

Jan Amos Jelinek

Mała astronomia Wyobrażenia Układu Słonecznego u dzieci 5-letnich¹

Wprowadzenie

Prawidłowe wyobrażenie kulistego kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi żyjących na planecie oraz prawidłowe wyobrażenie ruchu Ziemi i Księżyca wokół Słońca pozwala wyjaśnić podstawowe zjawiska astronomiczne, takie jak zjawisko dnia i nocy czy pory roku. Na podstawie tej wiedzy można wyjaśnić także przyczyny faz Księżyca, cyklicznego ułożenia gwiazdozbiorów na niebie, koniunkcji planet czy corocznych opadów roju meteoroidów. Niestety, dzisiaj dzieci rzadko spoglądają w niebo. Również samo niebo jest coraz słabiej widoczne. Powodują to stale bardziej rozświetlone miasta, których łuna uniemożliwia dostrzeganie gwiazd (Wójcicki, 2016, s. 10–11). Mimo to dzieci budują swoją wiedzę o kosmosie, opierając się na własnych obserwacjach otoczenia, informacjach usłyszanych od dorosłych oraz przekazach medialnych. Na podstawie zdobytych informacji tworzą własne wyobrażenia, dzięki którym później uczą się przewidywać zachowania obiektów niebieskich (np. kolejną fazę Księżyca).

Niestety, informacje zdobyte w codziennych obserwacjach przeczą naukowym wyobrażeniom (ruch Słońca na niebie jest tylko pozorny)². Ponadto informacje przekazywane przez dorosłych często są niezrozumiałe dla dzieci i wręcz przeczą codziennym spostrzeżeniom. Rodzice i nauczyciele wyjaśniają np., że Ziemia krąży wokół Słońca (choć na co dzień doświadczają odwrotnego zjawiska), wokół Ziemi krąży Księżyc (choć dzieciom wydaje się, że pojawia się on

1 W artykule wykorzystuję fragmenty tekstu, które zostały opublikowane w Jelinek, 2017.

2 Stąd przez całe stulecia ludzie traktowali Ziemię jako ogromny dysk otoczony niebieską kopułą. Por. Kijas, 2004, s. 35 i n.

tylko w nocy i odpowiada za jej powstanie), Ziemia ma kształt zbliżony do kuli i w dodatku ludzie żyją na całej planecie (choć na co dzień widzą, że przedmioty bez podparcia u dołu upadają, uważają zatem, że życie może mieć miejsce tylko na północnej półkuli). Do tego dochodzą także obrazy medialne. Dzieci widzą w nich niekiedy okrągłą niebiesko-zielono-białą kulę na tle czarnego kosmosu, którą dorośli nazywają Ziemią. Mimo to dzieci nie łączą tej ziemi z własnym wyobrażeniem planety. W swoim umyśle tworzą wyobrażenie drugiej ziemi – okrągłej, traktując ją jako podobną do Księżyca widzianego na niebie (Vosniadou, Brewer, 1994, s. 123–183).

Nim dzieci przyjmą naukowe wyobrażenie Układu Słonecznego do wyjaśniania przyczyn powstawania zjawiska dnia i nocy, muszą zrezygnować z uwzględniania codziennych zjawisk kosmicznych jako ich wyznacznika. Proces ten nie jest łatwy, ponieważ wymaga przyjęcia informacji, które są przekazywane często w sposób zawiliły i niedostosowany do możliwości dzieci (por. Kampeza, Konstantinos, 2009, s. 141–158). Zjawisko to wyjaśnia J. Piaget, posługując się pojęciami asymilacji, akomodacji i równoważenia struktur poznawczych (Piaget, 1981; Piaget, Inhelder, 1989). Uważa on, że zdobywając informacje o otaczającym świecie, nowe dane przyjmujemy, jeśli pasują do naszej struktury wiedzy. Jeśli pojawiająca się informacja nie pasuje do dotychczasowego wyobrażenia (np. budowy Układu Słonecznego), wówczas zostaje odrzucona lub – jeśli tego typu informacji pojawia się więcej, na ich podstawie umysł dziecka buduje drugie, alternatywne wyobrażenie (Piaget nazywa to dwoistością wyobrażeń (Piaget, 1981)). Gdy dowodów na nieprawdziwość jednego z aktualnych wyobrażeń będzie dużo, wtedy umysł dziecka dokonuje porzucenia jednego wyobrażenia na rzecz drugiego. Można jednak sądzić, że im bardziej podstawowa wydaje się wiedza o świecie (dotycząca fundamentalnych kwestii – takich jak budowa Układu Słonecznego), tym trudniej dokonuje się rewolucja na płaszczyźnie umysłu.

Tymczasem zgodnie z podstawą programową wychowania przedszkolnego³ dzieci kończące przedszkole powinny rozumieć takie zjawiska, jak powstawanie

3 Mam na myśli Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 roku 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 2017 r., poz. 356). Dopiero w klasie piątej dzieci będą miały możliwość poznania ruchu Ziemi w Układzie Słonecznym. Dodam, że w poprzedniej podstawie programowej (załącznik 1 do Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 roku w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, Dz.U. z 2012 r., poz. 977) dzieci miały możliwość poznać te treści wcześniej (w klasie czwartej).

dnia i nocy oraz pory roku na Ziemi. Ze względu na abstrakcyjny charakter zjawiska astronomiczne są trudne do wyjaśnienia dzieciom przedszkolnym. Nauczyciel wychowania przedszkolnego może zatem ograniczyć wyjaśnienie zjawiska powstawania dnia i nocy jedynie do wskazania Słońca jako obiektu powodującego dzień, a zatem wskazać, że Słońce wyłania się nad horyzontem, powodując dzień, i wieczorem chowa się za horyzontem. Choć to tylko fragment rzeczywistego wyjaśnienia, to – zgodnie z obecnie obowiązującą podstawą programową – ten model może być uznawany za wystarczający.

Takie prezentowanie zjawiska budzi w naturalny sposób wiele pytań dzieci. Na przykład pytania, dlaczego Słońce wyłania się w tym samym miejscu, a zachodzi w innym, co się z nim dzieje, gdy zajdzie, gdzie jest Księżyc w ciągu dnia itd. Opisane tu ograniczenie sformułowane w podstawie programowej nie może wystarczać do realizacji treści z zakresu astronomii w przedszkolu (Jelinek, 2016a, s. 73–81). Mimo to treść programów wychowania przedszkolnego nie wykracza w znaczący sposób poza treści zapisane w podstawie programowej. Poza tym jako metodę proponuje się nauczycielom rozpoczęcie zajęć z zakresu astronomii od pokazania globusa jako modelu Ziemi czy tellurium⁴ jako modelu kosmograficznego (Bubień, 1975, s. 43–44). Tymczasem, jak wynika z badań S. Vosniadou i W. Brewera (Vosniadou, Brewer, 1994, s. 123–183), wiele dzieci nie przyjmuje tego obrazu Ziemi za obowiązujący. W swoim umyśle budują model podwójnej Ziemi⁵. Vosniadou stwierdziła, że dzieci, które twierdzą, iż Ziemia jest okrągła, nie mają trudności ze zrozumieniem zjawiska dnia i nocy. Tłumaczą, zgodnie z wyjaśnieniami rodziców, że Ziemia krąży wokół własnej osi – tam, gdzie świeci Słońce, tam jest dzień. Natomiast dzieci, które twierdzą, że Ziemia ma kształt dysku, napotykają na trudności z wyjaśnieniem zjawiska dnia i nocy. Wyobrażając sobie trójwymiarowy model, dostrzegają, że obrót Ziemi spowodowałby upadek żyjących na niej ludzi. Tłumaczą zatem, że Ziemia jako dysk obraca się wokół własnej osi, jednak za dzień odpowiedzialne jest Słońce, które na przemian z Księżycem pojawia się na niebie.

Prowadząc badania nad dziecięcymi wyobrażeniami Układu Słonecznego, Vosniadou i Brewer (1992, s. 535–585) wraz z zespołem pokazywali szereg trójwymiarowych brył (np. okrągły dysk, prostokątny dysk, kulę (piłkę), stożek, wyżłobioną w środku kulę, kulę spłaszczoną na biegunach), a potem prosili badane

4 Tellurium to przyrząd przedstawiający ruch Ziemi i Księżyca względem Słońca. Służy do pokazania oświetlenia Ziemi w różnych porach dnia i roku, faz Księżyca oraz zaćmień Słońca.

5 Oprócz opisanego tu modelu dwoistej Ziemi (*dual Earth*) wymienia się także: model horyzontalny, model płaskiej Ziemi, model wydrążonej kuli, model spłaszczonej kuli i w końcu model kulistej Ziemi.

dzieci o wskazanie tej bryły, która najbardziej przypomina Ziemię. Następnie, zadając liczne pytania, sprawdzano, czy i jak dziecko wyobraża sobie kształt Ziemi. W podobny sposób – stosując trójwymiarowe modele i pytania – proszono dzieci o zademonstrowanie położenia i sposobu poruszania się Ziemi, Księżyca i Słońca w przestrzeni kosmicznej. Jeśli dzieci w podobny sposób udzielały odpowiedzi podczas wybierania bryły i podczas udzielania odpowiedzi (a tak było bardzo często), wówczas traktowano wyobrażenie dzieci jako swego rodzaju umysłowy model. A. Gopnik wskazuje, że tego typu konstrukty mentalne, czyli wyobrażenia, przypominają pod względem struktury i funkcji teorie naukowe (Gopnik, 2010). Autorka twierdzi, że dzieci szukają potwierdzenia swojego wyobrażenia. Jeśli takie potwierdzenie znajdują, utrzymują się w nim, jeśli nie, porzucają je na wzór naukowców (Popper, 1977). Co ciekawe, podobnie jak naukowcy, którzy nie są w stanie zbadać zjawiska, dokonują prognozowania i są w stanie przyjąć jego dwuznaczne efekty⁶.

W świecie nauki dochodzenie do prawdziwego wyobrażenia odbywa się poprzez konfrontowanie własnych wyobrażeń z dowodami naukowymi. Podobnie proces ten przebiega w umyśle dziecięcym (Carey, 2007, s. 167–181; Gopnik, Wellman, 1992, s. 145–171). W edukacji szkolnej przybliżającej dzieciom naukowy obraz rzeczywistości zagadnienia, które są tak abstrakcyjne jak wyobrażenie Układu Słonecznego, przedstawia się więc na zasadzie tworzenia i uruchamiania modelu (odtworzenie ruchu planet).

Przejdę teraz do przedstawienia modeli umysłowych Układu Słonecznego ustalonych przez badaczy w Stanach Zjednoczonych (Vosniadou, Brewer, 1992, s. 535–585) i w Indiach (Samarapungavan, Vosniadou, Brewer, 1996, s. 491–521). Badania prowadzone w grupie dzieci kończących edukację przedszkolną i rozpoczynających edukację szkolną wykazały, że dzieci bardzo różnie wyobrażają sobie sposób poruszania się Ziemi, Księżyca i Słońca względem siebie. Przykładowo, na sześćdziesiąt przebadanych osób ustalono przynajmniej dziewięć typów modeli⁷. Modele te zostały uporządkowane, poczynając od tych, które zbudowane są wyłącznie na podstawie codziennych obserwacji – ruchu Słońca na nieboskłonie (modele te zostały nazwane modelami wstępnymi – *initial models*), poprzez drugą kategorię, tzw. modele uproszczone (*synthetic models*) łączące informacje z codziennych obserwacji z informacjami przekazywanymi przez dorosłych i media. Przykładem tego typu modelu jest zaprezentowanie ruchu obrotowego Księżyca wokół Ziemi. Ponieważ jednak modele uproszczone są wciąż uzupełniane

6 Dochodzi do tego element uznawania przez dziecko dwóch sprzecznych ze sobą wyjaśnień zjawiska (por. dwoistość stanów i przekształceń (Piaget, 1981)).

7 W badaniach autorzy łączyli powielające się wypowiedzi dzieci, tworząc jeden model, dlatego rzeczywista liczba może być znacznie większa.

o codzienne obserwacje, dlatego zawierają elementy odbiegające od naukowego obrazu, który stanowi trzecią kategorię modeli.

Zaprezentowany przez Vosniadou trójpodział wskazuje kolejność ewoluowania modeli umysłowych. Jak już wskazałem, modeli uproszczonych może być wiele, podobnie jak modeli wstępnych. Różnica między nimi zależy jednak od liczby uwzględnianych informacji. Na przykład omawiając modele dnia i nocy, część dzieci uwzględnia oprócz Słońca także Księżyc jako obiekt istotny dla wywołania zjawiska nocy (przeciwnieństwa dnia). Przechodzenie między modelami – biorąc pod uwagę wyjaśnienia Gopnik – dokonuje się w wyniku uwzględnienia kolejnej informacji. Zagadnienie to zostanie przybliżone przeze mnie podczas relacjonowania wyników badań.

Rzeczywiste przekonania dziecięce są w zdecydowanej mierze niejawne. Pięcioletki zagadnięte po zajęciach opowiadają to, co usłyszały od nauczycieli, ale zapytane spontanicznie w innym momencie potrafią zadać na przykład pytanie, *dlaczego Księżyc jest na niebie [w dzień], przecież on robi noc*⁸. Umysły dzieci przedszkolnych i szkolnych, choć zapamiętują tematy poruszane na zajęciach, wciąż potrzebują ich przepracowania. Będą tak robiły aż do chwili, gdy dziecięce wyobrażenie stanie się zbliżone do naukowego w takim stopniu, w jakim jest to wymagane na danym etapie nauczania. Nie oznacza to jednak, że w pewnym momencie dziecko zacznie korzystać wyłącznie z naukowego obrazu. W umyśle dorosłego wciąż tkwią przetrwałe naiwne wyobrażenia choćby Układu Słonecznego, które na wczesnym etapie rozwoju nie zostały prawidłowo ukształtowane. Na przykład człowiek poznawał budowę Układu Słonecznego, nie prowadząc doświadczeń obrazujących rzeczywistą skalę między obiektami niebieskimi, a wówczas może przejawiać błędne przekonania dotyczące takich zjawisk jak fazy Księżyca⁹.

W trakcie badań przeprowadzonych wśród 38 indyjskich¹⁰ uczniów w wieku od 5 do 8 lat¹¹, polegających na wskazaniu karty, która najbardziej przypomina model Układu Słonecznego, okazało się, że tylko 12 dzieci (32%) rozpoznawało

8 Tego typu przykład usłyszałem podczas prowadzenia zajęć w przedszkolu.

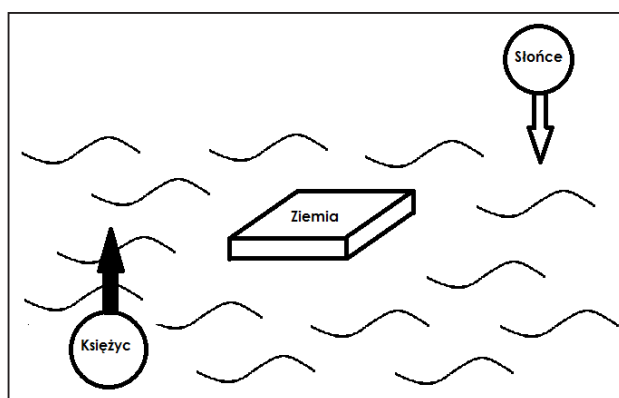
9 Wykazał to sprawdzian przeprowadzony wśród stu studentów trzeciego roku wychowania przedszkolnego i edukacji wczesnoszkolnej Akademii Pedagogiki Specjalnej w Warszawie. Zdecydowana większość (90%) studentów uważała, że fazy Księżyca są efektem zaćmienia Słońca przez Ziemię (Jelinek, 2016b, s. 45–52).

10 Sięgam po badania indyjskie, ponieważ obok badań prowadzonych przez Vosniadou i Brewera wśród dzieci amerykańskich, badania w Indiach są jedynymi, jakie są mi znane, a które dotyczą wyobrażeń dzieci odnośnie do Układu Słonecznego.

11 Badania były prowadzone wśród uczniów prywatnej szkoły w dwóch zakresach wiekowych: 19 dzieci w wieku 5 lat i 8 miesięcy – 6 lat i 4 miesiące i 19 dzieci w wieku od 7 lat i 6 miesięcy do 8 lat i 5 miesięcy. W szkole pierwszoklasiści poznają kształt Ziemi (używając globusa), drugoklasiści poznają ruch Ziemi i jej miejsce w Układzie Słonecznym.

model heliocentryczny Układu Słonecznego. Z tego tylko połowa (6 dzieci) wskazała na model naukowy. Najczęściej wybieranym modelem był model geocentryczny – 22 dzieci (58%). Wśród nich 15 dzieci stwierdziło, że Ziemia ma kształt dysku lub jest kulą, która unosi się na wodzie lub jest na niej wsparta filarami (rysunek 1). W tym modelu zjawisko dnia wynika z wyjścia Słońca z wody i schowania się Księżyca po drugiej stronie Ziemi, którą to sytuację dzieci obserwują nad morzem. Autorzy badań wskazują, że wyobrażony kształt Ziemi w dużym stopniu wynika z legend przekazywanych na tym obszarze¹².

Rysunek 1. Model budowy Układu Słonecznego najczęściej wskazywany przez dzieci indyjskie



Źródło: Samarapungavan, Vosniadou, Brewer, 1996, s. 491–521.

Badania prowadzone w Indiach potwierdziły, że wyobrażenie kształtu Układu Słonecznego zmienia się wraz z wiekiem. Wstępny model w klasie pierwszej przejawia 42% dzieci, w klasie trzeciej już tylko 11%. W podobnym stopniu dotyczy to modeli uproszczonych (47–58%) oraz naukowego (5–26%).

Takie same badania Vosniadou i Brewer prowadzili kilka lat wcześniej wśród dzieci amerykańskich (Vosniadou, Brewer, 1992, s. 535–585). Badania przeprowadzono wśród 60 dzieci w wieku od 6 do 11 lat. Porównanie modeli umysłowych dzieci amerykańskich i indyjskich pozwoliło stwierdzić, że mimo znaczących różnic kulturowych, wyobrażenia dziecięce miały podobny charakter. I tak wśród 20 dzieci w wieku od 6 lat i 4 miesięcy do 7 lat i 5 miesięcy najwięcej, bo 14 dzieci wskazywało jeden z modeli wstępnych, w którym dzień powstaje w wyniku wejścia Słońca na dzieńne niebo (dzieci budowały obraz horyzontalny). Wśród tego

¹² Indyjską legendę o powstaniu świata (z Gynungagap) można przeczytać w: J. Knapert (1996), *Mitologia Indii*, Poznań: Rebis.

typu modeli był również taki, w którym dzień wynikał z zasłonięcia Księżyca przez chmurę. Troje z badanych dzieci (pierwszoklasistów) wskazało na przeciwnie położenie Słońca i Księżyca względem siebie. Takie wyjaśnienia wskazują, że jeśli Słońce jest wysoko, wówczas na Ziemi jest dzień. Jeśli Księżyc jest wysoko, a Słońce nisko, wówczas na Ziemi panuje noc¹³.

Porównując wyobrażenia (modele umysłowe) dzieci amerykańskich i indyjskich, stwierdzono, że wśród dzieci amerykańskich nie pojawił się model obrazujący Ziemię jako dysk unoszący się na falach oceanu (ten model był najczęściej wybierany wśród dzieci z Indii). Tymczasem wśród dzieci indyjskich nie pojawił się model podwójnej Ziemi – najczęściej wskazywany przez dzieci amerykańskie (por. Samarapungavan, Vosniadou, Brewer, 1996, s. 514). I chociaż pozostałe modele występowały w obu badanych grupach, to jednak za przyczynę tej różnicy upatruje się czynniki kulturowe. W Indiach duże znaczenie mają podania ludowe mówiące o stworzeniu świata wyłaniającego się z wody, natomiast w Stanach Zjednoczonych – często pojawiający się obraz Ziemi widziany w mediach dostępnych dzieciom.

Procedura badawcza

Przedstawione tu fragmentarycznie wyniki badań poświęcone ustaleniu wyobrażeń dzieci na przełomie przedszkola i szkoły zostały częściowo potwierdzone przez badania przeprowadzone w 2016 roku wśród 25 pięcioletków (13 dzieci ze średniej wielkości miejscowości i 12 dzieci wiejskich) w ostatnim roku wychowania przedszkolnego¹⁴, a także wyniki badań przeprowadzone przez M. Malec¹⁵, która przebadła 7 dzieci w ostatnim roku wychowania przedszkolnego z dużego miasta. W obu badaniach wykorzystano to samo narzędzie.

Celem badań było ustalenie: (1) jak dzieci wyjaśniają zjawiska dni i nocy i ich stałe następstwo; (2) jak wyobrażają sobie kształt Ziemi i lokalizacje ludzi żyjących na Ziemi; (3) jak wyobrażają sobie ruch Ziemi, Księżyca i miejsce Słońca w przestrzeni kosmicznej. Zastosowaną techniką badawczą była rozmowa. Została ona podzielona na trzy części odpowiadające celom badawczym. W trakcie rozmowy dzieci miały skonstruować kolejno obraz dziennego i nocnego nieba, odtworzyć za pomocą plasteliny kształt Ziemi oraz umiejscowić żyjących na niej ludzi.

13 Dodam, że wśród dzieci między wiekiem 9 lat i 3 miesiące a wiekiem 10 lat i 3 miesiące różnica ta spada aż do czworga dzieci (na dwadzieścioro badanych w tym wieku) prezentujących model wstępny i siedmiorga prezentujących model uproszczony.

14 Projekt badawczy był finansowany ze środków Akademii Pedagogiki Specjalnej w Warszawie. Nr grantu BSTP 4/16-I.

15 Wyniki pracy zostały przedstawione w niepublikowanej pracy magisterskiej pod moim kierunkiem. Praca została napisana na Akademii Pedagogiki Specjalnej w Warszawie.

Na koniec dzieci miały, również korzystając z plasteliny, zbudować Słońce, Księżyc i – jeśli potrzebowaly – przekształcić stworzony wcześniej model Ziemi tak, aby pasował do ich wyobrażenia Układu Słonecznego. Ze względu na obszerny materiał badawczy w niniejszym artykule skoncentruję się na przedstawieniu jedynie tej części wyników badań, która dotyczy budowy Układu Słonecznego (więcej: Jelinek, 2017, s. 153–176). Poniżej przedstawiam plan rozmowy dotyczący Układu Słonecznego.

Zbudujemy teraz Układ Słoneczny. Mam tutaj żółtą plastelinę, zrób z niej Słońce... A z tej szarej wykonaj Księżyc... Wykonałeś wcześniej Ziemię, czy chcesz ją teraz zmienić? Powiedz, czy te elementy Układu Słonecznego się poruszają, czy stoją w jednym miejscu? Czy Słońce się porusza? [Jeśli tak] pokaż, jak się porusza? Jak porusza się Słońce? Czy Ziemia się porusza? [Jeśli tak] pokaż, jak się porusza? Czy Księżyc się porusza? [Jeśli tak] pokaż, jak się porusza? Wiesz dobrze, że Słońce powoduje dzień na Ziemi. Pokaż, jak powstaje dzień na naszym modelu. Na której części Ziemi jest teraz dzień? Jak na Ziemi powstaje noc? Pokaż, na której części Ziemi jest teraz noc.

Wyniki

W trakcie rozmowy dzieci zostały zapytane o budowę Układu Słonecznego, o ruch obiektów i sposób powstania zjawiska dnia i nocy na Ziemi. Ponadto pytano dzieci o inne obiekty kosmiczne i obecność człowieka w kosmosie. Informacje uzyskane z wypowiedzi oraz sposób przedstawiania Układu Słonecznego i poruszania się jego elementów na wykonanych z plasteliny modelach obiektów były podstawą do zbudowania wyobrażeń poszczególnych dzieci. Wyjaśnienia podobne zostały zebrane dla skonstruowania modeli umysłowych. Dodam, że większość przedstawionych modeli była powielana przez co najmniej dwie osoby. W ten sposób ustalono dwanaście modeli umysłowych.

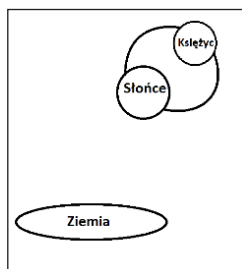
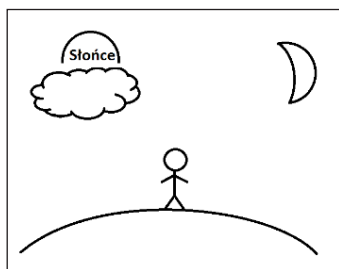
Poniżej przedstawię ustalone modele, rozpoczynając od prezentowania modeli wstępnych (intuicyjnych), poprzez uproszczone, po naukowe. I tak wśród **modeli wstępnych** wyróżniono dwa wyobrażenia. Ich wspólną cechą jest płaska linia horyzontu świadcząca o bazowaniu na codziennych doświadczeniach, które stanowią podstawę wyjaśnienia Układu Słonecznego. Tego typu modele zaprezentowało troje dzieci. Dysponując plasteliną, wykonały z niej linię, na której umieszczały ludziki. Ludziki były układane na stole, jednak ich położenie na plastelinie wskazywało, że stały na ziemi (zob. zdjęcie). Wyjaśniając zjawisko dnia i nocy, dzieci odwoływały się do zakrywania przez wielką chmurę Słońca i Księżycza – pierwszy rodzaj modelu wstępnego (rysunek 2) lub ich wzajemnego obracania się (raz widać Słońce, innym razem Księżyc) – drugi rodzaj modelu (rysunek 3).

Zdjęcie 1. Model płaskiej ziemi wykonany przez jedno z badanych dzieci

Źródło: badania własne.



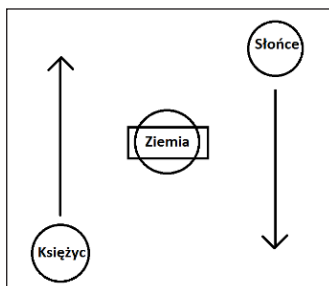
Rysunki 2 i 3. Model horyzontalny



Źródło: opracowanie własne.

Przejdę teraz do modeli uproszczonych. Dzieci różniły się między sobą, co przedstawiały modele wstępne i uproszczone, uwzględnianiem Ziemi jako całej planety (cecha modelu uproszczonego). Modele **uproszczone**, których ustalono osiem typów, podzielono na modele geocentryczne i heliocentryczne. Wśród wszystkich modeli najczęściej wskazywany był **model geocentryczny** (przedstawiony przez dziewięć osób i wszystkie one pochodziły ze wsi). Model ten polegał na naprzemiennym, mniej określonym sposobie poruszania się Słońca i Księżyca względem Ziemi (rysunek 4). Dzieci, prezentując Ziemię (z grudki plasteliny), ustawiały ją nieruchomo, następnie unosiły na przemian Słońce – dla zobrazowania dnia, lub Księżyc – dla zobrazowania nocy. Co ciekawe, gdy dzieci unosiły Słońce, grudka plasteliny obrazująca Księżyc nie miała określonego miejsca. Była chowana w dłoni lub odsuwana dalej. Co prawda, była zdecydowanie poniżej Ziemi, ale jej miejsce mogło być dowolne w przestrzeni kosmicznej. Istotne dla dziecka było to, że Księżyc zawsze jest naprzeciw Słońca względem Ziemi. Podobnie było z umieszczeniem Słońca, gdy dziecko prezentowało Księżyc jako przyczynę powstawania nocy.

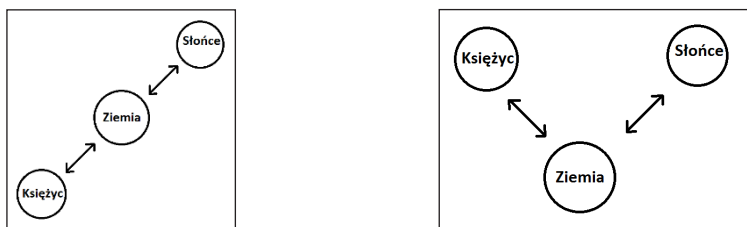
Rysunek 4. Model uproszczony, geocentryczny, ruch Słońca i Księżyc nieokreślony



Źródło: opracowanie własne.

Znalazły się też dzieci, które dokładniej charakteryzowały sposób poruszania się obiektów w kosmosie. Dla Maćka Ziemia obraca się dookoła, a Księżyc i Słońce były nieruchome, natomiast dla Pauliny i Zosi to Księżyc i Słońce się poruszały, a Ziemia była nieruchoma. Dzieci te twierdziły, że Księżyc i Słońce na przemian zbliżają się i oddalają od Ziemi (rysunki 5 i 6). W obu modelach dzień powstawał w wyniku obrócenia się Ziemi względem Słońca. Jeśli do Ziemi przybliżyło się Słońce, wówczas powstawał dzień, jeśli Księżyc – powstawała noc. W przeciwieństwie do przedstawionego wyżej modelu (rysunek 4) położenie drugiego obiektu niebieskiego miało niewielkie znaczenie.

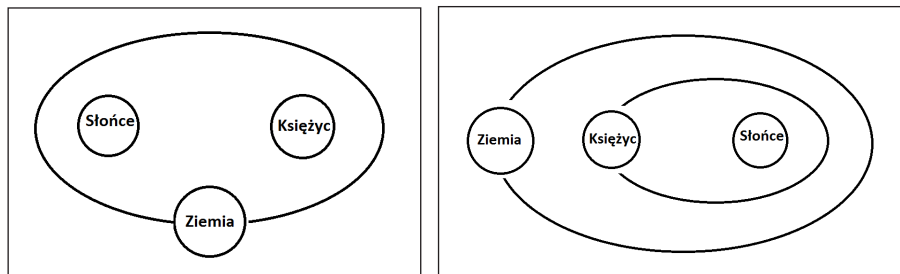
Rysunki 5 i 6. Modele uproszczone, geocentryczne, Ziemia nie porusza się



Źródło: opracowanie własne.

Wśród **modeli heliocentrycznych** oprócz tego, że Ziemia nie była przedstawiana w centrum, również Słońce było nieruchome. Wokół niego w różny sposób poruszały się Księżyc i Ziemia. Wyłoniono model, którego przedstawiciele (czworo badanych, wszyscy z małego miasta) wskazywali, że Ziemia krąży wokół nieruchomego Słońca i Księżyc (rysunek 7) lub wokół Księżyc, który również porusza się wokół Słońca (rysunek 8).

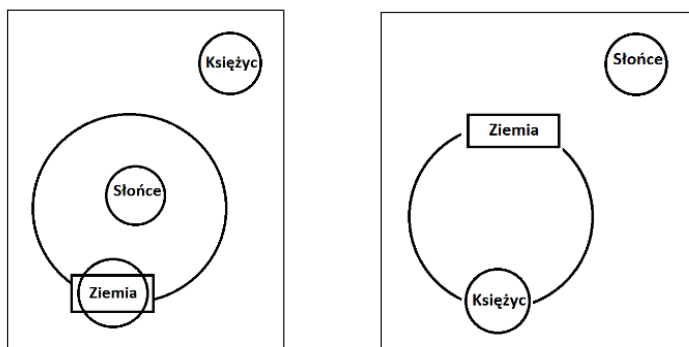
Rysunki 7 i 8. Modele uproszczone, heliocentryczne



Źródło: opracowanie własne.

Jak się okazało, inne ustalone modele są kombinacją sposobów poruszania się wyżej wymienionych modeli. Zdaniem niektórych dzieci (Gabriela i Pawła – z małej miejscowości) Ziemia (płaska lub okrągła) porusza się wokół Słońca, podczas gdy Księżyc jest nieruchomy (rysunek 9). Według Gabrysi Ziemia krąży po jednej orbicie wraz z Księżycem, w ten sposób zbliżając się do Słońca (wówczas powstaje dzień) lub oddalając się od niego (kiedy to powstaje noc) (rysunek 10).

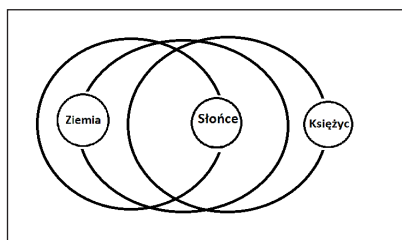
Rysunki 9 i 10. Modele uproszczone, heliocentryczne



Źródło: opracowanie własne.

Jedno z dzieci (Mikołaj) zaprezentowało także model, w którym wszystkie omawiane obiekty są w ruchu: Ziemia i Księżyc poruszają się wokół Słońca po niezależnych orbitach, natomiast Słońce porusza się, okrążając Ziemię (rysunek 11). Dzień i noc powstają w wyniku zbliżenia się Słońca do Ziemi, a noc przez zbliżenie się Księżycza. Ten model trudno zakwalifikować zarówno do modeli heliocentrycznych, jak i geocentrycznych.

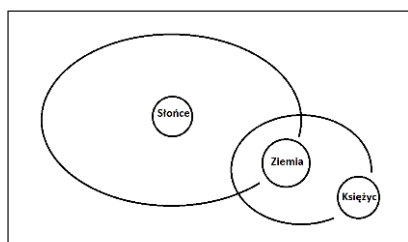
Rysunek 11. Model uproszczony



Źródło: opracowanie własne.

Wśród badanych dzieci 5-letnich tylko jedna osoba (Zosia z małego miasta) przedstawiła **naukowy obraz Układu Słonecznego**. Wskazała, że Księżyc porusza się wokół Ziemi, a Ziemia krąży wokół Słońca (rysunek 12). Dziewczynka wskazała, że „jeśli chce się mieć tu [gest] dzień, to ta strona Ziemi musi być obrócona do Słońca”. Z jej wypowiedzi wyraźnie widać, że dokładnie wiedziała, jak to się dzieje, że na Ziemi powstaje dzień i noc.

Rysunek 12. Model naukowy



Źródło: opracowanie własne.

Interesujące jest również to, że dzieci, budując z plasteliny obiekty kosmiczne, formowały ich kształty w płaskiej formie. Księżyc był formowany jako „rogalik”, a Słońce jako płaski dysk. Wypowiedzi dzieci potwierdzają ich działanie. Oliwia, biorąc do dłoni plastelinę, stwierdziła, że nie może z niej zbudować Słońca, ponieważ nie ma „patyczków” do zbudowania promieni. Podobnie brzmiała wypowiedź Macieja, który z plasteliny wykonał zakrzywiony walec, tłumacząc, że Księżyc ma kształt „rogalikowy”. Postrzegane przez dzieci obiekty niebieskie wydają się dwuwymiarowe. Wskazuje na to również wypowiedź Kuby podczas budowania obrazu dziennego nieba: „Słońce nie może być nisko, bo będzie spałać drzewa”. Maciej, wykonując tę samą pracę, stwierdził, że „Słońce jest przy górnej krawędzi, nie może być za drzewami, bo jest na ziemi, a musi być wysoko”.

W podobnym tonie brzmiało wyjaśnienie Maksymiliana: „chmury nie mogą być nisko, bo wejdzie jakiś człowiek i może polecieć”. Wydaje się, że wyobrażenia dzieci przypominają nieboskłon w formie obróconej dnem do góry misy ustawionej nad płaszczyzną Ziemi. Ruch planet w ich wyobrażeniu dokonuje się na ścianie misy jednoliniowo.

Oceniając przedstawione powyżej wyobrażenia dzieci dotyczące Układu Słonecznego, trzeba podkreślić, że z wyjątkiem jednej osoby (Zosi) wyobrażenia te są błędne. Są nieprawidłowe w tym sensie, że nie odzwierciedlają wyobrażenia naukowego przedstawianego w mediach i na zajęciach. Te umysłowe obrazy wynikają z dziecięcej wiedzy na temat kształtu Ziemi i codziennych obserwacji ruchu Słońca i Księżyca na niebie. Ruch Słońca na dziennym niebie nie jawi się jeszcze dzieciom pięcioletnim jako stały ruch po łuku ze wschodu na zachód. Prezentują go przeważnie jako ruch wzdłuż górnej krawędzi kartki, w lewą lub prawą stronę (taki ruch przedstawiło 10 dzieci z małego miasta i 12 dzieci ze wsi) (Jelinek, 2017, s. 153–176). Ruch Księżyca na nocnym niebie dzieci odwzorowują na podobieństwo ruchu Słońca.

Wnioski i dyskusja

Przyjęło się budować treści nauczania w formie układu spiralnego. Jego podstawową ideą jest dostarczanie dzieciom coraz to bardziej złożonych treści oraz systematyczne wracanie do tego, co stanowiło podstawę wcześniej. Oznacza to, że przygotowując programy nauczania, nauczyciel musi wyznaczyć punkt, od którego zacznie omawiać treści, np. z zakresu astronomii. Kiedy będzie powracał do zagadnień astronomicznych, powtórzy (zazwyczaj już w sposób skrótowy) to, co omawiał na początku, i rozszerzy ten zakres o następne elementy. Najistotniejszy w tym sposobie budowania treści programowych jest wybór punktu wyjściowego, co wynika z faktu, że nauczyciel musi rozdzielić elementy otaczającego świata, które tworzą nierozzerwalną strukturę. Tak dzieje się w przypadku astronomii. Przyjmując za punkt wyjścia globus czy tellurium (Bubień, 1975, s. 43–44), założono, że dzieci bez przeszkód przyjmą jego wygląd i będą traktować go jako wyobrażony obraz całej Ziemi (globu). Jak wykazały badania Votsniadou i Brewera, tak się nie dzieje. Dzieci nie traktują globusa jako modelu Ziemi. Prowadzi to w konsekwencji także do niezrozumienia sposobu poruszania się planet w Układzie Słonecznym zobrazowanego za pomocą modelu kosmograficznego (tellurium), w którym Ziemia występuje jako okrągła planeta Układu Słonecznego.

W zaprezentowanych badaniach ograniczono Układ Słoneczny do Ziemi, Księżyca i Słońca, aby ułatwić dzieciom przedszkolnym orientację i demonstrację sposobu poruszania się obiektów w przestrzeni kosmicznej. Okazało się jednak,

że na 25 przebadanych dzieci tylko jedno przedstawiło naukowe wyobrażenie Układu Słonecznego, natomiast tylko 17 wyobraża sobie Ziemię jako okrągłą planetę, a 5 twierdzi, że Ziemia jest płaskim dyskiem.

W badaniach wyłoniono dwanaście modeli umysłowych, które były obecne także w badaniach Vosniadou i Brewera (1992, s. 535–585). Wśród badanych dzieci nie pojawiły się jednak takie modele, jak model płaskiej Ziemi pływającej na wodzie (model obecny wśród dzieci indyjskich) oraz model podwójnej Ziemi (występujący wśród dzieci amerykańskich). Być może powodem jest zbyt mała liczba badanych osób i gdyby zwiększyć grupę badanych, ten drugi typ modelu również mógłby się pojawić. Oznacza to, że wyłonione modele nie wyczerpują możliwych wyobrażeń polskich dzieci. Z tego względu potrzebne są zatem kolejne badania.

Przedstawione wyżej wyniki badań potwierdzają także ustalenia dotyczące uzupełniania przez dzieci domysłami luk w wiedzy. W przypadku takich abstrakcyjnych zagadnień jak wyobrażenie ruchu Słońca, Księżyca i Ziemi dla powstania dnia i nocy dzieci tworzą różnego rodzaju kombinację zdobytych informacji o kształcie Ziemi, lokalizacji ludzi żyjących na planecie czy ruchu Słońca, Księżyca i Ziemi względem siebie. Niemniej jednak wyobrażenia tworzone przez dzieci wydają się spójne i funkcją przypominają teorie, o których piszą S. Carey (2007, s. 167–181) oraz Gopnik i Wellman (1992, s. 145–171). Analizując bowiem wypowiedzi podczas budowania obrazu dziennego i nocnego nieba oraz porównując je z wypowiedziami podczas tworzenia modelu trójwymiarowego z użyciem plasteliny, okazało się, że większość dzieci trzyma się pewnych stałych informacji (Jelinek, 2017, s. 153–176). Informacje te są niejako pewnikami, wokół których dziecko dobudowuje nowe, mniej pewne (zmyśnione?). Wydaje się, że wyjaśnienie tego zjawiska dobrze tłumaczą słowa J. Piageta, który pisząc na temat kształtowania się procesu rozumienia (przyczynowości zjawisk), wskazuje, że tyle jest typów przyczynowości, ile jest stopni uświadamiania jej sobie (Piaget, 1992, s. 273). W miarę rozwoju sposobu rozumienia kształtuje się także umiejętność porządkowania danych. Uwzględniając zatem poszczególne informacje, dzieci dochodzą drobnymi krokami do prawidłowego wyobrażenia. W przypadku astronomii osiągnięcie naukowego modelu jest możliwe już u dzieci przedszkolnych. Potwierdza to przypadek Zosi opisany wyżej oraz podobne przypadki dzieci przedstawione w badaniach Vosniadou i Brewera (1992, s. 535–585).

Dzieci przedszkolne są w stanie zbudować wyobrażenie naukowe, jeśli mają okazję zdobywać wiedzę na temat kosmosu. Jeżeli oglądają filmy o kosmosie, zdjęcia planet, rozmawiają na temat schematów prezentujących budowę Układu Słonecznego czy konfrontują swoje wyobrażenia z wyobrażeniami innych osób, to rozwiązują przy tym problemy poznawcze, np. jeśli ludzie mogą żyć na całej planecie, to dlaczego nie spadają z niej, będąc na południowej półkuli. Wszystko to musi być również poparte codziennymi obserwacjami zjawisk astronomicznych,

obserwacją planet, gwiazd i zjawisk astronomicznych, które będą rodzić kolejne pytania i będą okazją do budowania naukowego wyobrażenia kształtu Ziemi.

Ponieważ jednak dzieci, mimo zainteresowania, nie mają okazji prowadzić obserwacji astronomicznych i nie uczestniczą w zajęciach poświęconych astronomii (nie ma ich w podstawie programowej, zajęcia proponowane w programach, jak wskazałem, często są niedostosowane do możliwości poznawczych dzieci), ich wyobrażenia nie są konfrontowane i w konsekwencji utrwalają się u nich błędne przekonania.

Na koniec dodam, że stosowanie tellurium jako modelu kosmograficznego Układu Słonecznego w przypadku dzieci, które dopiero budują swoje prawidłowe wyobrażenia (np. kształtu Ziemi), może prowadzić do uformowania się nieprawidłowych wzorców. Typowy bowiem model tellurium nie uwzględnia wyznacznika skali wielkości planet ani ich odległości między sobą. Uwzględnia jedynie rozmieszczenie planet względem siebie (ich kolejność). Tego typu układy bardzo źle wpływają na rzeczywiste wyobrażenia dzieci. Świadczą o tym badania prowadzone wśród dorosłych, którzy wielokrotnie widzieli tego typu modele (czy ich rysunkowe przedstawienia) (Jelinek, 2016b, s. 45–52).

Tymczasem, gdyby trzymać się wielkości planet w przykładowym tellurium, oznaczałoby to, że ich rzeczywisty dystans sięga jednego kilometra. Przykładowo, największa planeta Układu Słonecznego – Jowisz – w tej skali musiałby znajdować się w odległości 120 metrów od Słońca i być wielkości około 222 centymetrów¹⁶. Gdyby natomiast zmniejszyć wielkość Układu Słonecznego do 30 metrów, zachowując jednocześnie wielkość obiektów i ich wzajemne rozmieszczenie, wówczas należałoby posługiwać się ziarnkami piasku, aby zaznaczać położenie takich obiektów, jak Wenus, Ziemia czy Mars.

Bibliografia

- Bubień A. (1975), *O potrzebie ćwiczeń wprowadzających do tematyki o ruchach Ziemi*, „Życie Szkoły” nr 9, s. 43–44.
- Carey S. (2007), *Conceptual Differences Between Children and Adults*, „Mind & Language” nr 3, s. 167–181.
- Gopnik A., Wellman H. M. (1992), *Why the Child’s Theory of Mind Really is a Theory*, „Mind & Language” nr 7, s. 145–171.
- Gopnik A. (2010), *Dziecko filozofem*, przekł. M. Trzcińska, Wyd. Prószyński i S-ka, Warszawa.

16 Więcej na temat różnych skal Układu Słonecznego przedstawiam na stronie „Dziecięca fizyka”, <http://dzieciectifizyka.pl/kosmos/skala-wielkosci-ukladu-slonecznego/>. Dodam, że przy zachowaniu omawianej skali Słońce miałoby 21 metrów średnicy.

- Jelinek J. A. (2016a), *Konstruowanie reprezentacji astronomicznych u dzieci*, „Ruch Pedagogiczny” nr 1, s. 73–81.
- Jelinek J. A. (2016b), *Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne dzieci i dorosłych*, „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa” nr 1, s. 45–52.
- Jelinek J. A. (2017), *Dziecięca astronomia. Rozumienie dziecięcych wyjaśnień jako punkt wyjścia do organizowania dydaktyki*, [w:] *Kategorie (nie)obecne w edukacji*, red. A. Domała-Kręcioch, B. Majeranek, Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków, s. 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” nr 3, s. 141–158.
- Kijas Z. (2004), *Początki świata i człowieka*, WAM, Kraków.
- Knappert J. (1996), *Mitologia Indii*, Rebis, Poznań.
- Piaget J. (1981), *Równoważenie struktur poznawczych*, przekł. Z. Zakrzewska, PWN, Warszawa.
- Piaget J. (1992), *Mowa i myślenie u dziecka*, przekł. J. Kołodzka, PWN, Warszawa.
- Piaget J., Inhelder B. (1989), *Psychologia dziecka*, przekł. Z. Zakrzewska, Wydawnictwo Siedmioróg, Wrocław.
- Popper K. (1977), *Logika odkrycia naukowego*, przekł. U. Niklas, PWN, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 roku w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, Dz.U. z 2012 r., poz. 977.
- 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 2017 r., poz. 356.
- Samarapungavan A., Vosniadou S., Brewer W. (1996), *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon: Indian Children's Cosmologies*, „Cognitive Development” nr 11, s. 491–521.
- Vosniadou S., Brewer W. (1992), *Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood*, „Cognitive Psychology” nr 24, s. 535–585.
- Vosniadou S., Brewer W. (1994), *Mental Models of the Day/Night Cycle*, „Cognitive Science” nr 18, s. 123–183.
- Wójcicki K. (2016), *Jak zacząć patrzeć w gwiazdy?*, „Gazeta Wyborcza”, Nauka dla każdego ekstra – Astronomia, nr 1.