

Dziecięca astronomia

Dominujące modele umysłowe kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy u dzieci od 5 do 10 roku życia

Jan Amos Jelinek

DOI: 10.24131/3247.180304

Streszczenie:

Kształt Ziemi, lokalizowanie ludzi na płaszczyźnie planety i wyjaśnienie zjawiska kształtu Ziemi to jedne z kluczowych zagadnień do przyjęcia przez dzieci naukowych wyjaśnień dotyczących astronomii. Na podstawie badań (Jelinek, 2017) ustalono, że modele umysłowe polskich dzieci są podobne do tych przedstawianych przez dzieci w innych krajach (Vosniadou i Brewer 1992; 1994). W tym artykule przedstawiono badania mające na celu ustalić częstość występowania poszczególnych modeli umysłowych w różnych grupach wiekowych (N=444). Badania wykazały, że wraz z wiekiem rośnie liczba prawidłowych wskazań na modele naukowe. Już 15,2% badanych dzieci pięcio- i sześciolletnich podaje naukowe wyjaśnienia dotyczące omawianych zagadnień astronomicznych. Z kolei 1/3 badanych dzieci dziewięcio- i dziesięcioletnich nie potrafi prawidłowo wyjaśnić zjawiska dnia i nocy.

Słowa kluczowe: dziecięca astronomia, modele umysłowe, pojęcia astronomiczne, dzieci w wieku przedszkolnym, uczniowie klas I-II, teorie wyjaśniające, naiwne teorie.

otrzymano: 30.07.2018; przyjęto: 5.09.2018; opublikowano: 31.03.2019



dr Jan Amos Jelinek: Katedra Pedagogiki Małego Dziecka, Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej w Warszawie

Zjawiska astronomiczne nie należą do łatwych w codziennej obserwacji. Z kolei wnioski, które z nich wynikają nie są intuicyjne. Spoglądając w niebo dzieci nie zawsze mogą zobaczyć Księżyc i gwiazdy, a ruch Słońca na dziennym niebie jest tylko pozorny. Aby zrozumieć rzeczywisty sposób poruszania się obiektów niebieskich trzeba przyjąć, że to Ziemia porusza się dookoła Słońca, a nie na odwrót. Paradygmat ten przez całe stulecia wyznaczał granice między potocznym i naukowym postrzeganiem obiektów i zjawisk astronomicznych. Choć wyobrażenie Ziemi krążącej wokół Słońca (model heliocentryczny) został zaprezentowany już w starożytności (patrz: Arystarch z Samos w III w. p.n.e., Seleukos z Seleucji w II w. p.n.e.) to jednak matematycznie został udowodniony dopiero w XVI wieku przez Mikołaja Kopernika (1473-1543) i mimo to wyobrażenie Ziemi znajdującej się w centrum wszechświata do dziś dnia jest podważane (np. przez Członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi, por. Universal Zetetic Society).

Dzieci, podobnie jak dorośli, również tworzą wyobrażenia budowy Wszechświata. Bazują na informacjach zdobytych od dorosłych, zasłyszanych w przekazach medialnych oraz samodzielnych obserwacjach (Vosniadou i Brewer 1992). Tworzą wyobrażenia, które bardziej lub mniej przypominają naukowe wyjaśnienie. Mimo, że od kilku stuleci w nauce przyjmuje się model heliocentryczny to niestety zdarza się, że nawet dorośli opisują Układ Słoneczny w sposób sprzeczny z aktualnie obowiązującą teorią. Bywa, że tego typu wyjaśnienia są

Artykuł zawiera fragmenty pochodzące z następujących artykułów: Jelinek J.A. (2017), *Dziecięca astronomia. Rozumienie dziecięcych wyjaśnień jako punkt wyjścia do organizowania dydaktyki*. W: *Kategorie (nie)obecne w edukacji*, red. Agnieszka Domagała-Kręcioch, Bożena Majeranek, Kraków: Wydawnictwo Impuls, s. 153-176; Jelinek J.A., *Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych*, w: *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 2016/1, s. 45-52; Jelinek J.A., *Dziecięca astronomia. Jak dzieci rozumieją swoje miejsce na Ziemi, kształt Ziemi i jej miejsce w przestrzeni kosmicznej*, *Blżej Przedszkola* nr 7-8.166-167/2015, s. 78-82.

wynikiem korzystania ze skrótu myślowego (np. mówimy Słońce zaszło za chmurami zamiast powiedzieć chmury zasłoniły Słońce) albo są efektem niewiedzy lub przetrwałych naiwnych przekonań. Na przykład błędnie wyjaśnia się przyczynę zjawiska pór roku zmianą odległości Słońca względem Ziemi (Jelinek 2016). Tego typu wyobrażenie wynika zapewne z zapamiętania schematycznie zobrazowanego Układu Słonecznego, w którym błędnie prezentowana jest odległość między obiektami niebieskimi. Przekaz medialny – jako źródło informacji – również nie jest odpowiedni. Przekaz często jest niedostosowany do możliwości poznawczych dzieci. Oglądając program popularnonaukowy dziecko nie postrzeże w nim rzeczywistego kształtu Układu Słonecznego, a z przekazu wybiera tylko to co akurat pasuje do jego wyobrażenia. Innymi słowy dzieci, dysponując ogromną liczbą danych na temat obiektów i zjawisk astronomicznych mają duże trudności w przyjęciu skomplikowanego obrazu Układu Słonecznego. Taki wniosek wysunęli dotychczasowi badacze na temat stanu dziecięcej wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych (Novak i Nossbaum, 1976; Ganesh, Mali i Howe, 1979; Vosniadou i Brewer 1992).

Pierwsze badania nad dziecięcymi wyobrażeniami astronomicznymi realizowane były wśród uczniów szkoły podstawowej (Nussbauma i Novaka, 1976; Vosniadou i Brewera, 1992; Vosniadou, 1994). Ponieważ okazywało się, że już najmłodszy badani podawali prawidłowe odpowiedzi dlatego zaczęto badać coraz to młodsze dzieci. Szybko upewniono się, że już starsze dzieci przedszkolne (pięcio- i sześciolletnie) przejawiają wyobrażenia zbliżone do naukowego (Nobes, Martin i Panagiotaki, 2005; Kampeza i Ravanis, 2009; Saçkesa, 2015; Jelinek, 2017). Ustalono, że jeszcze zanim dzieci przekroczą próg szkoły dysponują możliwościami poznawczymi, które pozwalają im wyjaśnić własnymi słowami relacje panujące między Słońcem, Księżycem

i Ziemią dla wyjaśnienia np. zjawiska dnia i nocy. Dziecięce opisy kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi są niekiedy tak podobne do siebie, że dają się grupować wyznaczając w ten sposób pewne trendy w sposobie wyjaśniania zjawisk astronomicznych (Vosniadou i Brewer, 1992). Obecnie uznaje się, że podobne do siebie wyjaśnienia stanowią pewnego rodzaju modele umysłowe (mental models). Niestety, w literaturze przedmiotu zagadnienie to wciąż nie ma jednego określenia. W polskiej literaturze zagadnienie modeli umysłowych lokalizuje się w psychologii rozwojowej, w nurcie badań konstruktywistycznych. Polskie badania podążają jednak w kierunku teorii umysłu, a więc ustalania mechanizmu rozumienia skomplikowanych relacji osobowościowych. Tymczasem opisane w tym artykule badania oscylują wokół teorii budowanych przez dzieci dla wyjaśnienia zjawisk otaczającego świata. W tym kontekście prowadzi się badania dla opisanai naiwnych teorii w zakresie m.in. biologii (Carey, 1985), i fizyki (McCloskey, 1983).

W tym nurcie badawczym czerpie się z ustaleń Jeana Piageta (2006), który starał się opisać dziecięce sposoby budowania wiedzy. Tłumaczył on wyjaśnienia dziecięce jako synkretyczne, a więc dowolne łączenie informacji (tak wyjaśnił animizm i artyficyalizm). Piaget tłumacząc dziecięcy trend do ożywiania przedmiotów (animizm) wskazuje, że jest to tendencja, a więc typowe zachowanie. Podobnie jest z wyjaśnianiem pochodzenia przedmiotów (artyficyalizm). Polskie badania bazujące na tego typu ujęciu nierzadko potwierdzają ustalenia Piageta. Na przykład Danuta Al-Khamizy (1996) badając wśród sześciolatek stan pojęć przyrody nieożywionej (w tym pojęć astronomicznych) potwierdziła obecność animistycznego i artyficylistycznego myślenia u dzieci kończących przedszkole. Jednakże współcześnie tego typu tłumaczenie dziecięcego sposobu opisywania świata przestaje wystarczać. Nie wiadomo bowiem jak

interpretować dla praktyki pedagogicznej informację, że dziecko w pewnym okresie życia tłumaczy obecność obiektów niebieskich na niebie jako tworzonych przez człowieka, lub zmianę faz Księżyca jako efekt pracy człowieka na jego powierzchni (Piaget, 2006). Stefan Szuman (1939) tłumaczy, że być może są one w jakiś sposób dziecku potrzebne, jednakże zaznacza, że nie należy tolerować „zbyt długo” pojęć naiwnych.

Drugi nurt badań zupełnie inaczej spogląda na dziecko. Nurt ten koncentruje się wokół modeli umysłowych, również bazujący na myśli konstruktywistów porównuje dzieci do naukowców. Zakłada, że dzieci przychodząc na świat dysponują wewnętrznym mechanizmem przetwarzania informacji (Carey, 1985; Gopnik, 1992; diSessa, 1998; Vosniadou, 2013). Dla jednych mechanizm ten pozwala traktować dzieci jako małych naukowców (Gopnik, 1992) dla innych jest on tylko kolejną formą poznawania rzeczywistości (Carey, 1985). Dzięki przetwarzaniu danych powstają teorie wyjaśniające. Zdaniem Alison Gopnik teorie dziecięce powstają dla wyjaśnienia zjawisk. W chwili, gdy taka teoria przestaje opisywać rzeczywistość dzieci zmieniają teorię. Innego zdania jest Susan Carey (1985). Uważa ona, że proces tworzenia teorii przez dzieci jest bardziej przypadkowy i jest podobny do odkryć pod wpływem chwili opisywanych przez Thomasa Kuhna (Kuhn, 2001). Andrea diSessa uważa, że dzieci nie dysponują stałymi teoriami (jak twierdzi Gopnik), raczej budują wyjaśnienia pod wpływem chwili, za każdym razem na nowo zestawiając informacje (por. Theory Knowledge in Pieces, diSessa, 1998). Z kolei Stella Vosniadou uważa, że niektóre części teorii są stałe (tak jak rama), a jedynie elementy całej teorii ulegają zmianie (por. Framework Theory, Vosniadou, 2013). Ta ostatnia teoria wydaje się mieć potwierdzenie w badaniach nad obrazowaniem mózgu (Masson i wsp., 2014). Badania te wskazują, że ludzie nie rezygnują z poprzednich sposobów wyjaś-

nień a jedynie nadpisują je nowymi. Założenia te wydają się potwierdzać, gdy budujemy wyjaśnienie tu i teraz. Umysł konstruuje odpowiedź korzystając z informacji, które wydają się być oczywiste. W przypadku zjawisk astronomicznych na co dzień oglądany jest płaski horyzont i (pozorny) ruch Słońca na nieboskłonie. Nic zatem dziwnego, że w chwilach, gdy trzeba zbudować nagłą odpowiedź konstruowane są wyjaśnienia zbliżone do prymitywnych, wstępnych modeli umysłowych. Gdy umysł ma więcej czasu do zastanowienia, dysponuje odpowiednimi informacjami i wystarcza mu woli by w chwili napięcia (np. w sytuacji trudnej) dokonać analizy dostępnych informacji jest w stanie skonstruować odpowiedź zbliżoną do naukowej. Pod tym względem dzieci wydają się szczególnie wrażliwe. Mimo, że wiele z nich dysponuje już wiedzą zbliżoną do naukowej to jednak ulegają napięciu i pod wpływem chwili analizują tylko te dane oczywiste, dostępne z bezpośredniej obserwacji.

W chwili obecnej nie potrafimy wyjaśnić w jaki sposób dzieci zmieniają swoje przekonania, a więc do końca wyjaśnić naturę teorii wyjaśniających. W przypadku wyjaśniania zjawisk astronomicznych możemy jedynie w zarysie opisać jak dzieci nabywają wiedzę o wszechświecie. Co ważniejsze, ustalenia te pochodzą z badań przeprowadzanych w obcych kulturowo krajach np. Grecji, Holandii, Anglii, Turcji i Indii (więcej: Jelinek, 2017). Ponieważ system edukacji, formy wsparcia rodzicielskiego, a także pozaszkolny system wspierania rozwoju dzieci i dostęp do informacji naukowych mogą być inne od naszego, dlatego nie należy traktować tych informacji jako dane, które będą odpowiadać polskim warunkom. Program badań Dziecięca astronomia, który realizuję od 2014 roku ma na celu przybliżyć problem edukacji astronomicznej i wyjaśnić dziecięcy fenomen poznawania zjawisk w tym obszarze przyrody (Jelinek, 2015).

Dotychczasowe badania przeprowadzone wśród polskich dzieci (Jelinek, 2016) wskazały, że dysponują one wyobrażeniami nie odbiegającymi w rażąco odmienny sposób od modeli umysłowych opisanych przez Vosniadou i Brewera (1992). Podobieństwo modeli pozwala traktować – w moim rozumieniu – narzędzia opracowane na bazie tych modeli umysłowych jako narzędzia przesiewowe. Narzędziem takim jest np. test EARTH2 (EArth Representation Test for cHildren, Test Reprezentacji Ziemi dla dzieci), który wykorzystałem w badaniach opisanych w tym rozdziale. Ze względu na formę testową pozwala w szybki sposób ustalać dziecięce przekonania astronomiczne.

Polskie badania pokazały asymetrię i różnice indywidualne u polskich dzieci w zakresie wyobrażeń i wiedzy astronomicznej. Wiemy, że niektóre przedszkolaki potrafią – w sposób zbliżony do naukowego – wyjaśnić pewne zjawiska astronomiczne (np. zjawisko dnia i nocy). Z drugiej strony ustalono także, że spora liczba uczniów w klasie drugiej twierdzi z przekonaniem, że Ziemia jest płaska a ludzie żyją na góry dysku. Te skrajne różnice w wyobrażeniach i poglądach dzieci są dowodem – z jednej strony – na gotowość dziecięcego umysłu na poznawanie zjawisk astronomicznych, a z drugiej na wielkie zaniedbania pedagogiczne w tym zakresie. Ponieważ jednak dotychczasowe badania obejmowały dwie grupy dzieci (najstarszych przedszkolaków i uczniów z klasy II) obecny stan wiedzy astronomicznej dzieci pokazuje – mówiąc obrazowo – tylko dwa punkty na skali rozwojowej. Ani liczba dzieci objętych dotychczasowymi badaniami ani dwie grupy wiekowe nie pozwalają ustalić jaki kierunek przyjmują zmiany modeli umysłowych. Nie można także ustalić jakie czynniki mogą wpływać na zdobywanie wiedzy astronomicznej. Ustalenie tego obszaru badawczego znajdowało się w obszarze zadań badawczych opisanych w artykule.

Program badań

Jednym z zasadniczych celów przeprowadzonego badania¹ było ustalenie jak kształtują się pojęcia i wyobrażenia astronomiczne starszych przedszkolaków i małych uczniów. Wśród celów szczegółowych było ustalenie wpływu takich zmiennych jak: wiek, płeć i środowisko pochodzenia. Badaniami objąłem grupę 444 dzieci. Badanymi byli dzieci w wieku od 5 do 10 roku życia. Wśród dzieci w wieku pięciu i sześciu lat było 99 osób, w wieku siedmiu i ośmiu lat było 242, a w wieku dziewięciu i dziesięciu lat 103 osoby. Średnia wieku wyniosła 7,5 roku życia. Wśród badanych było 252 chłopców i 192 dziewczynki. 206 dzieci pochodziło ze średniej wielkości podwarszawskiego miasta, a pozostałe 238 dzieci z oddalonej o 10 km wsi.

Do zrealizowania pierwszego celu badawczego przeprowadziłem test przesiewowy EARTH2. Narzędzie to przeznaczone jest dla dzieci w wieku od 4 do 16 roku życia. Test zawiera 9 pytań, które przekazywane są dzieciom w formie sześciostronicowej broszury. Badacz czyta pytania, a zadaniem dzieci jest zaznaczyć jedną z ilustracji. Przygotowując pytania autorzy testu posłużyli się modelami umysłowymi kształtu Ziemi opisanymi przez Vosniadou i Brewera (1992). Tym samym dzieci udzielając odpowiedzi na pytania (np. jak wygląda Ziemia, gdzie mieszkają ludzie na Ziemi, gdzie są chmury, co się stanie z piłką kopniętą przez olbrzyma itd.) dzieci zaznaczają ilustrację odpowiadającą modelom umysłowym. Wśród modeli znajdują się: (1) model naukowy „kulistej Ziemi”, (2) model wstępny „płaskiej Ziemi”, i modele uproszczone (3) model „spłaszczonej Ziemi”, (4) model „pustej Ziemi”, (5) model „kulistej Ziemi, na której życie odbywa się tylko u góry”.

¹ Badania zrealizowano dzięki dofinansowaniu Narodowego Centrum Nauki (nr grantu: 2017/01/X/HS6/01980).

Ponieważ test został przeprowadzony w maju i czerwcu wszyscy nauczyciele deklaruowali, że zrealizowali już zagadnienia astronomiczne. Uznając zatem, że wynik testu przedstawia nie tylko efekt codziennych doświadczeń, zasób dziecięcych informacji zdobytych przez dzieci w czasie oglądania programów telewizyjnych i wysłuchując wyjaśnień rodziców, ale również skuteczność nauczania treści astronomicznych w przedszkolach i szkołach, w których prowadzono badania. Wynik tego zadania badawczego (stanowiącego fazę pretestu całego programu badawczego) świadczy o stanie wiedzy badanych dzieci kończących przedszkole, klasę pierwszą, drugą i trzecią. Uwzględnienie większej liczby dzieci i większej liczby okresów rozwojowych niż w pierwszym badaniu (Jelinek, 2017) pozwoliła ustalić częstość występowania poszczególnych modeli umysłowych, a także skonstruować opis tendencji rozwojowej w zakresie wyjaśnień astronomicznych.

Wyniki

Wśród wielu zebranych informacji w artykule przedstawię trzy zagadnienia stanowiące podstawę wiedzy astronomicznej u dzieci: (1) kształt Ziemi, (2) lokalizację ludzi na Ziemi i (3) zjawisko dnia i nocy.

Kształtowanie się wyobrażenia kształtu Ziemi wśród dzieci od 5 do 10 r.ż.

Oglądana na co dzień płaska linia horyzontu sugeruje jakoby Ziemia była dyskiem. Mimo to, zdecydowana większość badanych dzieci (98,6%) – w pierwszym pytaniu testowym – stwierdziła, że Ziemia ma kształt kuli. W innym pytaniu (8) zdanie to potwierdziło 95,9% badanych dzieci. Innymi słowy dysponując różnymi ilustracjami kształtu Ziemi – od horyzontalnego (obserwowanego na co dzień), poprzez modele pustej Zie-

mi (koncepcji żywej jeszcze w XIX wieku), i spłaszczonej Ziemi, po model naukowy przedstawiający Ziemię jako kulę, dzieci nie mają kłopotu z wyborem właściwego kształtu Ziemi. Szczegółowe informacje na temat porównania wypowiedzi dzieci w dwóch pytaniach testowych przedstawiłem w tabeli 1.

Jak się zaraz okaże dzieci, które wcześniej były przekonane, że Ziemia jest kulą zmieniały swoje wyobrażenie tylko po to, aby zaznaczając ilustracje z innym kształtem planety lepiej dopasować odpowiedź do swojego wewnętrznego wyjaśnienia. I tak, udzielając odpowiedzi na wszystkie pytania z 444 dzieci tylko 30,2% we wszystkich pytaniach testowych zaznaczyło Ziemię jako kulę.

Wydaje się, że wyobrażenie kulistej Ziemi jest określeniem semantycznie pustym. Dzieci, które wielokrotnie słyszą, że Ziemia jest okrągła, widzą w telewizji obraz kolorowej Ziemi na tle czarnego kosmosu, a w dłoni nauczyciela oglądają kulisty globus wiedzą, że Ziemia kształtem przypomina piłkę. Taki też obraz zaznaczają na ilustracji w teście. Jednakże, gdy dochodzi do zinterpretowania elementów tego obrazu, np. położenia ludzi, drzew i chmur, ustalenia jak będzie poruszał się człowiek idący cały czas w jednym kierunku, piłka kopnięta przez olbrzyma i jaka jest relacja Ziemia-Słońce – wówczas dzieciom łatwiej wyjaśnić to zjawisko korzystając z bardziej życiowych, codziennych, a przez to także prymitywnych, naiwnych doświadczeń. Tu też pojawiają się ich rzeczywiste kompetencje. Innymi słowy, wiele dzieci zapytanych jaki Ziemia ma kształt bez wahania odpowiadają, że okrągły jednak to czy rzeczywiście takim kształt przyjmują za wyznacznik elementów składowych tego wyobrażenia będzie oceną diagnostyczną ich kompetencji astronomicznych. Jak bowiem wskazały badania wraz z wiekiem wzrasta liczba dzieci, które prawidłowo wyobrażają sobie Ziemię udzielając odpowiedzi we wszystkich pytaniach



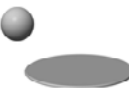

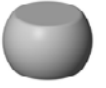

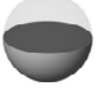



Pytanie 1	Liczba wskazań razem	Pytanie 8	Liczba wskazań*	Płeć**		Środowisko**		Wiek**		
				Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5, 6-	7, 8-	9, 10-
	438 98,6%		426 95,9%	242 94,9%	184 97,4%	200 97,1%	226 95%	94 94,9%	231 95,5%	101 98,1%
	4 0,9%		2 0,5%	0 0%	2 1,1%	0 0%	2 0,8%	0 0%	1 0,4%	1 1%
	1 0,2%		0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
	0 0%		0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
	1 0,2%		1 0,2%	1 0,4%	0 0%	0 0%	1 0,4%	0 0%	1 0,4%	0 0%

Tabela 1. Porównanie odpowiedzi na pytanie pierwsze (jak wygląda Ziemia, na której mieszkają wszyscy ludzie?) i ósme (który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?)

* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 6 i 9 wskazały ten sam model.

** Dane liczbowe odnoszą się wyłącznie do osób, które w obu pytaniach (6 i 9) wskazały ten sam model.

Ilustracje użyte w tabeli pochodzą z testu EARTH2. Źródło: opracowanie własne.

(z 15,2% wśród dzieci pięcio- i sześciolletnich, poprzez 28,1% dzieci siedmio- i ośmioletnich do 49,5% dzieci dziewięcio- i dziesięcioletnich).

Kształtowanie się wyobrażenia lokalizacji ludzi żyjących na Ziemi wśród dzieci od 5 do 10 r.ż.

Wraz z wiekiem rośnie także liczba dzieci, które prawidłowo lokalizują ludzi na Ziemi. Wśród najstarszych






przedszkolaków było ich już 48,5%, wśród dzieci rozpoczynających naukę szkolną (siedmio-, ośmiolatków) 61,2%, a wśród najstarszych badanych dzieci było 79,6% dzieci. Szczegółowe wyniki badań w tym zakresie zostały zaprezentowane w tabeli 2.

Liczba wskazań na modele uproszczone i wstępne (horyzontalny) nika wraz z wiekiem. Choć w pytaniu pierwszym – o kształt Ziemi – zdecydowana większość

Tabela 2. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie (drugie), który obrazek najlepiej pokazuje ludzi żyjących na Ziemi?

* Wartości procentowe odnoszą się do wszystkich badanych dzieci w określonej kategorii. Ilustracje użyte w tabeli pochodzą z testu EARTH2.

Źródło: opracowanie własne.

Model umysłowy	Liczba wskazań razem	Płeć *		Środowisko *		Wiek *		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5, 6- latki	7, 8- latki	9, 10- latki
	278 62,6%	153 60%	125 66,1%	135 65,5%	143 60%	48 48,5%	148 61,2%	82 79,6%
	99 22,3%	61 23,9%	38 20,1%	43 20,9%	56 23,5%	31 31,3%	57 23,6%	11 10,7%
	5 1%	4 4%	1 0,4%	0 0%	5 2,1%	2 2%	3 1,2%	0 0%
	26 5,9%	13 4,7%	13 6,9%	14 6,8%	12 5%	3 3%	17 7%	6 5,8%
	36 8%	24 9%	12 6,3%	22 9,2%	14 6,8%	12 12,1%	17 7%	4 3,9%

dzieci wskazała, że Ziemia jest kulą o tyle tutaj, gdy miały zlokalizować, gdzie na tej Ziemi mieszkają ludzie wiele z nich (37,4%) zrezygnowało z kulistego wyobrażenia. Dowodzi to, że wyobrażenie kształtu Ziemi wydaje się być ramą nowo tworzącej się teorii wyjaśniającej (wg teorii ram; Vosniadou, 2013). Nim dzieci zbudują jej pełną wersję muszą jeszcze „przenieść” wszystkie elementy przynależne do tego wyobrażenia (np. ludzi). Ze względu na ograniczone możliwości wydawnicze przedstawiłem tutaj w sposób skrótowy problem lokalizacji ludzi jednak w podobny sposób problem ten dotyczy także położenia drzew i chmur, sposobu poruszania się ludzi i obiektów nieożywionych (np. kopniętej piłki). Do momentu aż dzieci nie zbudują prawidłowego wyobrażenia wszystkich elementów przynależnych do płaszczyzny kulistej Ziemi do tego czasu dzieci nie będą przejawiać wyobrażenia naukowego.

Tymczasem przenoszenie tych elementów wymaga rozwiązywania problemów poznawczych, tj. wyobrażenia sobie sposobu działania siły grawitacji. Jak wykazały badania Josepha Nussbauma i Josepha Novaka (1976) dzieci początkowo wyobrażają sobie, że źródło tej siły znajduje się głęboko poniżej Ziemi i na pytanie jak zachowałby się przedmiot wrzucony do tunelu przekopanego przez całą Ziemię wskazali oni, że przeleci przez planetę i będzie leciał dalej. Dopiero później dzieci zaczynają sobie wyobrażać, że źródło tej siły znajduje się na dnie kuli (po drugiej stronie kulistej Ziemi), a na końcu – w jej środku.

Kształtowanie się wyobrażenia zjawiska dnia i nocy wśród dzieci od 5 do 10 r.ż.

Na co dzień dzieci doświadczają (pozornego) ruchu Słońca na niebie. W zależności od dostępnych materia-

łów dzieci w różny sposób wyjaśniają ten ruch. Dysponując kartką papieru tłumaczą, że porusza się ono po linii prostej (np. wzdłuż krawędzi kartki), gdy dysponują grudką plasteliny wskazują, że przybliży się ono do Ziemi i oddala od niej (Jelinek, 2017). Z tego względu nim dzieci zaczną budować naukowe wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy najpierw muszą zrezygnować z geocentrycznego modelu Układu Słonecznego. Tymczasem, udzielając w teście odpowiedzi na pytanie, który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc, 1/5 badanych dzieci (20,7%) wydaje się prawidłowo wyobrażać ten fenomen. Szczegółowy wykaz odpowiedzi na to pytanie przedstawiłem w tabeli 3.

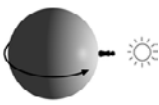
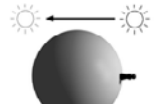
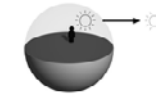

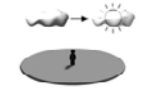
Wśród dzieci, które udzieliły prawidłowej odpowiedzi było 13,1% starszych przedszkolaków, 18,6% dzieci siedmio- i ośmioletnich oraz 33% dziewięcio- i dziesięcioletnich. Pozostałe dzieci wskazały, że za powstawanie dnia jest odpowiedzialny ruch Słońca. Największa grupa badanych (39,6%) wskazała obserwowane na co dzień zjawisko dnia i nocy, w którym słońce zachodzi za horyzont. Potwierdza to jak istotne znaczenie mają codzienne doświadczenia w wyjaśnianiu tak skomplikowanych zjawisk jak astronomiczne. Ponadto niewielki procent poprawnych odpowiedzi (dodam, że był on najniższy ze wszystkich uzyskanych w teście) dowodzi, że zjawiska te są najtrudniejszymi do wyjaśnienia u dzieci w każdym badanym wieku.

Dane te po raz kolejny potwierdzają teorie ram Vosniadou wszak budowanie wiedzy astronomicznej wydaje się być uporządkowane według zasady od tego co najbliższe do tego co najdalsze. Kiedy już dzieci zbudują w swoim umyśle prawidłowe wyobrażenie kształtu Ziemi, muszą zacząć „przenosić” (z wcześniejszego, płaskiego wyobrażenia) na kuliste lokalizacje obiektów znajdujących się na płaszczyźnie, a następnie wyobrażać sobie ich sposób poruszania. Dopiero dysponując takim wyobrażeniem będą w stanie wyobrazić sobie

Tabela 3. Rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie (dziewięte) który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?

* Wartości procentowe odnoszą się do wszystkich badanych dzieci w określonej kategorii. Ilustracje użyte w tabeli pochodzą z testu EARTH2.

Źródło: opracowanie własne.

Pytanie 9	Liczba wskazań razem	Płeć*		Środowisko*		Wiek*		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5, 6- latki	7, 8- latki	9, 10- latki
	92 20,7%	63 24,7%	29 15,3%	46 22,3%	46 19,3%	13 13,1%	45 18,6%	34 33%
	111 25%	65 25,5%	46 24,3%	57 27,7%	54 22,7%	14 14,1%	66 27,3%	31 30,1%
	26 5,9%	12 4,7%	14 7,4%	9 4,4%	17 7,1%	13 13,1%	11 4,5%	2 1,9%
	176 39,6%	95 37,3%	81 42,9%	73 35,4%	103 43,3%	47 47,5%	97 40,1%	32 31,1%
	39 8,8%	20 7,8%	19 10%	21 10,2%	18 7,6%	12 12,1%	23 9,5%	4 3,9%

sposób działania promieni słonecznych na powstawanie dnia i nocy.

Wnioski i dyskusja

Przypomnę, że w obowiązującej w szkołach podstawowych podstawie programowej (2017) widnieje zapis, że dzieci do klasy III wystarczy, jeśli wyjaśnią zjawisko nocy jako efekt zachodu Słońca. W oparciu o zrealizowane badania, a przytoczone tutaj w formie skróconej, zapis ten wydaje się być zdecydowanie zbyt ograniczający. Wszak edukacja nie powinna iść po śladzie uczenia, ale „o krok” wyprzedzać rozwój dziecka. Jeśli 1/3 dzieci dziewięcio- i dziesięcioletnich potrafi wyjaśnić

to skomplikowane zjawisko, nie mając – w przedszkolu i szkole – możliwości poznać go w całości, należy zastanowić się nad przeformułowaniu programów nauczania tak, aby dzieci nie musiały utrzymywać tego wstępnego modelu umysłowego. Wszak wysoki poziom prawidłowych odpowiedzi w innych pytaniach dowodzi, że są one zainteresowane i gotowe umysłowo, aby przyjąć tak abstrakcyjne zjawiska jak astronomiczne. Gotowość w równym stopniu okazała się dotyczyć chłopców i dziewczynek, dzieci z miasta jak i ze wsi. W obu tych zmiennych wyniki badań okazały się być podobne.

Wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań porównałem z wynikami ustalonymi przez Marthe Strate-meier, Han van der Maasa i Brenda Jansena (2008),

autorów testu EARTH2. Swoje badania przeprowadzili w Holandii wśród 381 dzieci w wieku od 4 do 9 roku życia. Ponieważ wiek życia respondentów holenderskich jest niższy, dlatego porównując wartości procentowe (tylko takie zostały podane przez autorów) należy je mieć na względzie oceniając różnice w wynikach testu. W tabeli 4. wśród przykładów podaję tylko odpowiedzi naukowe.

Porównanie wyraźnie pokazało, że polskie dzieci mają większe kompetencje astronomiczne. Dla przykładu porównując wyłącznie prawidłowe odpowiedzi okazało się, że polskie dzieci wskazały więcej prawidłowych odpowiedzi niż dzieci holenderskie. Jednakże – jak już wskazałem różnica ta może wynikać z różnicy wieku badanych dzieci (sięgająca jednego roku życia). Może być zatem tak, że polskie dzieci w niczym nie różnią się od dzieci z innych krajów. Szczególnie, że tam, gdzie polskie dzieci miały największe trudności (tj. wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy) tam dzieci holenderskie również popełniały więcej błędów. Innymi słowy wyniki obu grup dzieci, mimo, że pochodzą one ze stosunkowo odrębnych okręgów kulturowych utrzymują one podobny poziom udzielanych odpowiedzi.

Dotychczasowe badania, będące kontynuacją badań z 2017 roku, pozwoliły ustalić jakie są tendencje rozwojowe dzieci w różnych okresach wiekowych. Potwierdziły one słowa Kozakiewicza (1965; 1988), że świat przekonanych zmienia się wraz z fazami rozwojowymi i dlatego nie można do niego dopasować uniwersalnego klucza. Istnieją jednakże furtki, którymi można dotrzeć do wnętrza, „ale za każdym razem znajdują się one gdzieś indziej, inaczej się otwierają i gdzieś indziej prowadzą”. Coraz częściej dochodzimy do wniosku, że poszukiwanie skutecznych uniwersalnych dróg zapoznawania dzieci ze zjawiskami astronomicznymi nie jest najlepszą metodą (Kampeza, Konstantinos 2009; Saçkes, 2015; Jelinek 2017). Lepszy wydaje się kierunek,

w którym, analizując dowolne zagadnienie z przyrody wypunktujemy problemy poznawcze jakie dzieci muszą rozwiązać, aby osiągnąć naukowe wyobrażenie. Kompletna lista problemów poznawczych pozwoli zaplanować szereg czynności jakie rodzic i nauczyciel muszą omówić z dzieckiem, aby zgromadziło ono niezbędne informacje i potrafiło je tak uporządkować w swoim umyśle aby w konsekwencji skonstruować wyobrażenie zbliżone do naukowego. Poszukiwanie tych problemów poznawczych odbywa się prowadząc żmudne badania naukowe podobne do metody wypytywania stosowanej przez Jeana Piageta. Niemniej jednak oprócz ustalania problemów poznawczych istotne jest ustalenie w jakim okresie życia dzieci samodzielnie rozwiązują te problemy. W tym artykule przedstawione zostały niektóre z tych problemów (tj. kształt Ziemi, lokalizacja ludzi na Ziemi (w tym zjawisko grawitacji) i zjawisko dnia i nocy (więcej: Jelinek, 2017)). Konieczne są jednak badania pozwalające ustalić jak uczyć dzieci rozwiązywania tak abstrakcyjnych problemów jak astronomiczne. Pod tym względem (jako drugie zadanie badawcze opisanego tu projektu badawczego) było ustalenie skuteczności tutoringu rówieśniczego. Omówienie skuteczności tej metody będzie tematem odrębnego artykułu badawczego.

Literatura

- Al-Khamisy D (1996). Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolatków. Warszawa: Wydawnictwo „Żak”.
- Carey S (1985). Conceptual change in childhood. Cambridge: MIT Press.
- diSessa A (1998). Knowledge in Pieces. W: Forman G, Pufall P ed. Constructivism in the Computer Age. New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers; 49-70.
- Gopnik A, Wellman HM (1992). Why the child's theory of mind really is a Theory. *Mind & Language*, 7:145-171.
- Jelinek JA (2015). Dziecięca astronomia. Jak dzieci rozumieją swoje miejsce na Ziemi, kształt Ziemi i jej miejsce w przestrzeni kosmicznej. *Blżej Przedszkola*. 7-8:78-82.

Pytania w teście EARTH2 Model naukowy	Wynik badań przeprowadzone wśród dzieci polskich. N=444. Wiek badanych: od 5 do 10 r.ż.	Wynik badań przeprowadzone wśród dzieci holenderskich. N=381. Wiek badanych: od 4 do 9 r.ż.
(1) Jak wygląda Ziemia, na której mieszkają wszyscy ludzie?		
Ziemia jako kula	98,6%	81,0%
(2) Który obrazek najlepiej pokazuje ludzi żyjących na Ziemi?		
Ludzie żyją z każdej strony planety	62,6%	44,6%
(3) Który obrazek najlepiej pokazuje gdzie są chmury?		
Chmury są dookoła kulistej Ziemi	60,8%	45,1%
(4) Jeśli olbrzym kopnie piłkę bardzo daleko, co się z nią stanie?		
Piłka przeleci całą Ziemię i trafi w to samo miejsce	50,5%	39,9%
(5) Który obrazek pokazuje najlepiej gdzie drzewa rosną na Ziemi?		
Drzewa rosną z każdej strony kulistej Ziemi	49,5%	42,4%
(6) Gdzie jest Słońce w nocy?		
W nocy Słońce jest po drugiej stronie planety	54,3%	40,9%
(7) Co dzieje się gdy będziesz szedł przez bardzo długi czas w jednym kierunku?		
Człowiek obejdzie Ziemię dookoła	71,0%	47,5%
(8) Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?		
Ziemia jako kula	96,6%	81,0%
(9) Który obrazek najlepiej pokazuje jak zapada noc?		
Ziemia obraca się dookoła własnej osi	20,7%	12,7%

Tabela 4. Rozkład prawidłowych odpowiedzi w zestawieniu wyników badań przeprowadzonych wśród dzieci holenderskich (Straatemeier, Mass, Jansen, 2008) i polskich (Jelinek, 2018) przeprowadzonych za pomocą testu EARTH2

Źródło: opracowanie własne.

- Jelinek JA (2016). Konstruowanie reprezentacji astronomicznych u dzieci. *Wnioski dla praktyki pedagogicznej*. *Ruch Pedagogiczny*. 1:73-81.
- Jelinek JA (2016). Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*. 1:45-52.
- Jelinek JA (2017). Dziecięca astronomia. Rozumienie dziecięcych wyjaśnień jako punkt wyjścia do organizowania dydaktyki. W: Domagała-Kręciach A, Majeranek B ed. *Kategorie (nie)obecne w edukacji*. Kraków: Wydawnictwo Impuls; 153-176.
- Kampeza M, Konstantinos R (2009). Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography. *Review of Science, Mathematics and Ict Education*. 3:141-158.

- Kozakiewicz M (1965). *O światopoglądzie i wychowaniu*. Warszawa: PZWSW.
- Kuhn T (2001). *Struktura rewolucji naukowych*. Warszawa: Fundacja Aletheia.
- Mali G, Howe A (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*. 63:685-691.
- Masson S, Potvina P, Riopela M, Foisy L (2014). Differences in Brain Activation Between Novices and Experts in Science During a Task Involving a Common Misconception in Electricity. *International Mind, Brain, and Education Society and Wiley Periodicals, Inc.* 8:44-55.
- McCloskey M (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248:122-130.

- Nobes G, Martin A, Panagiotaki G (2005). The development of scientific knowledge of the Earth. *British Journal of Developmental Psychology*. 23:47-64.
- Nussbaum J, Novak J. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structural interviews. *Science Education*. 60: 535-550.
- Panagiotaki G, Nobes G, Banerjee R (2006). Is the world round or flat? Children's understanding of the earth. *European Journal of Developmental Psychology*. 3:124-141.
- Piaget J (2006). Jak sobie dziecko wyobraża świat. Warszawa: PWN. Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej. Dz.U. z dnia 24 lutego 2017, poz. 356, zał. 1 i 2.
- Saçkes M (2015). Kindergartners' Mental Models of the Day and Night Cycle: Implications for Instructional Practices in Early Childhood Classrooms. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15:997-1006.
- Straatemeier M, Maas H, Jansen B (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal Experimental Child Psychology*. 100:276-296.
- Szuman S (1939). Rozwój pytań dziecka. Badania nad rozwojem umysłowości dziecka na tle jego pytań. Warszawa-Wilno-Lublin: Nasza Księgarnia; 372-373.
- Universal Zetetic Society, <https://theflatearthsociety.org/home/> (dostęp: 2.10.2018).
- Vosniadou S (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*. 4:45-69.
- Vosniadou S, (2013). Conceptual change in learning and instruction. The Framework Theory Approach. *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York-London: Routledge; 11-30.
- Vosniadou S, Brewer W (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*. 24:535-585.

Children's astronomy. The predominant mental models of the shape of the Earth, the location of people on Earth and the phenomenon of day and night in children from 5 to 10 years of age

Jan Amos Jelinek

The shape of the Earth, locating people on the surface of the planet and explaining the phenomenon of the shape of the Earth are some of the key issues for children to accept scientific explanations about astronomy. On the basis of research (Jelinek, 2017) it was found that the mental models of Polish children are similar to those presented by children in other countries (Vosniadou i Brewer 1992, 1994). This article presents research aimed at determining the frequency of individual mental models in different age groups (N = 444). Studies have shown that the number of correct indications of scientific models increases with age. Already 15.2% of the examined children in age of five and six years gave scientific explanations regarding the astronomical issues discussed. In turn, 1/3 examined children in age of the 9 and 10 year-old cannot properly explain the phenomenon of day and night.

Key words: children's astronomy, mental models, astronomical concepts, pre-school children, students of grades I-III (ISCED I), explanatory theories, naïve ideas