

DOI: http://dx.doi.org/10.12775/AUNC_PED.2024.004

Jan Amos Jelinek

Instytut Wspomagania Rozwoju Człowieka i Edukacji
Akademia Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej w Warszawie
ORCID: 0000-0002-9844-6013
jajelinek@aps.edu.pl

**POJĘCIE KSZTAŁTU ZIEMI
JAKO KLUCZ DO KSZTAŁTOWANIA
WYŻSZYCH POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH.
WYNIKI BADAŃ WDROŻENIOWYCH**

**The Concept of the Earth's Shape
as a Key to Shaping Higher Astronomical Concepts.
Results of Implementation Research**

Streszczenie

Podstawowym pojęciem, jakie uczniowie muszą opanować w zakresie edukacji astronomicznej, jest kształt Ziemi. Pojęcie to jest abstrakcyjne, ponieważ do jego zbudowania dzieci muszą wyjść poza to, co widzą na co dzień. Badania pokazują, że wielu uczniów wczesnej edukacji nie posługuje się tym pojęciem, wyjaśniając m.in. lokalizację ludzi na Ziemi (Jelinek 2020). Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie skuteczności interwencji edukacyjnej w zakresie wspomagania dzieci w budowaniu pojęcia kształtu Ziemi. W badaniach wykorzystano test EARTH2. Badaniami objęto 47 uczniów z klasy pierwszej i drugiej szkoły podstawowej. Badania wykazały, że (a) uczniowie uczestniczący w zajęciach edukacji astronomicznej osiągnęli wyższe wyniki

po przeprowadzonych zajęciach. (b) Analiza pytań zadawanych przez dzieci w trakcie trwania interwencji wykazała, że daleko wykraczają one poza program nauczania astronomii w szkole. (c) Okazało się także, że uczniowie obawiają się groźnych zjawisk pochodzących z kosmosu.

Słowa kluczowe: astronomia, kształt Ziemi, pierwsza i druga klasa, interwencja edukacyjna, skuteczność

Abstract

The basic concept that pupils need to learn in astronomy education is the shape of the Earth. This concept is abstract because children need to go beyond what they see every day to construct it. Research shows that many students in early childhood education do not use this concept when explaining, among other things, the location of people on Earth (Jelinek 2020). The research conducted aimed to test the effectiveness of an educational intervention in helping children build the concept of the shape of the Earth. The EARTH2 test was used in the study. Forty-seven pupils from the first and second grades of primary school were included in the study. The research showed that (a) pupils who participated in astronomy education classes achieved higher scores after the classes. (b) Analysis of the questions asked by the children during the intervention showed that they went far beyond the astronomy program at school. (c) It also emerged that pupils showed concern about threatening phenomena from space.

Key words: astronomy, shape of the Earth, first and second grade, educational intervention, effectiveness

Wprowadzenie

Oglądana na co dzień Ziemia jawi się jako płaszczyzna. Krajobraz z jego architekturą nie przedstawia kulistej Ziemi, wydaje się płaski. Wrażenie to wywiera ogromny wpływ na kształtowanie się pojęcia kształtu Ziemi (Saćkes i in. 2016; Kampeza, Konstantinos 2009). Ponieważ dzieci doświadczają tego obrazu od początku istnienia, silnie ugruntowuje się on w ich psychice i jest wykorzystywany do wyjaśnienia

zjawisk. Z tego powodu mówi się o pojęciu kształtu Ziemi (Mali, Howe 1979).

Pojęcie kształtu Ziemi ma duży wpływ na rozwój innych pojęć astronomicznych, takich jak zjawisko dnia i nocy (Gallegos-Cázares i in. 2022; Frède 2019). Dla skuteczności oddziaływań edukacyjnych w obszarze kosmosu istotne jest odpowiednie wspomaganie dzieci w procesie konstruowania pojęcia kształtu Ziemi (Özgül 2021; Shaikh i in. 2020; Yalcinkaya-Önder i in. 2020; Raviv, Dadon 2020; Kampeza, Ravanis 2009). Badania pokazują, że nauczyciel, który bez wcześniejszego wyjaśnienia rzeczywistego kształtu Ziemi demonstruje dzieciom globus, by wyjaśnić zjawiska astronomiczne, nie osiąga zamierzonego celu (Mali, Howe 1979). Dzieci, które są przekonane o płaskości Ziemi, mają trudności z przyjęciem globusa jako jej kosmologicznego modelu.

Badania nad rozwojem pojęcia kształtu Ziemi sugerują, że wymaga ono znacznej zmiany w strukturze pojęciowej. Zmiany te określa się jako akomodację (Piaget, Inhelder 1993, ss. 9–10) lub ramę (Vosniadou 1994) i traktuje jako wyznacznik rozumienia innych pojęć. Przyjęcie innego kształtu Ziemi wymusza zmianę w postrzeganiu lokalizacji ludzi żyjących na Ziemi i sposobu ich poruszania się. Dzieci na co dzień doświadczają życia ludzi „na płaskiej” Ziemi. Przyjęcie wyobrażenia, że Ziemia jest kulą, wymusza odpowiedź na pytanie, czy ludzie mogą żyć na krzywiznie planety i czy mogą żyć po jej drugiej stronie. Podobnie jest ze zjawiskiem poruszania się ludzi po całej kuli. Uzmysłowanie sobie, że ludzie idący przez wiele dni w jednym kierunku dojdą do tego samego miejsca (cecha kuli) i nie spadną z Ziemi (zjawisko przyciągania), jest wyjaśnieniem zbliżonym do naukowego. Wymaga jednak od dzieci odpowiedniej wiedzy i reorganizacji dotychczasowych przekonań.

Podobnie jest z problemem lokalizacji drzew, chmur i opadów deszczu na kulistej Ziemi. W każdym z tych zagadnień dzieci muszą dokonać modyfikacji. Modyfikacja, mówiąc ogólnie, będzie polegała na stopniowym przenoszeniu obiektów i zjawisk widocznych na co dzień z „płaskiej” Ziemi na kulistą. To umysłowe „przenoszenie” jest rozwiązywaniem problemów o charakterze poznawczym. Zmiana może się dokonać, gdy dzieci zdobędą odpowiednią ilość informacji (np. o rośnięciu drzew w Amazonii, po drugiej stronie Ziemi) i osiągną odpowiedni

poziom umiejętności poznawczych, pozwalających konstruować odpowiednie wyobrażenia (Shaikh i in. 2020; Vosniadou, Brewer 1992).

Zmiany w strukturze pojęciowej związane z kształtem Ziemi nie dokonują się nagle, są procesem, który wymaga odpowiedniego wsparcia edukacyjnego. Gdy go brakuje, rozwój pojęcia kształtu Ziemi zatrzymuje się na silnym wyobrażeniu płaskiej Ziemi. Badania prowadzone wśród polskich dzieci pokazują, że wielu uczniów kończących trzecią klasę szkoły podstawowej (Jelinek 2020), a nawet niektórzy uczniowie klasy ósmej (Jelinek 2023) posługują się obrazem płaskiej Ziemi, aby wytłumaczyć zjawisko dnia i nocy.

Niewątpliwie przyczyną, dla której uczniowie starszych klas nie mają opanowanego podstawowego pojęcia astronomicznego, jest pomijanie tego tematu w edukacji domowej i szkolnej. Pierwsze zajęcia astronomiczne polegają na przedstawieniu dzieciom globusa i wyjaśnieniu *to jest Ziemia* (Jelinek 2022). Następnie przechodzi się do zapoznania dzieci ze zjawiskiem dnia i nocy, z porami roku i fazami Księżyca (Jelinek 2020). Milcząco zakłada się, że dzieci bez omówienia rzeczywistego kształtu planety, przyjmą globus jako model Ziemi.

Analiza historii nauczania astronomii wśród dzieci wykazała, że kiedyś było inaczej (Jelinek 2022). Adaptując dowody Arystotelesa na kulistość Ziemi, odwoływano się do osobistych doświadczeń dzieci. Wskazywano, że zbliżając się do miasta, najpierw widzimy wieżę kościoła, potem jego dach, a na końcu jego filary (Kraszewski 1862). Posługując się analogią do muchy chodzącej po wielkiej dyni, tłumaczono sposób poruszania się ludzi na Ziemi (Nieznany autor 1897, s. 6). Z kolei jeszcze w 1949 roku poświęcano całą lekcję, aby wyjaśnić zagadnienie kształtu Ziemi (*Program nauki w 11-letniej szkole* 1949, s. 11).

Aktualne dzisiaj marginalizowanie edukacji astronomicznej było wielokrotnie krytykowane (Bubień 1975; Pańków 1982). Zwracano uwagę, że nauka astronomii jest mocno okrojona, a stosowanie reguły dydaktycznej „od tego, co bliskie, do tego, co dalekie” jest dla tej nauki szczególnie szkodliwe. Ten indukcyjny tok nauczania sprawia, że zagadnienia astronomiczne omawiane są na końcu i pomijane, gdy nauczyciel nie zdążył zrealizować wszystkich zagadnień programu.

Nic dziwnego, że poziom wiedzy astronomicznej u polskich dzieci na poziomie klas I–III jest alarmujący. Pytane o kształt Ziemi mówią

o kulistości, ale nie posługują się nią, wyjaśniając lokalizację obiektów na powierzchni Ziemi i zjawisko dnia i nocy. Na 444 badanych w wieku od 5. do 10. roku życia tylko 30% trzymało się wyjaśnienia, że Ziemia jest kulą. W grupie dzieci, które kończyły trzecią klasę szkoły podstawowej (9- i 10-letnich), połowa z nich rezygnowała z kulistego wyjaśnienia Ziemi (Jelinek 2020).

Badania pokazują, że zmiana pojęciowa kształtu Ziemi dokonuje się stopniowo. W opisach stosuje się teorie modeli mentalnych (Vosniadou, Brewer 1992, 1994), które wyznaczają etapy kształtowania się pojęcia kształtu Ziemi (Jelinek 2020). Modele mentalne w zakresie kształtu Ziemi omawia się zwykle w kontekście pochodnych problemów, np. lokalizacji ludzi na Ziemi i sposobu ich poruszania się. Na początku dzieci lokalizują ludzi na płaskiej ziemi (Vosniadou, Brewer 1992; Nussbaum, Novak 1976). Na rysunkach przedstawiają Ziemię jako linię o niekończącej się długości, pod którą znajduje się ziemia, a na linii przedstawiają ludzi w pozycji stojącej. Z wyjaśnień i opinii dzieci wynika, że opowiadają o osobistych doświadczeniach – widoku ludzi chodzących na Ziemi. Dysponując grudką plasteliny, tworzą one prostopadłościan i wbijają ludziki-zabawki tak, jakby stały na Ziemi (Jelinek 2020).

Dzieci, które już rozpoczęły proces konstruowania pojęcia kulistej Ziemi, zaczynają tłumaczyć, że ludzie żyją tylko u góry planety, i dodają, że niżej nie mogą, ponieważ spadliby z Ziemi (Diakidoy i in. 1997; Vosniadou, Brewer 1992). Wyobrażenie krawędzi Ziemi nie musi być jednak fizyczne. W wyjaśnieniach odwołują się one do psychologicznych barier, np. mówienia w innym języku (Jelinek 2020, s. 189). Bywa, że dodatkowo spłaszczają ten fragment kuli, na którym żyją ludzie (Nussbaum, Novak 1976). Na kartce rysują okrąg, przedstawiając od góry fragment Ziemi, na którym żyją ludzie. Z plasteliny zaś potrafią wykonać kulę, spłaszczyć ją z jednej strony i wbić w to miejsce ludzika-zabawkę dla oznaczenia lokalizacji ludzi (Jelinek 2020).

Bywa, że dzieci, konstruując pojęcie kulistości, tłumaczą, że ludzie żyją wewnątrz pustej Ziemi (*hollow sphere model*, Vosniadou, Brewer 1992). Wyobrażenie to potwierdza kulisty kształt Ziemi i zgadza się ze stwierdzeniem, że z Ziemi nie można spaść (ludzie zewsząd otoczeni są ziemią). Na kartkach rysują okrąg, a ludzi lokalizują wewnątrz, u dołu

okręgu. Dysponując grudką plasteliny, starają się utworzyć sferę, a wskazując dziurę, tłumaczą, że ludzie żyją w jej wnętrzu.

Są także dzieci, które na rysunkach przedstawiają dwa rodzaje Ziemi – jedną kulistą, drugą płaską. Tłumaczą, że płaska przedstawia to, co widzą na co dzień, druga zaś odnosi się do tego, co mówi nauczyciel, pokazując globus (*dual earth model*, Vosniadou, Brewer 1992).

Z rozwojem pojęcia kształtu Ziemi wiążą się pojęcie lokalizacji chmur i kierunek opadu deszczu. Badania Stelli Vosniadou i Williama Brewera (1992) pokazały, że zanim dzieci przyjmą wyobrażenie lokalizacji chmur znajdujących się dookoła kulistej Ziemi, wyjaśniają ich położenie tuż nad płaską ziemią. Na rysunkach zaznaczają ich położenie równoległe do linii ziemi. Wraz z wyobrażeniem sobie Ziemi jako kuli tłumaczą, że chmury – podobnie jak ludzie – znajdują się tylko u góry. Kierunek opadów deszczu wydawał się odzwierciedlać ich wyobrażenie kierunku działania siły grawitacji.

Badania skuteczności interwencji edukacyjnej pod kątem zmiany dziecięcych przekonań dotyczących kształtu Ziemi okazały się skuteczne już wśród dzieci przedszkolnych. Badania Marii Kampezy i Konstantinosa Ravanisa (2009) realizowane wśród dzieci przedszkolnych w Grecji wskazały, że dwudniowe zajęcia edukacyjne skierowane na dostarczenie dzieciom doświadczeń w zakresie kształtu Ziemi mogą wpływać na kształtowanie się dziecięcych wyobrażeń. Autorzy stwierdzili, że już dzieci przedszkolne są gotowe do przyjmowania naukowego wyobrażenia kształtu Ziemi, jeśli tylko zajęcia, w których będą uczestniczyć, będą organizowane w odpowiedni sposób. Podobne wyniki przedstawia wiele innych badań realizowanych wśród dzieci przedszkolnych i uczniów klas I–III (np. Özgül 2021; Shaikh i in. 2020; Yalçinkaya-Önder i in. 2020; Raviv, Dadon 2020). W Polsce dotychczas nie realizowano badań, które miałyby na celu potwierdzenie skuteczności interwencji edukacyjnej w obszarze astronomii.

W badaniach potwierdzano wysoką skuteczność interwencji, jeśli w odpowiedni sposób prowadzono rozmowy z dziećmi (Chi, VanLehn 1991), pozwalano dzieciom przedstawiać swoje opinie i konfrontować je między sobą (Vosniadou i in. 2001), wykorzystywano programy multimedialne (Shaikh i in. 2020), stosowano modele dydaktyczne pozwalające tworzyć symulacje zjawisk kosmicznych (Kallery 2011) i stosowano

zabawy oparte na dociekaniach (Özgül 2021). W dotychczasowych badaniach koncentrowano się na ustaleniu skuteczności pojedynczych form oddziaływania edukacyjnego. Poniżej przedstawiono wyniki badań, w których zastosowano wszystkie wymienione formy wspomagania rozwoju pojęciowego dzieci.

Problem i cel badań

Celem badań było ustalenie skuteczności interwencji edukacyjnej w zakresie wspomagania dzieci w konstruowaniu pojęcia kształtu Ziemi. Podstawową metodą, która posłużyła do realizacji celu badawczego, był eksperyment pedagogiczny. Polegał on na przeprowadzeniu interwencji edukacyjnej wśród dzieci i sprawdzeniu, jak zmieniły się ich poglądy po zakończeniu cyklu specjalnie zorganizowanych zajęć.

Interwencja edukacyjna była realizowana według autorskiego programu edukacji astronomicznej *Dziecięca astronomia*. Program ten został opracowany z wykorzystaniem modelu kształtowania się podstawowych pojęć astronomicznych (Jelinek 2020) i zaadresowany do uczniów klas I–IV. Założeniem programu jest wspieranie dzieci w konstruowaniu pojęć astronomicznych w pięciu etapach. Pierwsze trzy poziomy – których dotyczą wyniki omówione w tym artykule – zawierają opisy działań stopniowego przechodzenia od obserwacji nieba do budowania wyobrażenia Ziemi jako kuli i uwzględnienia globusa jako modelu Ziemi. Zajęcia rozpoczęły się od omówienia budowy nieba i obserwacji zjawisk kosmicznych z perspektywy ziemskiego obserwatora. Następnie stopniowo konstruowano model kulistej Ziemi, aby wprowadzić w jego miejsce globus. Po omówieniu informacji zakodowanych na globusie używano go do ponownego przyjrzenia się zjawiskom obserwowanym na co dzień, tym razem z perspektywy kosmicznej.

Program w formie innowacji edukacyjnej wdrożono na zajęciach w jednej ze szkół na terenie Nowego Sącza¹. Zajęcia prowadzono w gru-

¹ Interwencję edukacyjną realizowano w ramach Nowosądeckiego Projektu Edukacji Astronomicznej. Program wdrożono na mocy porozumienia między Fundacją NEWAG, Akademią Pedagogiki Specjalnej oraz Akademicką Szkołą Podstawową. Projekt był finansowany przez Fundację NEWAG.

pie dzieci uczęszczających do dwóch klas szkoły podstawowej (I i II klasy), w której zgodzono się na realizację innowacji edukacyjnej. Łącznie badaniami objęto grupę 47 uczniów w wieku 7 i 8 lat, 24 chłopców i 23 dziewczynki.

Trzy etapy programu opisane wyżej przeprowadzono w ciągu siedmiu zajęć szkolnych, które realizowano średnio raz na tydzień przez okres trzech miesięcy, od października do grudnia 2022 roku. Na tak długi czas realizacji programu miał wpływ wybór szerokiej gamy oddziaływań edukacyjnych. Podczas zajęć opracowano szereg zadań polegających na regularnej obserwacji elementów nieba, które pozwalały dokonywać drobnych odkryć, wykorzystywano trójwymiarowe modele obiektów kosmicznych, za pomocą których symulowano zjawiska astronomiczne, oraz programy multimedialne, za pomocą których ilustrowano przebieg zjawisk kosmicznych (np. <https://eyes.nasa.gov/>). Ponadto w trakcie zajęć zachęcano dzieci do formułowania własnych opinii i konfrontowania ich ze sobą.

Do ustalenia skuteczności interwencji edukacyjnej (czynnika eksperymentalnego) przyjęto technikę jednej grupy metody eksperymentu, która pozwala skoncentrować się na ustaleniu efektu interwencji edukacyjnej. Uznano, że porównanie efektów edukacyjnych (zastosowanie techniki grup równoległych) nie jest konieczne, ponieważ na typowych zajęciach szkolnych nie wyjaśnia się dzieciom zjawiska kształtu Ziemi.

Do oceny skuteczności edukacyjnej programu wybrano obrazkowy test wymuszonego wyboru EARTH2, Earth Representation Test for Children (Straatemeier i in. 2008) – załącznik 1. Pozwala on ustalać, jak dzieci wyjaśniają obiekty i zjawiska astronomiczne w kontekście kształtu Ziemi. Jego pytania dotyczą lokalizacji ludzi, drzew i chmur, sposobu poruszania się ludzi na Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy (zob. załącznik 2). Test został przetłumaczony na język polski i sprawdzony pod kątem możliwości ujawniania się innych, niż uwzględniono w teście, przekonań polskich dzieci (Jelinek 2020). Został on wykorzystany dwukrotnie w opisywanym badaniu. Pierwszy raz przed rozpoczęciem realizacji programu *Dziecięca astronomia* i drugi po zakończeniu trzech pierwszych etapów, podczas których wspierano dzieci w konstruowaniu wyobrażenia kulistego kształtu Ziemi. Należy dodać, że test EARTH2 jest

stosowany do oceny skuteczności interwencji edukacyjnej już wśród dzieci przedszkolnych (Özgül 2021).

Wyniki

Test sprawdzający przeprowadzono, zanim rozpoczęto realizację programu edukacyjnego. Wykazał on, że 30% uczniów (14 na 47) konsekwentnie trzymało się wyobrażenia Ziemi jako kuli, odpowiadając na wszystkie pytania, niekoniecznie wskazując naukową odpowiedź. Z kolei naukowe wyjaśnienia we wszystkich pytaniach w teście wskazało 19% badanych (9). Szczegółowe wyniki pretestu zostały przedstawione w tabeli A w załączniku 2.

W trakcie realizacji programu nie rejestrowano zajęć ani dziecięcych wypowiedzi. Dostrzeżono jednak rosnące zainteresowanie dzieci tematem astronomii. Ujawniało się ono w coraz to większej liczbie zadawanych pytań. Nierzadko dzieci przygotowywały pytania w domu i przynosiły je na zajęcia astronomiczne. Zadawano pytania o przyczyny zjawisk kosmicznych (jak powstał Księżyc, jak duże są największe obiekty kosmiczne, dlaczego nie można oddychać w kosmosie itp.) oraz aktualne tematy występujące w mediach (przelatujące komety, lot na Marsa, naturę czarnych dziur, życie na innych planetach, kosmitów). Nierzadko uczniowie z własnej woli przynosili na zajęcia książki o tematyce astronomicznej i jeszcze długo po zakończonych zajęciach zatrzymywali się, chcąc zaspokoić swoją ciekawość tematyką kosmosu.

W pytaniach i zachowaniach dzieci dało się zauważyć obawy towarzyszące poruszanej tematyce (np. niebezpieczeństwa wynikające z przelatujących blisko Ziemi asteroid i komet). Podczas zajęć wyjaśniano każde z niebezpieczeństw, podając racjonalne dowody, np. przykłady projektów, które dotychczas wypracowano w obronie przed kosmicznymi kamieniami (np. program DART).

Po zakończeniu serii zajęć ponownie przeprowadzono test EARTH2. Szczegółowe wyniki posttestu zostały zamieszczone w tabeli B w załączniku 2. W tym miejscu dokonam jedynie uogólnienia podstawowych danych. Po zakończeniu zajęć astronomicznych dwa razy więcej uczniów wskazywało na odpowiedzi zbliżone do naukowych (18 na

47 badanych, 38%) i więcej badanych (20 uczniów, 43%) konsekwentnie trzymało się wyobrażenia Ziemi jako kuli.

W porównaniu wyników pretestu i posttestu uwzględniono podział na modele wstępne, uproszczone i naukowe (zgodnie z podziałem Vo-sniadou i Brewera 1992). Do modeli wstępnych zaliczono ilustracje w teście przedstawiające Ziemię jako płaski dysk, z kolei model naukowy przedstawia Ziemię zgodnie z rzeczywistością. Do modeli uproszczonych zaliczano wszystkie pośrednie modele (por. tabele A i B). Brak zmian we wskazaniach dzieci na odpowiedzi w teście – związany z udzielaniem poprawnych odpowiedzi – dotyczył pięciorga dzieci. Zauważono trzy rodzaje zmian w sposobie zaznaczania odpowiedzi między pretestem a posttestem:

- Progres. Zmiany w przechodzeniu od modelu wstępnego do uproszczonego (9) dotyczyły rezygnacji z traktowania Ziemi jako dysku. Z kolei zmiany od modelu uproszczonego do naukowego (36) oraz od modelu wstępnego do naukowego (24) polegały na przyjęciu informacji określających kulisty kształt Ziemi i lokalizację obiektów lub zjawisk. Wszystkie zmiany progresywne polegały na stopniowej rezygnacji z doświadczeń pochodzących z codziennej obserwacji. Odnotowano 69 zmian o charakterze progresywnym.
- Powracanie do poprzednich przekonań² było widoczne w zmianie w sposobie zaznaczania odpowiedzi od modeli uproszczonych do wstępnych (3), od modeli naukowych do wstępnych (6), które były powracaniem do silnego wrażenia traktującego Ziemię jako dysk. Z kolei zmiana z zaznaczonej wcześniej poprawnej ilustracji (model naukowy) do nienaukowego (uproszczonego) (21) jest efektem wciąż kształtującego się pojęcia kształtu Ziemi w strukturze pojęciowej. Razem 30 zmian.
- Brak zmian lub zmiana w obrębie tego samego poziomu modelu nienaukowego (ze wstępnego na inny wstępny i z uproszczonego

² Regres jest określeniem pejoratywnym, związanym z cofaniem się i spadkiem. Tymczasem w procesie uczenia się powracanie do poprzednich przekonań nie zawsze jest zjawiskiem negatywnym i dowodzi konieczności ponownego przepracowania wcześniejszych teorii.

na inny uproszczony) są wyrazem kształtowania się pojęcia kształtu Ziemi (43).

Pięcioro dzieci (11%) na wszystkie pytania w preteście i postteście wskazało na model naukowy, co oznacza, że zanim jeszcze rozpoczęto realizację zajęć edukacyjnych, znały już poprawną odpowiedź. Przyjmując jeden punkt za wskazanie prawidłowej (naukowej) odpowiedzi, można określić średnią liczbę punktów. W preteście wynosiła ona 6,3, a w postteście 7,2.

Wnioski

Przedstawione wyniki badań wskazują na skuteczność zorganizowanej interwencji edukacyjnej. Potwierdza się znaczenie odpowiednio organizowanych zajęć (Özgül 2021; Shaikh i in. 2020; Yalçinkaya-Önder i in. 2020) oraz zajęć wspomagających kształtowanie pojęcia kulistej Ziemi. Omówienie tego zagadnienia wśród pierwszych tematów w programie edukacji astronomicznej stanowi klucz do budowania wyższych pojęć w obszarze astronomii.

Potwierdziły się także dotychczasowe cząstkowe wnioski o skuteczności stosowania konkretnych metod, które zostały użyte w programie *Dziecięca astronomia*. Chodzi o prowadzenie rozmów, w których dzieci mogą konfrontować swoje poglądy, wykorzystanie modeli dydaktycznych i prowadzenie symulacji, a także wykorzystanie programów multimedialnych, w których prezentowane były symulacje naśladujące rzeczywiste ruchy obiektów kosmicznych (Shaikh i in. 2020; Kallery 2011; Vosniadou i in. 2001).

Obserwacje zachowań dzieci przeprowadzone w trakcie realizacji programu dostarczyły dodatkowych informacji o rozwoju zainteresowań dzieci tematyką kosmosu. Przynoszone z własnej woli książki o kosmosie i zadawane pytania są naturalnym objawem zaciekawienia. Dziecięce pytania daleko wykraczały poza tematy zajęć i w większości pochodziły z informacji zasłyszanych z przekazów medialnych. Fakt, że dzieci pytają o lądowanie na Marsie, misje kosmiczne, galaktyki i czarne dziury, wskazuje na zagadnienia, które daleko wykraczają poza program nauczania. Ponieważ znajdują się one w obszarze ich

zainteresowań, powinny wchodzić w skład programu edukacji astronomicznej na miarę współczesnej edukacji.

Rozmowy z dziećmi i stawiane przez nich pytania potwierdziły także pojawienie się obaw dzieci związanych z kosmosem (Raviv, Dadon 2020). Wydaje się, że organizowane zajęcia nie były czynnikiem wyzwalającym, ale pierwszą okazją dzieci do zastanowienia się nad istnieniem niebezpieczeństw kosmicznych. Prowadzone zajęcia stały się okazją do szerszego omówienia lęków i wyjaśnienia działań podejmowanych przez dorosłych zmierzających do uniknięcia niebezpieczeństw. Wynika stąd wnioski dla projektowania działań edukacyjnych, w których należy uwzględnić działania zmierzające do niwelowania dziecięcych obaw. Zagadnienie to wymaga jednak odrębnych, pogłębionych badań.

Bibliografia:

- Autor nieznany. *Pogadanki o niebie i ziemi*. Przeł. H. Wernic. Warszawa: Skład główny w księgarni M. A. Wizbeka, 1897.
- Bubień, A. „O potrzebie ćwiczeń wprowadzających do tematyki o ruchach Ziemi”. *Życie Szkoły* 9 (1975): 43–44.
- Diakidoy, I. A., Vosniadou, S., Hawks, J. D. „Conceptual change in astronomy: Models of the earth and of the day/night cycle in American-Indian children”. *European Journal of Psychology of Education* 12 (1997): 159–184.
- Frède, V. „Comprehension of the night and day cycle among French and Cameroonian children aged 7–8 years”. *Cultural Studies of Science Education* 14 (2019): 587–615.
- Gallegos-Cázares, L., Flores-Camacho, F., Calderón-Canales, E. „Elementary school children’s explanations of day and night”. *Science & Education* 31 (2022): 35–54.
- Jelinek, J. A. *Drogi i bezdroża kształtowania wiedzy astronomicznej u dzieci od czasów Jana Amosa Komeńskiego do czasów dzisiejszych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe Semper, 2022.
- Jelinek, J. A. *Dziecięca astronomia. Intuicje i zarysy pojęć astronomicznych: mity, wyniki badań i wnioski pedagogiczne*. Warszawa: Wydawnictwo APS, 2020.

- Jelinek, J. A. „Rozwój pojęcia kształtu Ziemi u Polskich uczniów w wieku od 10 do 15 lat”. *Forum Pedagogiczne* 2 (2023): 193–206.
- Kampeza, M., Konstantinos, R. „Transforming the representations of pre-school-age children regarding geophysical entities and physical geography”. *Review of Science, Mathematics and Ict Education* 3 (2009): 141–158.
- Kraszewski, J. I. *Świat i ziemia*. Paryż: Księgarnia Luxemburska, Drukarnia Braci Rouge, Dunon i Fresné, 1862.
- Mali, G., Howe, A. „Development of earth and gravity concepts among Nepali children”. *Science Education* 63 (1979): 685–691.
- Nussbaum, J., Novak, J. „An Assessment of Children’s Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews”. *Science Education* 60 (1976): 535–550.
- Özgül, S. G. „Integration of inquiry and play: young children’s conceptual change in astronomy”. *Journal of Inquiry Based Activities* 11 (2021): 1–15.
- Pańków, M. *Nauczanie astronomii*. Warszawa: WSiP, 1982.
- Piaget, J., Inhelder, B. *Psychologia dziecka*. Wrocław: Siedmioróg, 1993.
- Program nauki w 11-letniej szkole ogólnokształcącej. Projekt. Geografia*. Warszawa: PZWS, 1949.
- Raviv, A., Dadon, M. „Teaching astronomy in kindergarten: Children’s perceptions and projects”. *Athens Journal of Education* 7 (2020): 1–22.
- Sačkes, M., Smith, M., Trundle, K. C. „US and Turkish preschoolers’ observational knowledge of astronomy”. *International Journal of Science Education* 1 (2016): 116–129.
- Shaikh, R., Padalkar, S., Stump, G., Sutar, P., Kumar, A. „Learning basic astronomy through an embodied and interactive approach”. *Learning Basic Astronomy through an Embodied and Interactive Approach* 3 (2020): 463–474.
- Straatemeier, M., van der Maas, H., Jansen, B. „Children’s knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach”. *Journal of Experimental Child Psychology* 4 (2008): 276–296.
- Vosniadou, S. „Capturing and modeling the process of conceptual change”. *Learning and Instruction* 4 (1994): 45–69.
- Vosniadou, S., Brewer, W. „Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood”. *Cognitive Psychology* 24 (1992): 535–585.
- Vosniadou, S., Brewer, W. „Mental Models of the Day/Night Cycle”. *Cognitive Science* 18 (1994): 123–183.

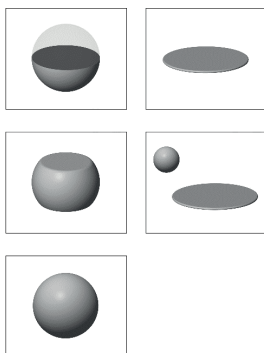
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., Papademetriou, E. „Designing learning environments to promote conceptual change in science”. *Learning and Instruction* 11 (2001): 381–419.
- Yalcinkaya-Önder, E., Timur, B., Özeş, B., Timur, S. „Astronomy education for preschool children: Exploring the sky”. *International Electronic Journal of Elementary Education* 12 (2020): 383–389.

Załącznik 1
Test *Earth Representation Test for Children*, version 2
(EARTH2)

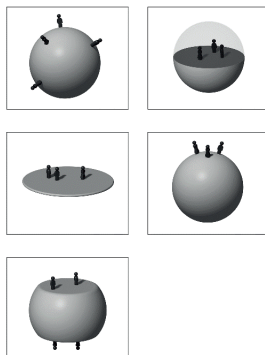
Straatemeier, M., van der Maas, H. V., Jansen, B. R. Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal Experimental Child Psychology* 100 (2008): 276–296.

Przedstawiając poniższe pytania, pominięto pytanie wstępne „zaznacz kota”. Pytania zostały przetłumaczone na język polski z języka angielskiego.

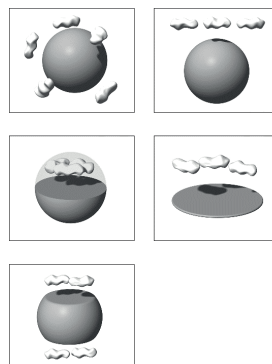
1. Jak wygląda Ziemia?



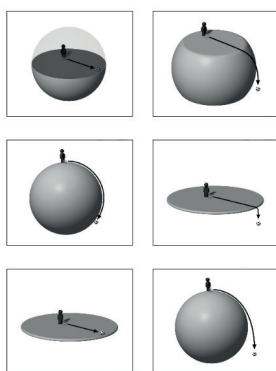
2. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?



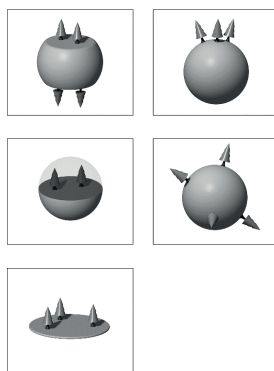
3. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?



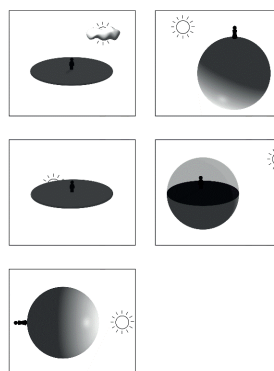
4. Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?



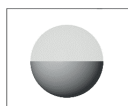
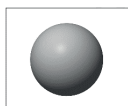
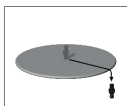
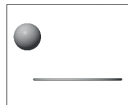
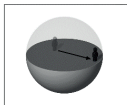
5. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?



6. Gdzie jest Słońce w nocy?

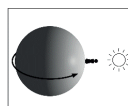
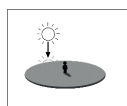
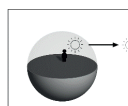
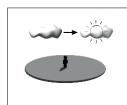
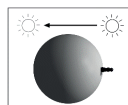


7. Co się stanie,
jeśli będzie szedł prosto
w jednym kierunku
przez bardzo długi czas?



8. Który obrazek najlepiej
przypomina Ziemię?

9. Który obrazek najlepiej
pokazuje, jak zapada noc?



Załącznik 2

Tabela A. Rozkład odpowiedzi w teście przed rozpoczęciem interwencji edukacyjnej (pretest)

Test EARTH2. Pytania:	Model wstępny		Uproszczony model			Naukowy model
	płaska Ziemia	wydrążona	podwójna	spłaszczona	bez grawitacji	naukowa
1. Jak wygląda Ziemia?	0	0	1	3	nie dotyczy	43
2. Który obrazek najlepiej przedstawia Ziemię, na której żyją ludzie?	4	4	nie dotyczy	0	4	35
3. Który obrazek najlepiej przedstawia, gdzie są chmury?	7	3	nie dotyczy	0	5	32
4. Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, którą mocno kopnie gigant?	6 (nie spada z Ziemi)	1 (spada z Ziemi)	nie dotyczy	1	13	24
5. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	3	4	nie dotyczy	0	7	33
6. Gdzie jest Słońce w nocy?	11 (zachód Słońca)	1 (chmury)	nie dotyczy	nie dotyczy	3	31
7. Co się stanie, gdy będzie szedł prosto przez bardzo długi czas w jednym kierunku?	6 (nie spada z Ziemi)	2 (spada z Ziemi)	nie dotyczy	0	2	36
8. Który obrazek najlepiej pokazuje Ziemię?	0	0	0	0	nie dotyczy	47
9. Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	21 (zachód Słońca)	1 (chmury)	nie dotyczy	nie dotyczy	8	17

Tabela B. Rozkład odpowiedzi w teście po zakończeniu interwencji edukacyjnej na temat kształtu Ziemi (posttest)

Test EARTH2. Pytania:	Model wstępny		Uproszczony model			Naukowy model
	płaska Ziemia	wydrażona	podwójna	płaska Ziemia	wydrażona	podwójna
1. Jak wygląda Ziemia?	1	0	3	3	nie dotyczy	40
2. Który obrazek najlepiej przedstawia Ziemię, na której żyją ludzie?	3	2	nie dotyczy	0	1	41
3. Który obrazek najlepiej przedstawia, gdzie są chmury?	4	2	nie dotyczy	0	3	38
4. Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, którą mocno kopnie gigant?	4 (nie spada z Ziemi)	1 (spada z Ziemi)	nie dotyczy	0	0	37
5. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	4	1	nie dotyczy	0	3	39
6. Gdzie jest Słońce w nocy?	5 (zachód Słońca)	1 (chmury)	nie dotyczy	nie dotyczy	2	38
7. Co się stanie, gdy będzie szedł prosto przez bardzo długi czas w jednym kierunku?	4 (nie spada z Ziemi)	0 (spada z Ziemi)	nie dotyczy	0	1	39
8. Który obrazek najlepiej pokazuje Ziemię?	0	0	1	0	nie dotyczy	46
9. Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	9 (zachód Słońca)	2 (chmury)	nie dotyczy	nie dotyczy	12	22