnie w okolicach materiałów, na których według nich ludzik roztopiał się najszybciej (rysunek 2 i 3 – w obu przypadkach na metalu; tabela 5). Jedno z dzieci zaznaczyło także, która część ciała ludzika znikała jako pierwsza (np. głowa i nogi w przypadku rysunku 1 – tabela 5, na obrazku pozostał sam korpus ludzika).

Tabela 5.

Rysunki dzieci, doświadczenie pt. *Zatrzymaj zimno*



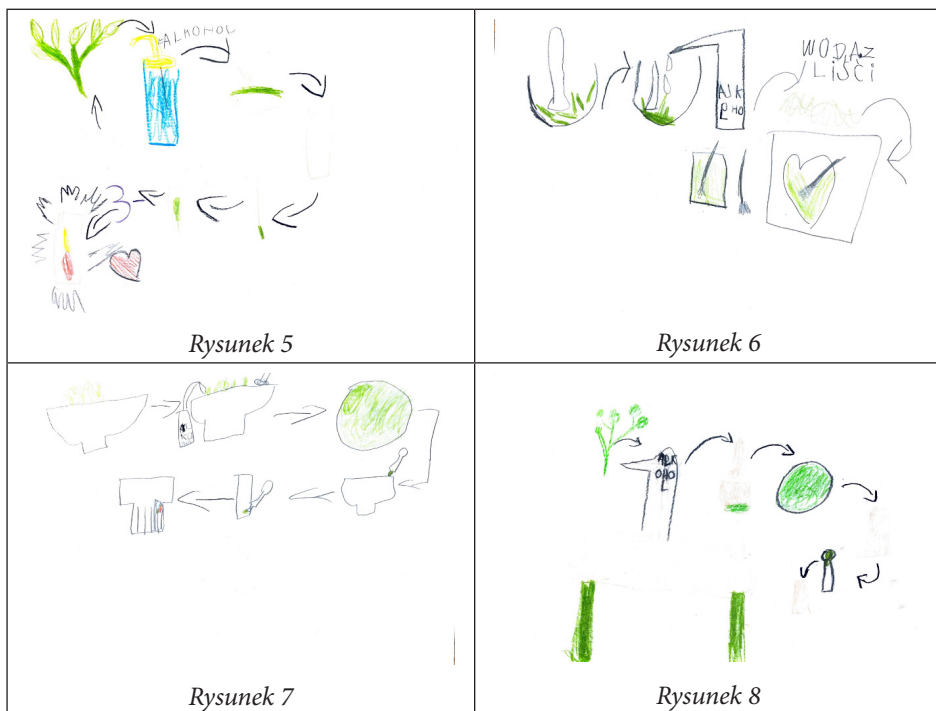
Źródło: badanie własne.

Podczas spotkania po zrealizowaniu doświadczenia pt. *Liść pełen barwników* nauczycielka zapytała dzieci, jakie barwniki występują w liściu. Następnie dopytywała, co robili podczas doświadczenia, aby uzyskać wymieniane przez siebie

kolory. Dzieci prawidłowo wyliczały barwy oraz substancję (alkohol), która była używana podczas eksperymentu. Wspominały także o wykorzystanych przyborach (m.in. malutki kominek) oraz o ich cechach (matowa, błyszcząca płytka). Zadane pytania dotyczyły też m.in. tego, którego barwnika w liściu jest najwięcej oraz co potrzebują do życia rośliny i jaki ma to wpływ na kolor liści jesienią. Po tej części dialogu z dziećmi nauczycielka poprosiła, aby grupa narysowała, co zapamiętała z zajęć i jak przebiegał robiony przez nich eksperyment. Na każdym z rysunków po tych zajęciach dominuje kolor zielony, który powiązać można z głównym motywem lekcji, a więc z użytymi do eksperymentu liśćmi. Tylko jedno dziecko narysowało inne barwy, które na koniec doświadczenia ukazały się z liści na płytce (rysunek 5 – czerwony i żółty; tabela 6). Wszystkie cztery obrazki zawierają też strzałki, które podobnie jak przy poprzednim scenariuszu, oznaczają proces lub przechodzenie od jednego kroku eksperymentu do drugiego. Na każdym z obrazków występują też naniesione napisy. W każdym przypadku podpisana jest butelka z alkoholem. Na jednej pracy pojawia się też „3”, które oznacza dokładny czas, jaki należało odczekać, aby uzyskać zamierzony efekt (rysunek 5, o tej cyfrze wspomniała dziewczynka podczas opisywania swojego rysunku). Dzieci bardzo starannie zachowały cechy charakterystyczne pojemnika z alkoholem, moździerz, pipety oraz pędzelka do malowania. Podczas opisu ilustracji używały też prawidłowo słów pipeta oraz moździerz. Na dwóch szkicach widać symbolicznie narysowane serca (rysunek 5 i 6; tabela 6). W jednym z przypadków dziewczynka najprawdopodobniej zaznaczyła, że spodobał się jej efekt doświadczenia. Serce znajduje się przy płytce z uzyskanymi barwami z liścia. Wokół płytki występują też czarne szlaczki, fale, wydaje się, że tym sposobem dziewczynka chciała zaakcentować nieoczekiwany rezultat eksperymentu. Serce na rysunku 6 (tabela 6) jest symbolem, który został zamalowywany pędzelkiem przy użyciu farby z liścia (taką aktywność wykonywały też dzieci podczas zajęć). Podczas rozmowy z nauczycielką dzieci głośno i chóralnie akcentowały, że mocno podobały im się te zajęcia. Być może wyróżniły to też narysowanymi sercami. Poniższe rysunki są zdecydowanie najbardziej jednorodne ze wszystkich zebranych prac po zajęciach. Podczas tej sesji (jeszcze przed przystąpieniem do rysowania) nauczycielka pytała też o najwięcej szczegółów dotyczących przebiegu doświadczeń.

Tabela 6.

Rysunki dzieci, doświadczenie pt. Liść pełen barwników



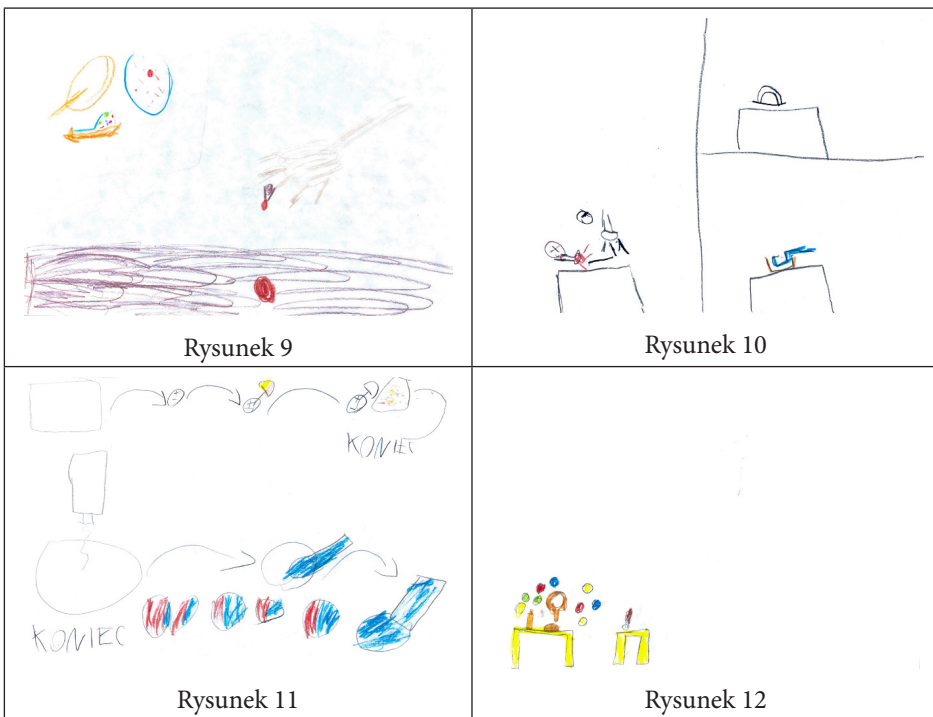
Źródło: badania własne.

Spotkanie z dziećmi po kolejnym zrealizowanym scenariuszu (*Barwy światła*) pokazało, jak dużo zapamiętały z zajęć, a umiejętne zadawanie pytań przez nauczycielkę pomogło im w odtworzeniu informacji. Nauczycielka ponownie zapytała, co dzieci pamiętają z zajęć oraz jakie eksperymenty były wykonywane. Zadała też m.in. pytanie o to, czy białe światło składa się tylko z jednego koloru. Dzieci w rozmowie przytoczyły użycie folii dyfrakcyjnej, zapamiętały jej nazwę oraz wspomniały o tym, że dziurki w folii są na tyle małe, że nie widać ich gołym okiem. Grupa użyła także poprawnie takiego pojęcia jak długość fal światła i ich zróżnicowanie. Wśród powstałych po tych zajęciach obrazków tylko na jednym zostały użyte strzałki (rysunek 11; tabela 7), na innym zaś autor dokonał podziału kartki liniami (rysunek 10; tabela 7). Oba zabiegi zastosowano najpewniej po to, aby uporządkować przedstawiany proces lub kompozycję. Dodatkowo, dziewczynka używająca strzałek napisała słowo „koniec” w miejscu zakończenia ilustracji eksperymentu. Wyraźne jest tu zaznaczenie początku i końca wykonywanych podczas zajęć czynności. Warto nadmienić, że ten scenariusz jako jedyny nie wymagał długotrwałego oczekiwania na rezultat, wszystko można było zaob-

serwować niemal natychmiastowo. Dzieci na rysunkach ponownie akcentowały kolorami ważne dla nich elementy doświadczeń, jak światełko w określonym kolorze (rysunek 9 – czerwona żarówka, tabela 7), tęczę widoczną po użyciu siatki dyfrakcyjnej (rysunek 11; tabela 7) oraz duże i kolorowe bańki, które dostarczyły dzieciom wiele radości podczas początkowej fazy warsztatów (rysunek 11 i 12; tabela 7). Na dwóch ilustracjach (rysunek 10 i 11; tabela 7) obserwujemy też symbole „minus” i „plus”, które występują na baterii wykorzystanej do zasilenia żarówki.

Tabela 7.

Rysunki dzieci, doświadczenie pt. *Barwy światła*



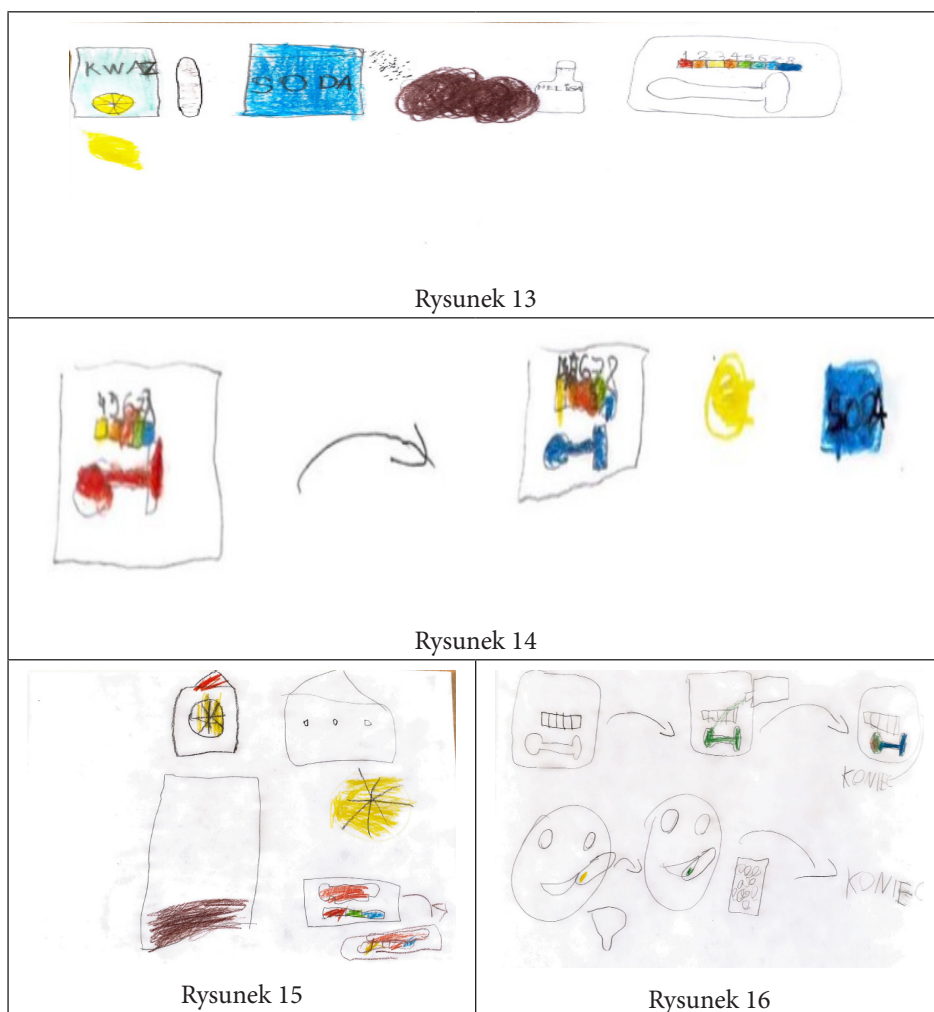
Źródło: badania własne.

Po zajęciach pt. *Kwasomierz* dzieci opowiadały przy wsparciu nauczycielki o tym, że wykorzystywane podczas zajęć substancje zmieniały kolory na płytce ze skalą. Uczniowie przytaczali określenia *kwasowy*, *obojętny*, *zasadowy* oraz *pH*. Dzięki pytaniom od nauczycielki, uczniowie skojarzyli także, jakie są kolory danych odczynów na skali. Prawie wszystkie rysunki dzieci zawierały wiele barw. Dzieci pamiętały także, jaki odczyn ziemi jest najodpowiedniejszy dla borówki, a jaki dla lawendy. Troje dzieci odwzorowało skalę kwasomierza i pokolorowało

ją zgodnie z oryginałem. Na trzech obrazkach pojawiła się brązowa ziemia, na każdym była też cytryna (na rysunku 16 – tabela 8 – narysowane zostało także próbowanie cytryny przez ucznia). Charakterystycznym kolorem dla sklepowych saszetek z sodą bywa najczęściej kolor błękitny, tak też tę substancję przedstawiono na dwóch rysunkach (rysunek 13 i rysunek 14; tabela 8). Na obrazkach po tych zajęciach w dwóch przypadkach pojawiły się strzałki (rysunek 14 i 16; tabela 8), a na jednym z nich znów umieszczono napis „koniec” na zakończenie eksperymentu.

Tabela 8.

Rysunki dzieci, doświadczenie pt. Kwasomierz



Źródło: badania własne.

Wnioski

Niniejsze badanie skoncentrowane było na ustaleniu cech zajęć z wykorzystaniem eksperymentów w grupie dzieci przedszkolnych oraz zrozumienia przez dzieci zagadnień naukowych. Wyniki wskazują na istotne cechy takich zajęć, tj. około godzinny czas ich trwania, racjonalny podział na czynności związane z eksperymentowaniem (dłuższa część zajęć) i wyjaśnianiem zjawisk (krótsza część zajęć) oraz wspomaganie rozumienia przez nauczycielkę, które współlistnieją z dobrym zrozumieniem naukowych zagadnień przez wybrane dzieci. Zrealizowane eksperymenty trwały od 60 do 84 minut, z czego najwięcej czasu nauczycielka poświęciła na „czyste” eksperymentowanie (przeciętnie nieco ponad 48% całkowitego czasu trwania zajęć). Czasochłonna była także organizacyjna strona zajęć, pochłaniając średnio 34% całkowitego czasu trwania zajęć. Najmniej czasu nauczycielka poświęciła na wyjaśnianie, bo zaledwie 17,5% czasu. Jest to uzasadnione m.in. wiekiem dzieci oraz rozwojowymi możliwościami uczenia się przez doświadczenie.

Niezwykle istotną cechą zajęć było adekwatne do wieku dzieci wspomaganie procesów myślenia naukowego przez nauczycielkę, takich jak: obserwacja, porównywanie, dedukcja, przewidywanie, komunikowanie czy stawianie hipotez.

Analiza zgromadzonych obrazków i narracji towarzyszących ich omawianiu ukazują także, jak dobrymi obserwatorami rzeczywistości są dzieci. Sześcioletki, po uprzedniej rozmowie o wykonywanym doświadczeniu, przypominają sobie nie tylko przebieg całości doświadczenia w rozbiciu na etapy, ale także nazwy np. wykorzystywanego sprzętu laboratoryjnego. Na rysunkach odwzorowują poprawnie zaobserwowane kolory, kształty naczyń czy etapy doświadczenia, które często oznaczają, rysując strzałki.

Bibliografia

- Andersson K. i Gullberg A. (2014). What is science in preschool and what do teachers have to know to empower children?. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 275–296. DOI: 10.1007/s11422-012-9439-6.
- Edelsbrunner P.A., Schumacher R. i Stern E. (2022). Children’s scientific reasoning skills in light of general cognitive development. W: O. Houdé i G. Borst (red.), *The Cambridge Handbook of Cognitive Development* (s. 585–605). Cambridge: Cambridge University Press.

- Fleck-Bangert R. (2002). *O czym mówią rysunki dzieci. Dostrzeganie i rozumienie zawartych w nich znaków. Poradnik dla rodziców i pedagogów*. Kielce: Wydawnictwo Jedność.
- Gopnik A. (2012). Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances, Empirical Research, and Policy Implications. *Science*, 337(6102), 1623–1627. DOI: 10.1126/science.1223416.
- Hardy I., Stephan-Gramberg S. i Jurecka A. (2021). The use of scaffolding to promote preschool children's competencies of evidence-based reasoning. *Unterrichtswissenschaft*, 49, 91–115.
- KMO (b.r.). Co to jest Klub Młodego Odkrywcy? Zaczepnięte 10 marca 2023. Strona internetowa <https://kmo.org.pl/pl/co-to-jest-kmo>
- Lind K.K. (2005). *Exploring science in early childhood education*. New York: Thomson Delmar Learning, Clifton Park.
- Łobocki M. (2006). *Metody i techniki badań pedagogicznych*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Ministerstwo Edukacji Narodowej (2017). *Podstawa programowa wychowania przedszkolnego i kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej z komentarzem*. Zaczepnięte 1 lutego 2023. Strona internetowa <https://www.ore.edu.pl/wp-content/uploads/2017/05/wychowanie-przedszkolne-i-edukacja-wczesnoszkolna.-pp-z-komentarzem.pdf>
- Piekny J., Grube D. i Mähler C. (2014). The development of experimentation and evidence evaluation skills at preschool age. *International Journal of Science Education*, 36(2), 334–354. DOI: 10.1080/09500693.2013.776192.
- Piekny J. i Mähler C. (2013). Scientific reasoning in early and middle childhood: the development of domain-general evidence evaluation, experimentation, and hypothesis generation skills. *British Journal of Developmental Psychology*, 31(2), 153–179. DOI: 10.1111/j.2044-835X.2012.02082.x.
- Poddiakov N. (2011). Searching, experimenting and the heuristic structure of a preschool child's experience. *International Journal of Early Years Education*, 19(1), 55–63. DOI: 10.1080/09669760.2011.571000.
- Popek S. (1978). *Analiza psychologiczna twórczości plastycznej dzieci i młodzieży*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Szuman S. (2003). *Sztuka dziecka. Psychologia twórczości rysunkowej*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Trojanowska A. (1988). *Dziecko i plastyka*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.