

JAN AMOS ŻELINEK



# DZIECIĘCA ASTRONOMIA

Intuicje i zarysy pojęć astronomicznych:  
mity, wyniki badań i wnioski pedagogiczne



WYDAWNICTWO AKADEMII PEDAGOGIKI SPECJALNEJ

# DZIECIĘCA ASTRONOMIA





JAN AMOS FELINEK

# DZIECIĘCA ASTRONOMIA

*Intuicje i zarysy pojęć astronomicznych:  
mity, wyniki badań i wnioski pedagogiczne*



WYDAWNICTWO AKADEMII PEDAGOGIKI SPECJALNEJ

Recenzenci

*Prof. dr hab. Edyta Gruszczyk-Kolczyńska*

*Prof. dr hab. Jerzy M. Kreiner*

Projekt okładki

*Rafał Bielski*

Ilustracja na okładce

*Jan Amos Ćelinek*

Redakcja

*Hanna Cieśla*

Korekta

*Zespół*

Copyright © by

Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej

Warszawa 2020



Uznanie autorstwa – Użycie Niekomercyjne 4.0 Polska

ISBN 978-83-66010-50-5

Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej

02-353 Warszawa, ul. Szczęśliwicka 40

tel. 22 5893645

e-mail: [wydawnictwo@aps.edu.pl](mailto:wydawnictwo@aps.edu.pl)

# SPIS TREŚCI

WSTĘP. O DZIECIĘCYCH DYLEMATACH POJMOWANIA ZJAWISK I OBIEKTÓW ASTRONOMICZNYCH I ZWIĄZANE Z TYM KŁOPOTY EDUKACYJNE. TAKŻE O TYM, ŻE BADANIA NAUKOWE REALIZOWANE W RAMACH DZIECIĘCEJ ASTRONOMII MOGĄ POMÓC ZMIENIĆ NA LEPSZE WSPOMAGANIE DZIECI W TWORZENIU WIEDZY ASTRONOMICZNEJ NA MIARĘ WSPÓŁCZESNYCH POTRZEB . . . . .	9
1 KRÓTKO O HISTORII ODKRYĆ ASTRONOMICZNYCH. TRUDY BUDOWANIA PRZEZ WIEKI SYSTEMU WIEDZY O ZIEMI I KOSMOSIE . . . .	17
1.1. Przemiany w wyobrażeniu sfery niebieskiej i kształtu Ziemi . . . . .	19
1.2. Ewolucja wyjaśnień zjawiska dnia i nocy . . . . .	25
1.3. Zarys kształtowania się wyobrażeń budowy Układu Słonecznego . . . . .	27
1.4. Syntetycznie o wyprawach kosmicznych . . . . .	35
1.5. O oporach społecznych w przyjmowaniu nowych wyjaśnień na budowę kosmosu . . . . .	41
1.6. Dowody na to, że dzieci kształtują swoją wiedzę astronomiczną w sposób podobny do historii odkryć astronomicznych od czasów starożytnych po dzisiejsze . . . . .	45
2 SZKOLNA I POZASZKOLNA EDUKACJA ASTRONOMICZNA DZIECI: TENDENCJE, OGRANICZENIA I MOŻLIWOŚCI . . . . .	55
2.1. Co wynika z bezpośrednich doświadczeń dzieci w kwestii zjawisk i obiektów astronomicznych . . . . .	56
2.2. Zamierzone i niezamierzone efekty domowej edukacji astronomicznej spowodowane nie zawsze trafnymi wyjaśnieniami dorosłych . . . . .	59
2.3. Opis kształtu Ziemi i budowy wszechświata w baśniach, mitach i w Piśmie Świętym . . . . .	62
2.4. Mankamenty przekazu wiedzy astronomicznej w publikacjach edukacyjnych udostępnianych dzieciom . . . . .	73
2.5. Wątpliwości dotyczące wartości edukacyjnych filmów animowanych, fabularnych i przyrodniczych o kosmosie adresowanych do dzieci . . . . .	77



2.6. Wady sposobu przekazywania dzieciom wiedzy o kosmosie w edukacji przedszkolnej i szkolnej .....	85
3 CO WIADOMO O MOŻLIWOŚCIACH I OGRANICZENIACH UMYSŁOWYCH DZIECI, KTÓRE MOGĄ UTRUDNIAĆ KSZTAŁTOWANIE WIEDZY ASTRONOMICZNEJ: WAŻNIEJSZE USTALENIA PSYCHOLOGICZNE I PEDAGOGICZNE .....	94
3.1. Ustalenia Jeana Piageta i Stefana Szumana w zakresie tworzenia przez dzieci wiedzy o obiektach i zjawiskach .....	94
3.2. Społeczny kontekst budowania dziecięcej wiedzy astronomicznej – w perspektywie ustaleń Lwa S. Wygotskiego .....	104
3.3. Wybrane poglądy współczesnych psychologów i pedagogów dotyczące procesu rozwijania intuicji i tworzenia przez dzieci zarysów pojęć dotyczących kosmosu .....	108
4 MODELE MENTALNE DZIECI OPRACOWANE PRZEZ STELLĘ VOSNIADOU I WILLIAMA BREWERA O KSZTAŁCIE ZIEMI, ZJAWISKU DNIA I NOCY ORAZ BUDOWIE UKŁADU SŁONECZNEGO .....	122
4.1. Procedury badawcze stosowane przez Vosniadou i Brewera .....	122
4.2. Modele mentalne kształtu Ziemi .....	124
4.3. Modele mentalne zjawiska dnia i nocy .....	131
4.4. Zastosowanie modeli mentalnych kształtu Ziemi i zjawiska dnia i nocy w badaniach nad kształtowaniem się wiedzy astronomicznej u dzieci wychowywanych w różnych kulturach .....	140
4.5. Co wiadomo o rozumieniu przez dzieci ziemskiej grawitacji na podstawie badań realizowanych przez Vosniadou i Brewera oraz Nussbauma i Novaka .....	145
5 PODSTAWY METODOLOGICZNE PROGRAMU DZIECIĘCA ASTRONOMIA ..	148
5.1. Motywy podjęcia badań nad Dziecięcą astronomią: badane problemy, ważniejsze założenia i ustalenia terminologiczne .....	148
5.2. Cele, zadania i metody badawcze stosowane w projektach badawczych zrealizowanych w ramach programu <i>Dziecięcej astronomii</i> w rozpisaniu na dwa projekty badawcze .....	153
5.2.1. Projekt <i>Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych</i> – cele i zadania badawcze, stosowane metody i badane osoby .....	153
5.2.2. Projekt <i>Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych</i> – cele i zadania badawcze, stosowane metody i badane osoby .....	164
5.3. Spójność celów i zadań badawczych zrealizowanych w projektach badawczych składających się na program <i>Dziecięca astronomia</i> .....	174

6	DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH – WYNIKI ORAZ INTERPRETACJA BADAŃ PROWADZONYCH W POLSKICH PRZEDSZKOLACH I SZKOŁACH. PODOBIENSTWA I RÓŻNICE W ZAKRESIE WIEDZY ASTRONOMICZNEJ DZIECI POLSKICH I DZIECI WYCHOWYWANYCH W INNYCH KULTURACH .....	177
6.1.	Wiedza astronomiczna dzieci dotycząca dziennego i nocnego nieba, kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi żyjących na Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy – wyniki badań .....	177
6.2.	Jak badane dzieci interpretowały obiekty i zjawiska astronomiczne przedstawiane na fotografiach w prasie, w relacjach telewizyjnych .....	197
6.3.	Skąd badane dzieci czerpią doświadczenia oraz informacje, na podstawie których tworzą intuicje i zarysy pojęć astronomicznych .....	209
6.4.	Porównanie astronomicznych modeli mentalnych dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych z modelami ustalonymi dla dzieci polskich	214
7	JAK DZIECI PRZECHODZĄ Z INTUICJI DO ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH I DALEJ DO POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH – WYNIKI BADAŃ, ICH INTERPRETACJA I WNIOSKI .....	236
7.1.	Proces przechodzenia z intuicji do zarysów pojęć astronomicznych dzieci polskich na podstawie badań realizowanych w projekcie <i>Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć</i> .....	238
7.2.	Różnice indywidualne w konstruowanych intuicjach i zarysach pojęć astronomicznych u dzieci .....	259
8	CO WNOSZĄ WYNIKI BADAŃ ZREALIZOWANE W RAMACH PROGRAMU <i>DZIECIĘCA ASTRONOMIA</i> DO PSYCHOLOGII I PEDAGOGIKI .....	271
9.	BIBLIOGRAFIA I BIBLIOGRAFIA INTERNETOWA .....	288
10.	ZAŁĄCZNIKI I SPIS TABEL, SCHEMATÓW, WYKRESÓW I ZDJĘĆ .....	304



WSTĘP. O DZIECIĘCYCH DYLEMATACH  
POJMOWANIA ZJAWISK I OBIEKTÓW  
ASTRONOMICZNYCH I ZWIĄZANE Z TYM  
KŁOPOTY EDUKACYJNE. TAKŻE O TYM,  
ŻE BADANIA NAUKOWE REALIZOWANE  
W RAMACH DZIECIĘCEJ ASTRONOMII MOGĄ  
POMÓC ZMIENIĆ NA LEPSZE WSPOMAGANIE  
DZIECI W TWORZENIU WIEDZY  
ASTRONOMICZNEJ NA MIARĘ  
WSPÓŁCZESNYCH POTRZEB

Parę lat temu, kiedy prowadziłem zajęcia ze starszymi przedszkolakami, zaintrygowały mnie ich wypowiedzi odnoszące się do obiektów i zjawisk astronomicznych. Rozmawialiśmy z dziećmi o zjawisku dnia i nocy, o Słońcu i Księżycu. Zaintrygował mnie sposób, w jaki dzieci tłumaczyły powstawanie dnia i nocy. Pamiętam wypowiedź Krzysia, który z pewnością w głosie opowiadał o płaskiej Ziemi i o tym, że... *w nocy słońce chowa się za chmurą*. Według tego sześciolatniego chłopca Księżyc na zmianę ze Słońcem jest zasłaniany chmurą i w ten sposób zmienia się pora dnia.

Zafascynowany specyficzną logiką dziecięcych wyjaśnień zacząłem zadawać dzieciom pytania dotyczące zjawisk astronomicznych. Pięcioletnia Ania wyjaśniła, że... *ludzie nie mogą żyć u dołu Ziemi (po drugiej stronie planety), bo by spadli*. Janek opowiadał, że można tak mocno kopnąć piłkę, że *polecą do kosmosu*. Oryginalnego spojrzenia udzieliła także Oktawia, która tłumaczyła, że są dwie Ziemie. *Jedna to ta, na której mieszkamy, jest płaska. Druga jest okrągła i można ją zobaczyć w telewizji*. Pamiętam też wypowiedzi uczniów w klasie drugiej, którzy uważali, że Ziemia w kosmosie jest nieruchoma, a wokół niej krąży Słońce i Księżyc. Aneta – uczennica klasy trzeciej – posługująca się intuicyjnym rozumieniem grawitacji, dowodziła, że... *jest taka siła, która nie pozwala ludziom spaść z Ziemi*. Chwilę potem, na pytanie *Dokąd można zajść idąc cały czas prosto przed siebie*, wyjaśniała, że... *można iść tylko kawatek, bo potem spadnie się z Ziemi*.

Zapał dzieci, z jakim tłumaczyły kształt Ziemi, Słońca i Księżyca, ich sposób poruszania się i wzajemne relacje, a także lokalizację obiektów



na powierzchni Ziemi skłonił mnie do przyjrzenia się, jak wygląda proces zapoznawania dzieci z podstawowymi zagadnieniami astronomicznymi w przedszkolu i szkole. Okazało się, że w programach wychowania przedszkolnego i programach wczesnej edukacji nie ma treści kształcenia, które by pomagały dzieciom tworzyć pojęcia astronomiczne na poziomie zbliżonym do naukowych<sup>1</sup>. Określenia typu *Słońce*, *Księżyc*, *planeta*, *orbita*, *gwiazda*, *rakieta* mieszczą się w wiedzy potocznej.

Zainteresowało mnie to: dlaczego Oktawia opisując kształt Ziemi, korzystała jednocześnie z wiedzy intuicyjnej – Ziemia jest płaska – i wiedzy zbliżonej do naukowej – Ziemia ma kształt kuli, Ania lokalizowała ludzi żyjących na Ziemi tylko *u góry* planety, wyraźnie nawiązując do kształtu zbliżonego do płaskiej Ziemi, a Aneta nie kojarzyła zjawiska dni i nocy z ruchem obrotowym Ziemi.

Poszukując odpowiedzi na to i inne jeszcze pytania, zacząłem analizować źródła dziecięcej wiedzy astronomicznej. Uzmysłowiłem sobie, że wiedzę tę dzieci wywodzą głównie z codziennych obserwacji. Każdego dnia doświadczają płaskości Ziemi, obserwują ruch Słońca na nieboskłonie nie wiedząc, że jest on pozorny itd. Rozpatrywałem też informacje z dziedziny astronomii przekazywane dzieciom w audycjach telewizyjnych, w komunikatach radiowych, książeczkach dla dzieci itd. Stwierdziłem, że informacje te są sprzeczne z dziecięcymi doświadczeniami, a na dodatek podawane są językiem trudnym dla dziecka, pełnym symboli i skrótów. Po prześledzeniu dziecięcej literatury okazało się, że baśnie i opowiadania są nasycone wyjaśnieniami magicznymi, a obraz Ziemi jest płaski (*za siódmą górą, za siódmą rzeką*)<sup>2</sup>.

Zastanawiałem się nad tym, jak dziecięcy umysł radzi sobie, stykając się ze sprzecznymi informacjami w odniesieniu do zjawisk astronomicznych. Zrozumiałem też jak ubogie i na dodatek mylące są realne doświadczenia dotyczące obiektów i zjawisk astronomicznych. Na przykład z obserwacji nieba i znajdujących się tam obiektów nie wynika, że Ziemia krąży wokół Słońca. Co więcej, z codziennej obserwacji wynika, że to Słońce krąży wokół Ziemi.

Kwestię tę wyjaśniono po dosłownie tysiącach lat obserwacji nieba i budowaniu hipotetycznych modeli wszechświata, a potem korygowania ich pod wpływem napływających informacji. Dopiero w połowie XVI

<sup>1</sup> Szczegółowa analiza treści edukacji astronomicznej opisanej w podstawie programowej i programach przedstawiłem w podrozdziale 2.6.

<sup>2</sup> Analizę dostępnych dzieciom źródeł wiedzy przedstawiłem w rozdziale 2.

wieku Mikołaj Kopernik matematycznie udowodnił heliocentryczny model budowy Układu Słonecznego. Bezsprzeczny dowód na to, że Ziemia jest kulą, dostarczyła wyprawa Ferdynanda Magellana dookoła świata (organizowana na początku XVI wieku) oraz zdjęcie Ziemi wykonane z kosmosu w 1946 roku. Kierując się tymi przemyśleniami uznałem, że analiza kamieni milowych w dziedzinie odkryć obiektów i zjawisk astronomicznych pozwala mi lepiej zrozumieć poziom trudności, jaki mogą mieć dzieci w samodzielnym dochodzeniu do naukowych ustaleń w obszarze astronomii.

Następnie postanowiłem poznać ustalenia naukowe dotyczące tworzenia przez dzieci wiedzy astronomicznej. Okazało się wówczas, że zdecydowana większość badań była prowadzona wśród dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych, np. w Ameryce, Indiach, Turcji, Grecji, Anglii, Szwecji, Holandii. Z przykrością stwierdziłem, że od drugiej wojny światowej do czasów obecnych takich badań nie prowadzono w Polsce, jedyne do których dotarłem, dotyczyły tego, co dzieci wiedzą o wybranych obiektach astronomicznych bez pogłębionej analizy psychologicznej i pedagogicznej.

Mając świadomość ewentualnych błędów wynikających z bezpośredniego przenoszenia ustaleń naukowych zrealizowanych w innych kulturach na grunt polski – postanowiłem zrealizować program badawczy, który nazwałem *Dziecięca astronomia*. Na program ten złożyła się realizacja dwóch projektów badawczych: *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć* oraz *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. Badania te realizowałem przez siedem ubiegłych lat i objąłem nimi dzieci od 5. do 10. roku życia. Pomocne w realizacji tych projektów badawczych były środki finansowe przyznane przez Narodowe Centrum Nauki<sup>3</sup> w Krakowie oraz Akademię Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej<sup>4</sup> w Warszawie. W rozprawie tej przedstawiam wyniki tych badań.

<sup>3</sup> Narodowe Centrum Nauki sfinansowało projekt badawczy realizowany w latach 2017–2018 pt. *Dziecięca astronomia. Jak starsze przedszkolaki i mali uczniowie wyjaśniają kształt Ziemi, miejsce Ziemi w kosmosie oraz zjawisko dni i nocy* (nr 2017/01/X/HS6/01980).

<sup>4</sup> Akademia Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej w Warszawie sfinansowała dwa projekty badawcze realizowane w ramach programu badawczego *Dziecięca astronomia*. Pierwszym z nich – realizowanym w latach 2016–2017 był projekt *Dziecięca astronomia. Modele kompetencji astronomicznych starszych przedszkolaków i młodszych uczniów w zakresie kształtu Ziemi, jej miejsca w kosmosie oraz zjawiska dni i nocy* (nr BSTP 4/16-I). Drugim, realizowanym w latach 2018–2019 był projekt badawczy *Dziecięca astronomia. Skuteczność tutoringu rówieśniczego* (nr BSTP 15/18-I).

W rozdziale pierwszym omawiam pokrótce historię odkryć astronomicznych, także po to, aby oddać hołd tym uczonym, dzięki którym możliwy był *przewrót kopernikowski* oraz *keplerowski opis ruchu planet*, a także współczesne odkrycia dotyczące kosmosu. Ustalenia zawarte w tym rozdziale stanowią rodzaj wstępu do badań nad dziecięcym pojmowaniem obiektów i zjawisk astronomicznych, jeżeli rozpatrywać je w konwencji ontogenezy i filogenezy. Mozolne budowanie przez dzieci wiedzy astronomicznej ma bowiem wiele wspólnego ze złożonością kształtowania historii odkryć astronomicznych.

W rozdziale drugim przedstawiłem szkolne i pozaszkolne źródła dziecięcej wiedzy astronomicznej. Jest to konieczne dla zrozumienia konsekwencji, jakie wynikają z faktu, że w edukacji przedszkolnej i szkolnej nie przywiązuje się wagi do wspomagania dzieci w kształtowaniu wiedzy astronomicznej zbliżonej do naukowej. Dlatego wiedzę tę dzieci kształtują poza formalną edukacją przedszkolną i szkolną. Problem w tym, że taki sposób budowania wiedzy obarczony jest następującymi mankamentami:

- wiedza astronomiczna wywodząca się z osobistych doświadczeń dzieci jest odległa w wielu zakresach, a nawet sprzeczna z zarysami pojęć naukowych;
- wiedza astronomiczna przekazywana dzieciom przez dorosłych słownie, w statycznej formie wizualnej (np. obrazki, fotografie, schematy) i w formie ruchomych obrazów (np. animacje, filmy fantastyczno-naukowe) jest fragmentaryczna, często niedostosowana do możliwości poznawczych dzieci.

Konsekwencją tych mankamentów są trudy, jakie dzieci muszą samodzielnie pokonać, przechodząc od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych. Ogrom tych trudów wyjaśniają ustalenia zawarte w następnym rozdziale.

W rozdziale trzecim przedstawiłem możliwości i ograniczenia umysłowe dzieci przedszkolnych i szkolnych jeśli chodzi o poznawania kosmosu. Podkreśliłem w nim, że dzieci poznają świat nie tylko za pomocą zmysłów, lecz także konstruują swoje domniemania za pomocą dostępnych im informacji. Zgodnie z obecnym stanem wiedzy konstruowane przez dzieci wyjaśnienia są bardzo podobne – pod względem struktury i funkcji – do teorii naukowych. W rozwoju wyjaśnień dzieci najpierw bazują na osobistych doświadczeniach, potem, w miarę nabywania nowych informacji, włączają je i próbują wyjaśnić wraz z osobistymi doświadczeniami. Ostatecznie – jak pokazały badania – dzieci konstruując pojęcia zbliżone do naukowych, rezygnują z osobistych doświadczeń. Złożoność tego procesu wyjaśniają Jean

Piaget, Lew Wygotski i Stefan Szuman. Z moich ustaleń wynika, że w obszarze kształtowaniem wiedzy astronomicznej przez dzieci rządzą te same mechanizmy, które wyjaśniają wymienieni uczeni.

W rozdziale czwartym przedstawiam wyniki badań dotyczące kształtowania wiedzy astronomicznej zrealizowane przez Stellę Vosniadou i jej zespół. Jest to konieczne, aby porównać jaką wiedzą astronomiczną posługują się dzieci polskie i w jakim stopniu jest ona różna i podobna do tej, którą wykazały się dzieci w Ameryce, Indiach, Anglii, Turcji, Szwecji i Estonii. W rozdziale tym wyjaśniam też, dlaczego wyników tych badań nie można bezpośrednio przenosić do dzieci wychowywanych w Polsce. Choćby z powodu odmiennych doświadczeń poznawczych, słuchanych baśni i podań nasyconych magicznymi wyjaśnieniami zmian obserwowanych na ziemi i na niebie<sup>5</sup>.

W rozdziale piątym przedstawiam program badawczy *Dziecięca astronomia*, w ramach którego realizowałem dwa projekty badawcze: *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* oraz *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. W rozdziale tym omawiam cele i zadania badawcze, stosowane metody i dokonuję krótkiej charakterystyki badanych osób. Wyniki badań zaprezentowałem w dwóch kolejnych rozdziałach dysertacji.

W rozdziale szóstym przedstawiam wyniki badań zrealizowane w ramach projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*. Za pomocą autorskiej metody *Intuicje i Zarysy Pojęć Astronomicznych* (IZPA) dzieci ujawniały swoją wiedzę poprzez czynności rysunkowe i manipulacyjne (konstruowanie ruchomych obrazków, formowanie z plasteliny kształtu Ziemi, Słońca i Księżyca, wbijanie do plasteliny niewielkich ludzików) i uzasadniały je w wypowiedziach słownych. Badający mógł w ten sposób ustalić, jak dziecko wyobraża sobie dzienne i nocne niebo, kształt Ziemi, lokalizację ludzi na Ziemi, relację Ziemia–Księżyc–Słońce i jak wyjaśnia zjawisko dnia i nocy. Badania przeprowadzone w ramach projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* miały charakter diagnostyczny i były prowadzone w sposób jakościowy.

Ustalone za pomocą metody IZPA dziecięce intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych zostały porównane z ustalonymi przez Stellę Vosniadou z zespołem modelami mentalnymi kształtu Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy. Po ustaleniu podobieństw i różnic wśród intuicji (modeli wstępnych), zarysów pojęć (modelu uproszczonych) i pojęć zbliżonych do

<sup>5</sup> Szerzej informacje dotyczące różnych źródeł przedstawiłem w rozdziale 2.



naukowych (modeli naukowych) ustaliłem, że przekonania dzieci polskich w kwestii kształtu Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy są podobne do siebie, a różnice wynikają ze stosowanych metod.

W rozdziale siódmym prezentuję wyniki badań zrealizowanych w ramach drugiego projektu *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. Wyniki opisanych w tym rozdziale badań zostały przeprowadzone z użyciem testu EARTH2. Test ten został opracowany na podstawie opisanych przez Stellę Vosniadou z zespołem modeli mentalnych kształtu Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy. Zastosowano go po tym, jak – zgodnie z ustaleniami opisanymi w rozdziale 6 – stwierdzono, że dzieci polskie nie ujawniają odmiennych modeli niż te, które zostały opisane przez Vosniadou, a które posłużyły autorom testu EARTH2 do opracowania pytań i odpowiedzi w teście.

Badania w ramach tego projektu badawczego zostały przeprowadzone wśród 444 dzieci od 5. do 10. roku życia. Wyniki badań pozwoliły ustalić, jakie symbole graficzne (zawarte w formie odpowiedzi w teście EARTH2) najczęściej wybierają dzieci. Dominujące wybory ustalam pod względem zmiennej płci, miejsca zamieszkania i wieku. Różnice względem wieku pozwoliły wnioskować o tym, jak zmieniają się dziecięce przekonania astronomiczne w zakresie kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi, drzew i chmur, sposobu poruszania się ludzi i kopniętej piłki, a także zjawiska zapadania nocy.

Dysertację kończą wnioski opisane w rozdziale ósmym. Przedstawiłem je w pięciu blokach tematycznych, a mianowicie:

- wnioski dotyczące procesu kształtowania się wiedzy astronomicznej u dzieci z uwzględnieniem różnic indywidualnych;
- uzasadnienie tezy, że tworzenie wiedzy na poziomie zarysów pojęć jest formą przejściową pomiędzy wiedzą tworzoną na poziomie intuicji i na poziomie zarysów pojęć naukowych;
- problem harmonijności w tworzeniu wiedzy astronomicznej. Czy dzieci konstruują wiedzę astronomiczną we wszystkich obszarach na tym samym poziomie kompetencji, czy też czynią to na różnych poziomach;
- potrzeba wprowadzenia edukacji astronomicznej do kształcenia dzieci na poziomie przedszkola i w klasach początkowych;
- różnice i podobieństwa w zakresie kształtowania wiedzy astronomicznej dzieci wychowywanych w realiach polskich w porównaniu z wiedzą astronomiczną dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych wraz z uzasadnieniem, że nie ma większych przeszkód, aby korzystać ze zgromadzonych już doświadczeń w konstruowaniu programów edukacyjnych dla dzieci polskich.

Mam nadzieję, że wnioski te przyczynią się do wprowadzenia korzystnych zmian do edukacji dzieci w formie fachowego wspomagania ich w tworzeniu systemu wiedzy astronomicznej. Będę szczęśliwy, jeżeli wyniki moich badań nad wiedzą astronomiczną dzieci polskich zainicjują następne badania nad problemami ważnymi w czasach intensywnego poznawania kosmosu.

\*\*\*

Kończąc uwagi wstępne, chcę podziękować wszystkim tym, którzy przyczynili się do zrealizowania badań, które stanowią rdzeń tej publikacji. Dziękuję Nauczycielom i Dyrektorom placówek edukacyjnych<sup>6</sup> za życzliwość i pomoc w prowadzeniu badań. Osobne podziękowania należą się Dzieciom, które chętnie uczestniczyły w badaniach, dzieląc się swoimi przemyśleniami o obiektach i zjawiskach astronomicznych. Chciałbym też podziękować Pedagogom i Psychologom, którzy zechcieli mnie wesprzeć w trudnych chwilach prowadzenia badań naukowych.

<sup>6</sup> Ze względu na ochronę danych osobowych badanych dzieci nie podaję nazwy miejscowości, w których prowadzone były badania.



# 1 KRÓTKO O HISTORII ODKRYĆ ASTRONOMICZNYCH. TRUDY BUDOWANIA PRZEZ WIEKI SYSTEMU WIEDZY O ZIEMI I KOSMOSIE

Decyzję przytoczenia krótkiej historii odkryć astronomicznych podjąłem zafascynowany tym, że w *Dziecięcej astronomii – bo tak nazwałem tworzenie wiedzy astronomicznej przez dzieci – jest wiele wątków zbieżnych z rozwojem myśli cywilizacyjnej w tym obszarze nauki*. Dotyczy to głównie dociekań o kształcie Ziemi, zjawisku dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego. Dlatego nim przedstawię dokonania badawcze w zakresie konstruowania wiedzy astronomicznej dzieci, postanowiłem naszkicować historię odkryć astronomicznych w tych trzech obszarach. Uznałem bowiem, że wgląd w ten zakres relacji pomiędzy filogenezą i ontogenezą pozwoli lepiej zrozumieć złożoność tworzenia się wiedzy astronomicznej u dzieci.

Zacznę od tego, że astronomia jest jedną z najstarszych z nauk<sup>1</sup>. Słowo *astronomia* pochodzi z języka greckiego i stanowi połączenie wyrazów: *astron* – „gwiazda” i *nómos* – „prawo”. Łatwo wysnuć wniosek, że astronomami określano osoby, które ustalały prawa rządzące gwiazdami, *opisywały kosmos*, jego obiekty i zjawiska.

Spoglądając w niebo, człowiek – od zarania dziejów – chciał zrozumieć swoje miejsce we wszechświecie, a dążąc do poznania zjawisk astronomicznych, zrozumieć swoje otoczenie. Dążył do wyjaśnienia egzystencjalnego problemu – *kiedy wszystko się zaczęło i dokąd świat zmierza*<sup>2</sup>. Wraz z postępem

<sup>1</sup> Za: M. Hoskin, *Historia astronomii*, Warszawa 2007, s. 15; K. Rudnicki, *Astronomia*, Warszawa 1988, s. 5; A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, Warszawa 2015, s. 6.

<sup>2</sup> Obserwując granice obserwowalnego wszechświata ustalono, że w dwuwymiarowym modelu wszechświat ma kształt bańki mydlanej, w dodatku bańki, która się rozszerza. Wyobrażenie sobie tego kształtu budzi wiele pytań (np. co jest poza bańką, czy istnieje więcej niż jedna bańka (teoria *multiuniversum*), czy bańki mogą się ze sobą łączyć itd. Obserwując obiekty przemierzające przestrzeń kosmosu, naukowcy starają się także przewidywać niebezpieczeństwa, które mogą zagrażać ludziom na Ziemi.



cywilizacji zakres tego problemu rozszerzono o istnienie życia na innych planetach równoległe do ziemskiej<sup>3</sup> i poszukiwanie planet, które w przyszłości mogą okazać się *drugą Ziemią*<sup>4</sup>.

W historii odkryć astronomicznych ostro zarysowuje się prawidłowość *podwajania się wiedzy cywilizacyjnej*. Kiedyś dokonywało się ono co kilka setek lat, dziś co trzy–pięć lat<sup>5</sup>. Ten ogromny skok cywilizacyjny zawdzięczamy nowym możliwościom technologicznym, które wyznaczają odkrycia astronomiczne.

Mając tego świadomość, uznałem za stosowne skupić się na naszkicowaniu historii astronomii w trzech zakresach istotnych z punktu widzenia analizy *Dziecięcej astronomii*. Wyróżniłem więc trzy podrozdziały dotyczące ważniejszych zmian w zakresie pojmowania sfery niebieskiej i kształtu Ziemi, cykliczności zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego. W czwartym podrozdziale podjąłem próbę wyjaśnienia, co sprawia, że ludzie z takim trudem przyjmują wiedzę naukową dotyczącą kosmosu. W piątym przedstawię zarys historii badań nad kształtowaniem się wiedzy astronomicznej u dzieci.

<sup>3</sup> Pytanie, czy jesteśmy jedynymi inteligentnymi formami życia, istniało od wielu lat. Jednym z dowodów potwierdzających ważność tego zjawiska była powieść *Wojna światów* Herberta Wellsa, która ukazała się w 1898 r. (w Polsce ukazała się w 1899 r. nakładem Gazety Polskiej). Książka przedstawia atak Marsjan na Ziemię. Powieść tę czytano w formie słuchowiska w amerykańskim radiu CBS w roku 1938. Ponieważ miało to miejsce w przeddzień wojny światowej, wywołało masową panikę wśród mieszkańców New Jersey. Audycja była w taki sposób wyreżyserowana, że ludzie wierzyli, że śledzą prawdziwą inwazję Marsjan. Obecnie uznaje się tę audycję za przykład wpływu mediów na nastroje społeczne. Więcej: J. Campbell, *Getting it Wrong: Ten of the Greatest Misreported Stories in American Journalism*, Berkeley 2010, s. 26–44.

<sup>4</sup> Poszukiwanie egzoplanet, czyli planet podobnych do Ziemi, ma obecnie przede wszystkim cel poznawczy. Być może kiedyś wiedza zdobyta dzisiaj okaże się potrzebna do poszukiwania miejsc, gdzie ludzkość będzie musiała się przenieść, opuszczając Ziemię (np. z powodu przeludnienia czy wyczerpania środków naturalnych). Stephen Hawking (*Krótkie odpowiedzi na wielkie pytania*, Poznań 2018) przewiduje, że w ciągu 1000 lat Ziemia przestanie być wystarczająca by wyżywić ludzi. Do tego czasu trzeba znaleźć nową planetę.

<sup>5</sup> Zagadnienie to w nauce astronomii omawia Stephen Hawking w książce *Wszystkie światy w skorupce orzecha*, Poznań 2004, s. 76–81) oraz w obszarze techniki Marian Michalik w rozdziale *Badania i technika w świecie jutra*, w: *Kronika. Technika*, Warszawa 1992, s. 596–597.

# 1.1 PRZEMIANY W WYOBRAŻENIU SFERY NIEBIESKIEJ I KSZTAŁTU ZIEMI

Historia odkryć astronomicznych rozpoczyna się w momencie, gdy człowiek spojrział w niebo, by zastanawiać się, *co tam jest?* Warto więc zajrzeć do prehistorycznych czasów powstawania wiedzy astronomicznej. Najstarsze dowody obserwacji astronomicznych pochodzą sprzed 30 000 lat<sup>6</sup>, łącznie je z ustalaniem położenia świecących punktów na niebie w odniesieniu do pewnych charakterystycznych punktów na horyzoncie (np. drzewa czy kamienia). Z tych czasów wywodzą się tzw. kręgi astronomiczne. Umożliwiały one obserwatorom nieba – starożytnym astronomom – rejestrowanie położenia gwiazd na kamieniach tworzących kamienne kręgi. Obrane kamienie były punktami odniesienia względem położenia horyzontalnego Słońca i innych gwiazd, planet i Księżyca<sup>7</sup>. Chodziło o to, aby obserwując przez wiele nocy świecący punkt, określić zmianę jego położenia względem innych kamieni, które pełniły rolę punktów orientacyjnych. Umożliwiało to precyzyjniejsze ustalanie stałego następstwa pór roku, wiedzy ważnej dla ludzi, których życie nieraz od tego zależało.

Ustalenie pozycji wertykalnej obiektu na niebie – jego wysokości – okazało się skomplikowane, sądząc po zmianach dokonywanych sukcesywnie w kręgach astronomicznych. Pierwsi astronomowie ustawiali w nich pionowe głazy, których wysokość i miejsce ściśle odpowiadała położeniu Słońca na niebie w określonych porach roku<sup>8</sup>. Dlatego kamienne kręgi nazwano

<sup>6</sup> Dowodami są odkryte w jaskini Blanchard (Francja) kości renifera, które wydają się być swoistym kalendarzem astronomicznym. Kości posiadają specyficzne nacięcia odpowiadające fazom Księżyca. Na podstawie: A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, dz. cyt., s. 6.

<sup>7</sup> Jednym z nich jest tzw. Krąg Szamański Bighorn (Krąg Słońca) w amerykańskim stanie Wyoming, który odzwierciedlał ruch Słońca (i trzech innych gwiazd) na niebie dla ustalenia nadejścia lata i zimy. *Time life. Encyklopedia szkolna. Wszechświat*, Bielsko-Biała 2000, s. 98–99.

<sup>8</sup> Najlepiej zachował się kamienny krąg w Anglii nazwany Stonehenge, datowany na 4000 lat. Archeologowie dopatrzyli się trzech okresów. Stonehenge I tworzył jedynie krąg kamienny, który pozwolił pierwszym obserwatorom ustalić położenie wschodów i zachodów Słońca i Księżyca. Podczas rozbudowy Stonehenge (które nazwano Stonehenge II i Stonehenge III) ustawiono koncentryczny mniejszy krąg tworzony z wielkich głazów. Ich położenie dowodzi, że starożytni wiedzieli, kiedy dzień (22 czerwca), a kiedy noc jest najdłuższa (22 grudnia). Dowodzi temu fakt, że Słońce prześwituje przez ustawione okręgi dokładnie w te dni. Za: A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, dz. cyt., s. 7.

**obserwatoriami megalitycznymi**<sup>9</sup>. Pozwalały one stosunkowo precyzyjnie przewidywać nadchodzące pory roku i planować ważniejsze prace rolne.

Astroachreolodzy<sup>10</sup> ustalili też, że w kamiennych kręgach zajmowano się również kątowym położeniem Księżyca i innych planet na niebie. Obserwując obiekty (pozornie) poruszające się na niebie ustalono m.in. że wiele z nich porusza się po zbliżonej do siebie linii (ekliptyka). Starożytni utożsamili je ze znakami Zodiaku<sup>11</sup>. Towarzyszyło temu **wyobrażenie nieba jako sfery otaczającej Ziemię. Nieboskłon przypominał skorupkę jajka, które wraz z białkiem otaczało z każdej strony żółtko (Ziemię)**<sup>12</sup>. To pierwsze rozumienie granicy horyzontu w dziedzinie astronomii było niewątpliwie kamieniem milowym w drodze odkrywania tajemnic kosmosu.

Ziemia jawiła się ludziom wówczas jako płaski obiekt nakryty niebieską powłoką (sfera niebieska), o kształcie półkuli, a Księżyc i Słońce jako płaskie dyski przesuwane po niej. Trzeba było jednak tysiące lat obserwacji i przemyśleń, by zgromadzić **dowody na kulistość Ziemi i uznać, że jest obiektem o kształcie podobnym do Słońca i Księżyca**.

Istotne znaczenie miały tu przemyślenia starożytnych sformułowane na bazie doświadczeń z dalekich podróży lądowych i morskich. Zarysowujące się zmiany w linii horyzontu interpretowali jako dowód wielkości Ziemi... przesuwaną coraz dalej jej krańce<sup>13</sup>. Zawierania dotyczące wyobrażeń kształtu Ziemi wywoływał też **bezkres wód otaczający tereny zamieszkałe przez ludzi, który był dla nich granicą wyobrażeń o świecie**. Świadczą o tym mapy tworzone przez wyspiarzy<sup>14</sup>, na których to, co znane i to co jeszcze nieznanne (ale już wyobrażone) otoczone było wodą.

W prehistorii tworzenia wiedzy astronomicznej wyróżnić także trzeba rozważania dotyczące początków wszechświata, w tym powstawania Ziemi.

<sup>9</sup> Na przykład: Kokino. Za: G. Cenev, Megalithic observatory Kokino, *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 80/2006, s. 313–317.

<sup>10</sup> Np. G.S. Hawkins., J.B. White, *Stonehenge decoded*, London 1965.

<sup>11</sup> Droga zodiakalna – pas ekliptyki – jest o tyle ważna, że w jej obrębie porusza się Słońce, Księżyc i wszystkie planety Układu Słonecznego. Na podstawie: S. i J. Mitton, *Seria Oxford. Astronomia*, Warszawa 1996, s. 38–39.

<sup>12</sup> Takie wyobrażenia można dostrzec w legendach i podaniach starożytnych – więcej o tym w rozdziale 2.

<sup>13</sup> Por. Z. Długosz, *Historia odkryć geograficznych i poznania Ziemi*, Warszawa 2001; J. Bibacz., W. Walczak, *Zarys historii odkryć geograficznych*, Warszawa 1970, s. 13–20.

<sup>14</sup> Dowodzą tego papirusowe mapy doliny Nilu datowane na XIII w. p.n.e. oraz staroperskie i starochińskie mapy świata. Za: J. Bibacz., W. Walczak, *Zarys historii odkryć geograficznych*, dz. cyt., s. 29, 38, 40.

Polinezyjczycy uważali np., że Ziemię wyciągnięto z wody<sup>15</sup>, a Hindusi, że Ziemia leży na żółtciu i słoniach. Egipcjanie zaś – podobnie jak Chińczycy – uważali, że Ziemia ma kształt bryły, której powierzchnia jest idealnym kwadratem<sup>16</sup>. W Indiach wierzą, że Ziemia wraz z ludźmi jest tylko pyłkiem w niezmiernym dziele Bogów i – co ciekawe – istnieją także inne zamieszkałe światy<sup>17</sup>. Wyobrażenia te znane są dzisiaj z mitów i podań ludowych. Naszkicowane tu wyobrażenia – moim zdaniem – zależały od pytań *Co jest dalej* i udzielanych odpowiedzi.

Mimo ograniczeń poznawczych dotyczących horyzontu geograficznego już w starożytności zaczęto budować kuliste wyobrażenia Ziemi. Znaczące były tu ustalenia dotyczące kulistej sfery, okrągłego Słońca i Księżycy na niebie i rozumowanie: *jeśli Słońce i Księżyc są okrągłe, to być może Ziemia także*<sup>18</sup>. Konsekwencją wnioskowania o kulistości obiektów i pojmowania Słońca i Księżycy jako płaskie dyski były dwie hipotezy:

- Słońce i Księżyc to płaskie dyski osadzone na wewnętrznej płaszczyźnie sfery niebieskiej (wcześniej wspomniana analogi do skorupki jajka);
- Jeśli Słońce i Księżyc są kuliste, to podobny kształt może mieć również Ziemia<sup>19</sup>.

Dążąc do weryfikacji tych hipotez, **Arystoteles**<sup>20</sup> (383–322 r. p.n.e.) przedstawił trzy dowody na kulistość Ziemi, a mianowicie: widnokrąg o kształcie koła, znikanie statku za horyzontem i przejście naturalnego satelity Ziemi przez cień Ziemi. Zdawał sobie sprawę, że Ziemię tworzą góry, wyżyny i niziny, a jednak glob ziemski uznawał, że Ziemia ma kształt zbliżony do kuli<sup>21</sup>. Dowodem na kulistość Ziemi są obliczenia **Eratostenesa**

<sup>15</sup> *Największe sekrety historii*, dz. cyt., s. 46–47.

<sup>16</sup> E. Eberhard, *Symbole chińskie. Słownik*, Kraków 2007, s. 304.

<sup>17</sup> Za: K. Rudnicki, *Astronomia*, dz. cyt., s. 69.

<sup>18</sup> Wnioskowanie o kulistości Ziemi wywodzi się z platońskiej koncepcji o doskonałości sfery i zasady homologii. Ta ostatnia – pochodząca jeszcze z kosmologii babilońskiej – wskazuje, że dla odtworzenia zjawisk astronomicznych należy przyjąć, że niebo ma kształt kulisty, a Ziemia znajdująca się wewnątrz sklepienia niebieskiego też powinna kształtem przypominać kulę. Za: Z. Roskał, *Starożytni prekursorzy geosferyzmu*, *Fizyka w Szkole* 3/2006, s. 14–19.

<sup>19</sup> Hipotezę tę potwierdzała obserwacja np. statków znikających za horyzontem. Obserwujący najpierw dostrzegali znikający kadłub statku, a potem jego maszty.

<sup>20</sup> Arystoteles, *O niebie*, Warszawa 1990, s. 100–101.

<sup>21</sup> Pomijając fakt, że powierzchnię Ziemi tworzą góry, wyżyny i niziny, to jednak glob nie jest także do końca elipsoidą obrotową (choć różnica w promieniu Ziemi mierzonym od środka planety do równika i od środka planety do bieguna wynosi ok. 20 km – różnica ta nie jest dostrzegalna z kosmosu). W pierwszym przybliżeniu kształtu Ziemi (oprócz kuli) można powiedzieć, że jest ona elipsoidą dwuosiową, drugim elipsoidą trójosiową. Niemniej

(255–194 r. p.n.e.). Ustalił – na podstawie informacji wyczytanych w Bibliotece Aleksandryjskiej – że 21 czerwca dokładnie w południe w miejscowości Syene (dziś Assuan, Egipt) światło Słońca oświetlało dno studni, co świadczyło o tym, że było w zenicie (jego promienie w tamtym miejscu padają prostopadle). 21 czerwca o godzinie 12.00 zmierzył długość cienia rzucanego przez kolumny w oddalonej o ok. 800 km Aleksandrii. Dysponując kątem padania tego cienia i wykorzystując ustalenia (wzory) dotyczące trójkąta prostokątnego, Eratostenes określił promień Ziemi. Stwierdził, że Ziemia ma obwód od 39 690 do 46 620 km (dziś wiadomo, że wynosi 40 041 km). Było to pierwsze tak znaczące wykorzystanie matematyki w astronomii. Przyjmując, że Ziemia ma kształt kuli (na co wskazywało wiele dowodów), zmierzono jej rozmiar mimo niemożności obejrzenia jej całości. Było to ogromne odkrycie, biorąc pod uwagę, że potwierdzenie kulistości Ziemi dostarczyła dopiero szesnaście wieków później wyprawa Ferdynanda Magellana (1480–1521)<sup>22</sup> lub – jeśli wziąć pod uwagę fotografię – pierwsze zdjęcie globu wykonane w dniu 24 listopada 1946 roku<sup>23</sup>.

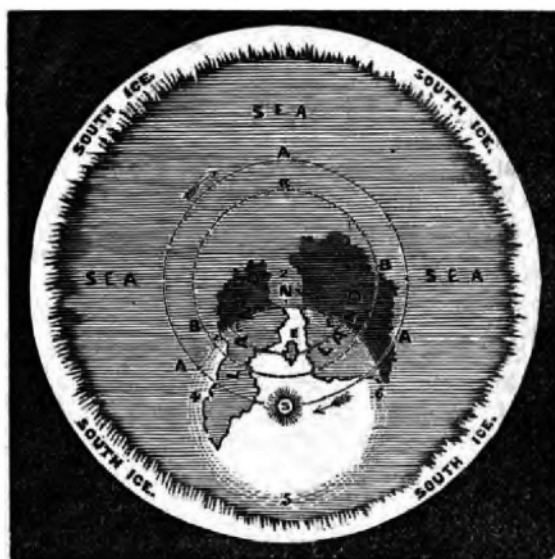
## O WĄTPLIWOŚCIACH WSPÓŁCZESNYCH LUDZI W KWESTII KULISTOŚCI ZIEMI

Mimo odkryć kosmicznych, setek zdjęć i programów astronomicznych wiele osób uważa, że loty kosmiczne są mistyfikacją, a Ziemia – nawiązując do tezy starożytnego Epikura (341–270 r. p.n.e.) – swoim kształtem przypomina płaski dysk. Członkowie Towarzystwa Płaskiej Ziemi (*Universal Zetetic Society*), liczące kilka tysięcy członków, wierzą tylko w to, co potrafią sami

jednak w potocznym języku przyjęło się określenie, że Ziemia ma kształt kuli. Więcej: K. Rudnicki, *Astronomia*, dz. cyt., s. 29–31.

<sup>22</sup> Mając taki cel, wyprawę rozpoczął Krzysztof Kolumb (1451–1506), ale opłynąć Ziemię udało się dopiero Ferdynandowi Magellanowi (1480–1521).

<sup>23</sup> Użyto wówczas niemieckiej produkcji rakiety V-2, do której zainstalowano kamery. Rakieta wzbijała się na wysokość 105 km i dokonując ruchu wokół własnej osi, wykonała kilka zdjęć, których złożenie razem pozwoliło stworzyć pierwszą ilustrację Ziemi z kosmosu (fragment filmu jest dostępny pod adresem: <https://youtu.be/3JsnNdioxQM>, dostęp: 10.11.2019). Warto dodać, że pierwszym zdjęciem ukazującym cały ziemski glob było zdjęcie (kolorowe) wykonane 19 listopada 1967 r. przez sztucznego satelitę ATS-3. Rok później podobne zdjęcie (w czarno-bieli) wykonała radziecka sonda kosmiczna Zond-5, ta sama sonda, która jako pierwsza okrążyła Księżyc. Jednakże zdjęcie Ziemi, które jest dziś najbardziej znane, zostało wykonane z pokładu Apollo 17 w dniu 12 grudnia 1972 r. z odległości 29 000 km, w którym widoczna jest w kolorze cała planeta (zdjęciu nadano tytuł „The Blue Marble” (niebieski marmur).



SCHEMAT 1. Wyobrażenie Ziemi przez członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi. Ilustracja pochodzi z książki *Zetetic Astronomy* (1865, s. 78) autorstwa Samuel B. Rowbotha

ustalić – stąd sceptycyzm wobec naukowców. Istotne jest to, że Członkowie Towarzystwa Płaskiej Ziemi nie mają jednej wizji budowy Ziemi i jej miejsca w kosmosie. To co łączy ich poglądy można ująć tak: Ziemia jest dyskiem pokrytym kopułą, a centrum świata znajduje się na biegunie północnym otoczonym ścianą lodu<sup>24</sup>. Krążące pod kopułą Słońce i Księżyc mają podobną średnicę a Księżyc świeci nie odbitym lecz własnym światłem<sup>25</sup>. Na schemacie 1 przedstawiam taki obraz Ziemi.

<sup>24</sup> Za: L. Zimmerman, *Zła nauka. Krótka historia dziwacznych przekonań, błędnych wniosków i niewiarygodnie głupich teorii*, Warszawa 2013, s. 186–188. Więcej: S.B. Rowbotham, *Zetetic astronomy. Earth nat a globe! An experimental inquiry in to true figure of the earth: provint it a plane, without axial or orbital motion; and the only material world in the universe*, London 1865, s. 23.

<sup>25</sup> Niektórzy z nich twierdzą, że ludzie są do Ziemi przyciągani za pomocą np.: elektromagnetyzmu, gęstości ciał. Sądzą, że Ziemia unosi się w przestrzeni kosmicznej (w wyniku którego ujawnia się przyciąganie rzędu 1G) lub ruchu odśrodkowego Ziemi wywołującego siłę odśrodkową (podobnie jak rotująca w kosmosie stacja). Dowodami, na które powołują się członkowie Towarzystwa Płaskiej Ziemi – są codzienne obserwacje. *Przecież za oknem widać, że ziemia jest płaska* – mówią rozpoczynając swoją argumentację. Przytaczając obserwację ruchu Słońca i Księżycy na niebie tłumaczą, że to nie Ziemia się obraca lecz one krążą nad płaską ziemią dookoła. Zaprzeczają też temu, że człowiek wzbił się w przestrzeń kosmiczną; tłumaczą, że zdjęcia Ziemi widzianej z kosmosu są mistyfikacją, która ma na celu tuszowanie zdefraudowanych funduszy.



Warto tu dodać, że ideę płaskości Ziemi wprowadził Samuel B. Rowbotham (1816–1884), publikując w 1881 roku rozprawę *Zetetic Astronomy*<sup>26</sup>, powołując się na literalne odczytywanie opisów biblijnych<sup>27</sup>. Po jego śmierci powołano Towarzystwo Płaskiej Ziemi<sup>28</sup>. Działacze tej organizacji zachęcają do gromadzenia dowodów na to, że Ziemia jest płaska, oferując nagrodę pieniężną<sup>29</sup>. Ponieważ wiele z tych dowodów jest zadziwiająco banalnych<sup>30</sup>,

<sup>26</sup> Pełny tytuł: *Zetetic Astronomy: A Description of Several Experiments Which Prove That the Surface of the Sea is a Perfect Plane and that the Earth is not a Globe!* Za: R. Moore, D. Mark, *More Than Darwin. An Encyclopedia of the People and Places of the Evolution-Creationism Controversy*, Westport 2008, s. 306.

<sup>27</sup> Literalny opis Biblii przedstawiony w Księdze Jozuego brzmi: „W dniu, w którym Pan podał Amorytów w moc Izraelitów, rzekł Jozue w obecności Izraelitów: *Stać słońce, nad Gibeonem! I ty, księżycu, nad doliną Ajjalonu!* I zatrzymało się słońce, i stanął księżyc, aż pomścił się lud nad wrogami swymi. Czyż nie jest to napisane w Księdze Sprawiedliwego: *Zatrzymało się słońce na środku nieba i prawie cały dzień nie spieszyło do zachodu?* (Biblia Tysiąclecia, Joz 10, 12–13). Literalne wyobrażenie budowy Ziemi szerzej omawia także Z.J. Kijas (*Początki świata i człowieka*, dz. cyt., s. 91–95), który wskazuje, że za podstawę takiego wyobrażenia służą następujące teksty: *Chwalcie Go na ogromnym jego nieboskłonie* (Ps150,1) *Choćby się przedarli do Szeolu, wyciągnie ich stamtąd moja ręka...* (Am 9,2) *Na czym są osadzone jej filary...* (Hi 38,1–41).

<sup>28</sup> Strona internetowa Towarzystwa Płaskiej Ziemi: <https://theflatearthsociety.org/home/> [dostęp: 4.11.2018].

<sup>29</sup> Pieniądze te zaoferował Wilbur Glenn Voliva na łamach październikowego numeru czasopisma „Modern Mechanics and Invention” z 1931 r. (Za: *Modern Mechanics and Invention: \$5,000 for Proving the Earth is a Globe* (Oct, 1931), ścieżka dostępu: <http://blog.modernmechanix.com/5000-for-proving-the-earth-is-a-globe/> [dostęp: 27.01.2018]).

<sup>30</sup> Na przykład jeden z członków, Wilbur Voliva (1870–1942) uznał, że obalili trzy dowody Arystotelesa na kulistość Ziemi. Wskazał, że (1) znikanie statku za horyzontem jest jedynie złudzeniem optycznym nie mającym związku z krzywizną Ziemi a (2) zaćmienie Księżyca przez Ziemię (kolejny dowód na kulistość Ziemi) nie jest brany pod uwagę, ponieważ przywołuje się zjawisko, w którym (podobno) Księżyc i Słońce widoczne były na niebie, a mimo to Słońce zostało zasłonięte, (3) zmieniający się wygląd nieba na różnych szerokościach geograficznych (niektóre gwiazdy ujawniają się, a inne zachodzą, np. gwiazda polarna na północnej półkuli i południowy krzyż na południe od równika) zdaniem członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi jest efektem gwiazd znajdujących się na niskim poziomie sfery niebieskiej. Ponadto w 2017 r. Darryl Marble (za: strona D. Marble <https://www.youtube.com/watch?v=UeJetQLLp4c> [dostęp: 15.05.2018]) wziął niewielką poziomnicę na pokład samolotu lecącego z Karoliny Północnej do Seattle (USA) i obserwował czy pęcherzyk powietrza w poziomicy zmieni swoje położenie podczas lotu. Przyjął, że jeśli Ziemia jest kulista, pęcherzyk powinien z czasem przesunąć się w kierunku przeciwnym do lotu, a jeśli jest płaska, to nie powinien się poruszyć. Ponieważ pęcherzyk nie zmienił swojego położenia Marble potwierdza, że Ziemia jest płaska. Dodam, że błędnie założył on, że narzędzie pomiarowe (poziomica) jest w stanie uwzględnić tak niewielkie odchylenia, jakich doświadcza

wyjaśnienia członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi nie są dziś brane poważnie pod uwagę i traktowane są raczej jako szeroko rozumiane potoczne myślenie<sup>31</sup>. Zwracam jednak uwagę na ten sposób myślenia ponieważ argumenty wysuwane przez nich są w wielu zbieżne z naiwnymi poglądami dzieci. Problem ten omówię w rozdziale 4.

## 1.2 EWOLUCJA WYJAŚNIEŃ ZJAWISKA DNIA I NOCY

Obserwacje najbliższej gwiazdy – Słońca pozwala zrozumieć źródło światła, jakie dociera do Ziemi sprawiając, że na planecie istnieje życie. Regularnie występujące na Słońcu wybuchy i czarne plamy umożliwiają przewidywanie zórz polarnych na biegunach i zakłóceń w działaniu niektórych urządzeń elektromagnetycznych. Warto więc spojrzeć na to w aspekcie historii astronomii.

W większości kultur Słońce było uznawane za boga dającego życie. Czczenie boga słońca było obecne np. w Mezopotamii, gdzie Sumerowie czcili boga słońca Utu. Babilończycy wierzyli w Szamasza, boga słońca i sprawiedliwości, w Egipcie uwielbiany był bóg Ra (lub Atum), w Grecji bóg Helios, u Azteków bóg słońca nazywany był Huitzilopochtli, a u Słowian Swaróg. W Polsce zanik *kultu słońca* był spowodowany przyjęciem wiary chrześcijańskiej i tendencją do zastępowania pogańskich świąt chrześcijańskimi. Na przykład święto czczenia boga światła zostało zastąpione wigilią św. Jana (tzw. *noc świętojańska*), obchodzoną w nocy z 23 na 24 czerwca. Zaś Wigilia Bożego Narodzenia (24 grudnia) zastąpiła pogański kult boga słońca, podczas których składano dary Welesowi (u Germanów *Odynowi*, a u Rzymian *Sol Invictus*).

Podobnie przedstawia się historia wyjaśniania stałego następstwa dnia i nocy. Chińczycy oraz Indonezyjczycy uważali, że słońce znika, bo pożera je smok; Hindusi, że dzieje się to za sprawą *Kala Rau*. Bowilijczycy byli pewni, że słońce pożera wielki pies, Serbowie, że jest to sprawka wilkołaka, a Wietnamczycy, że czyni to wielka żaba<sup>32</sup>. Takie i inne magiczne wyjaśnie-

samolot podczas lotu. Doświadczenie to obrazuje, że osoby twierdzące, że Ziemia jest płaska, przyjmują do wiadomości tylko te informacje, które potwierdzają ich przekonania.

<sup>31</sup> Ł. Lamża, *Świąty równoległe. Czego uczą nas płaskoziemcy, homeopaci i różdżkarze*, Wołowiec 2020, s. 120–130.

<sup>32</sup> Legendy o Słońcu, *Świat wiedzy*, numer specjalny, 1999, s. 18–21.



nia pozwalały ludziom zrozumieć codzienne znikanie i pojawianie się słońca, chociaż obserwacje jego pozornego ruchu po nieboskłonie prowadziły do mylnego wniosku, że Słońce krąży wokół Ziemi. Do dnia dzisiejszego w wielu językach występują sformułowania typu *Słońce wędruje po niebie*.

Wiele lat regularnych obserwacji minęło, zanim ustalono, że ruch Słońca jest pozorny. Zastanawiano się nad tym już w III i II w. p.n.e., o czym świadczą ustalenia Arystarcha z Samos i Seleukosa z Seleucji. Zachowane do dnia dzisiejszego informacje potwierdzają, że takim obserwacjom towarzyszyły często matematyczne obliczenia służące wyznaczaniu trajektorii obiektów na niebie. Dzięki nim można było przewidywać wschody i zachody Słońca oraz Księżyca. Pozwalało to także ustalać regularność zbliżania się do siebie obiektów niebieskich (tzw. koniunkcje) i przewidzieć zjawisko tranzytu, czyli przesuwania się jednej planety lub księżyca na tle gwiazdy<sup>33</sup>.

Bodaj we wszystkich większych cywilizacjach starożytnych<sup>34</sup> dążono do przewidywania zaćmienia Słońca na podstawie określenia ruchu Słońca i Księżyca. Zaś regularne obserwacje gwiazd doprowadziły do ustalenia, że gwiazdozbiory regularnie pojawiają się na niebie. W okresie letnim np. Lutnia, Orzeł i Łabędź, a w zimowym Orion. Ponadto wiedza o ruchu obrotowym Ziemi pozwoliła wyznaczyć punkt orientacyjny (Gwiazdę Polarną), pozwalający orientować się w nocy w kierunkach świata.

Skojarzenie między pojawieniem się Księżyca a zjawiskiem pływów wodnych – potwierdzone w wielu obserwacjach – pozwoliło starożytnym przewidywać, kiedy nadmorskie plaże zostaną zalane<sup>35</sup>. Nim jednak człowiek uzmysłowił sobie wpływ Księżyca na życie na Ziemi, istniały mity i przesady, które wyjaśniały zmienne oblicze tarczy Księżyca. Początkowo Księżyc (najjaśniejszy obiekt na nocnym niebie) traktowany był jako bóg, często przeciwstawiany Słońcu. Ukazywano w nim walkę dobrego słońca ze złym księżycem<sup>36</sup>. Problemem było też ustalenie, że obserwowane zmiany

<sup>33</sup> Było to wyraziste jeżeli obiekt – np. Księżyc „przechodził” na tle Słońca.

<sup>34</sup> Legendy o Słońcu, *Świat wiedzy*, dz. cyt., s. 18–21. Wiele przykładów błędnych przekonań związanych z zaćmieniem Słońca i Księżyca podaje L. Zimmermann, *Zła nauka. Krótka historia dziwacznych przekonań...*, dz. cyt., s. 199–208).

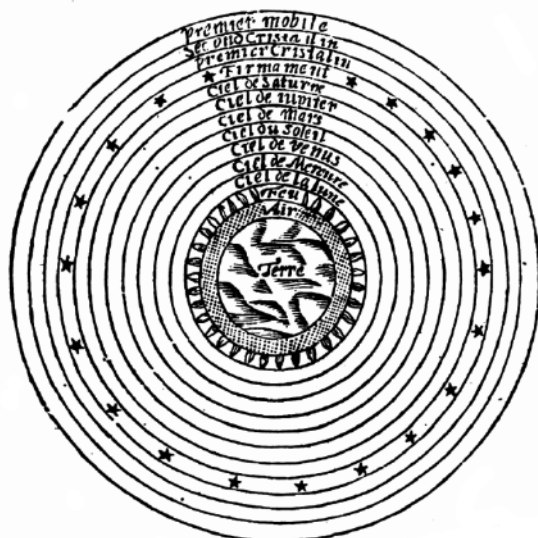
<sup>35</sup> Pływy wodne zależą nie tylko od obecności Księżyca, lecz także od położenia Słońca, Ziemi i Księżyca. Słońce i Księżyc oddziałują grawitacyjnie na wodę na Ziemi. Jeśli Ziemia znajdzie się pomiędzy Słońcem i Księżycem, wówczas zjawisko pływów będzie największe (nazywa się go pływem syzygijnym). Największe pływy (średnio) są w czasie nowiu oraz w czasie pełni Księżyca. Więcej: F. Wróbel, *Vademecum Nawigatora*, Gdynia 2008.

<sup>36</sup> Ten obraz był wyraźnie widoczny w mitach chińskich. Za: M.J. Künstler, *Mitologia chińska*, Warszawa 1985.

tarczy Księżyca są pozorne. Potrzebny był bowiem wniosek – oświetlony obszar naturalnego satelity zależy od położenia Ziemi, Księżyca i Słońca. To z kolei pozwoliło zrozumieć stałe następstwo faz Księżyca i przyczyniło się do lepszego zrozumienia zjawiska zaćmienia Słońca<sup>37</sup>.

## 1.3 ZARYS KSZTAŁTOWANIA SIĘ WYOBRAZEŃ BUDOWY UKŁADU SŁONECZNEGO

Zacząć trzeba od tezy **Arystotelesa** (383–322 r. p.n.e.): Ziemia znajduje się w centrum wszechświata (pogląd ten nazywamy geocentryzmem) i jest kulą. W kwestii planet uważał, że każda z nich porusza się wokół Ziemi po koncentrycznych sferach ruchem przeciwnym do wskazówek zegara. Sfery te przedstawiano w formie okręgów otaczających kulistą Ziemię. Wizualizację geocentrycznych wyobrażeń Arystotelesa przedstawiłem na schemacie 2.



SCHEMAT 2. Wyobrażenie budowy wszechświata według Arystotelesa. Ilustracja pochodzi z książki *Dictionnaire mathématique* (1691, s. 161) autorstwa Ozanama Jacquesa

<sup>37</sup> Obserwowany na dziennym i nocnym niebie ruch Słońca i Księżyca dowodzi, że tylko ruch Księżyca (jako obiegowy wokół Ziemi) jest *ruchem prawdziwym*. Z kolei ruch Słońca jest *ruchem pozornym*. Zwracam uwagę na tę różnicę gdyż w astronomii taki formalny podział jest rzadko spotykany tymczasem jest istotny z perspektywy dziecka obserwującego zjawiska na niebie.

Na schemacie przedstawiłem – zgodnie z opisem Arystotelesa – Ziemię w centrum wizualizowanego wszechświata. Na narysowanych elipsach zazaczyłem planety<sup>38</sup> krążące wokół Ziemi, zaś kręgi otaczające Ziemię ukazują sfery, po których się poruszają.

Geocentryczna arystotelesowska koncepcja świata znajdowała potwierdzenie w codziennych obserwacjach poruszającego się Słońca (dziś wiemy, że jest to ruch pozorny), Księżyca a także innych obiektów niebieskich<sup>39</sup>. Był to zapewne powód jej uznania i popularności przez bodaj tysiące lat.

Nie oznacza to jednak, że już w czasach starożytnych była negowana. **Arystarch z Samos** (310–230 r. p.n.e.)<sup>40</sup> był pierwszym, który opracował koncepcję najbardziej zbliżoną współczesnemu modelowi heliocentrycznemu. Napisał bowiem traktat *O rozmiarach i odległościach Słońca i Księżyca*, w którym wykorzystując metody geometryczne, przedstawił kształt, rozmiary i odległości Słońca, Ziemi i Księżyca. Uważał, że wokół Słońca – po obwodzie koła – krążą wszystkie planety, a ruch gwiazd na niebie jest tylko pozorny. Jego dowody zostały potwierdzone nieco później przez **Seleukosa z Seleucji** (II w. p.n.e.). Twierdził on, że nie istnieje sfera gwiazd stałych, a wszechświat jest nieskończony. Dodam, że w obu omówionych koncepcjach filozofowie ci korzystali z dowodów matematycznych Arystarcha oraz prawdopodobnie także z wyjaśnień Seleukosa dotyczących regularności pływów morskich<sup>41</sup>.

Wróćmy do poglądów Arystotelesa. Starożytni astronomowie regularnie badający położenie obiektów niebieskich dostrzegli pewne niekonsekwencje w jego koncepcji. Jedną z nich był fakt, że obserwowane planety (w rzeczywistości wykonując ruch dookoła Słońca) z perspektywy ziemskiego obserwatora wykonują *dotatkowe okrążenie* na sferze niebieskiej. Nie można tego wyjaśnić, kierując się koncepcją Arystotelesa. Około 140 r. n.e. **Ptolemeusz** (żyjący ok. 90–168 r. n.e.) opublikował traktat *Almagest (Mathematike Syntaxis)*, w którym wyjaśnił tę kwestię. Jego wykład teorii geocentrycznej – uznany za obowiązujący przez kolejnych 1400 lat<sup>42</sup> – przed-

<sup>38</sup> Początkowo planetami nazywano także Słońce i Księżyc (planeta z j. greckiego oznacza „wędrujące gwiazdy”).

<sup>39</sup> Dodam, że poglądy Arystotelesa odnalazłem w dziecięcych wyobrażeniach budowy Układu Słonecznego tworzonych na podstawie obserwacji. Więcej na ten temat w rozdziale 4.

<sup>40</sup> Za: M. Kokowski, *Różne oblicza Mikołaja Kopernika. Spotkania z historią interpretacji*, Warszawa 2009, s. 61.

<sup>41</sup> W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, Warszawa 1988, t. 1: Filozofia starożytna i średniowieczna, s. 60.

<sup>42</sup> Do opublikowania w 1543 r. dzieła Mikołaja Kopernika *O obrotach sfer niebieskich (De revolutionibus orbium coelestium)*.

stawiał także Ziemię jako nieruchomy obiekt, wokół którego krążą obiekty niebieskie. Co się tyczy dokładnego centrum wszechświata twierdził, że nie mieści się dokładnie w centrum położenia Ziemi ale tuż obok niej (nazwał ten punkt *środkiem układu*). Uznał też, że wokół Ziemi krążą obiekty niebieskie po orbitach (*deferentach*<sup>43</sup>). Począwszy od środka układu (punktu wyznaczonego przez Ptolemeusza) pierwszym obiektem krążącym wokół Ziemi był Księżyc, następnie Merkury, Wenus, Słońce, dalej: Mars, Jowisz i Saturn. Każda z planet wykonuje ruch po *epicyklach*, czyli trajektoriach wokół niewidocznego punktu na orbitach.

Przejdźmy do *granicy horyzontu*; wyznaczał ją obrys wszechświata zamkniętego w kuli. Chociaż wewnątrz tej kuli znajdowały się mniejsze sfery także wizualizowane w formie kul (podobnie jak w matrioszce – współczesnej zabawce), granicę horyzontu wyznaczył zewnętrzny obrys największej kuli. Koncepcję świata według Ptolemeusza przedstawiłem na schemacie 3.

Koncepcja Ptolemeusza była znacznie bardziej skomplikowana od wizualizacji świata Arystotelesa. Ptolemeusz twierdził, że nie wszystkie obiekty niebieskie poruszają się tak samo. Słońce i Księżyc poruszają się dookoła środka układu, a planety od Merkurego do Saturna krążą po epicyklach i deferentach. Przyjmując, że Ziemia jest nieruchoma, uważał, że świat jest czymś, co przypomina sferę, która porusza się dookoła własnej osi, a jej pełny obrót wynosi 24 godziny. W ten sposób wyjaśniał, dlaczego w nocy gwiazdy na niebie zmieniają swoje położenie. Warto też podkreślić, że wizualizacja świata w ujęciu Ptolemeusza zbliżona jest do obrazu przedstawionego w mitologii, w którym gwiazdy były *zawieszane na sklepieniu nieba*<sup>44</sup>.

Setki lat później – gdy wiedza astronomiczna ubogaciła się – dzięki bezpośrednim obserwacjom ruchu obiektów niebieskich rejestrowanych na narzędziach pomiarowych<sup>45</sup> uznano, że model Ptolemeusza nie jest wystarczający. Problem ten dostrzegł **Mikołaj Kopernik** (1473–1543), prowadząc prace nad zmodernizowaniem kalendarza, który pozwalał dokładnie przewidywać zjawiska astronomiczne. Na bazie tych doświadczeń przeanalizował koncepcje Układu Słonecznego stworzone przez Arystarcha i Seleukosa. Uznając trafność ich koncepcji, opracował swój – można dziś powiedzieć

<sup>43</sup> Według Ptolemeusza deferent oznacza mimośrodowy okrąg, po którym obraca się każde ciało niebieskie. Por. A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, Warszawa 2015, s. 41–44.

<sup>44</sup> Więcej w rozdziale 2.

<sup>45</sup> Przykładem takich narzędzi było astrolabium pierścieniowe, kwadrant i trójkąt paralaktyczny.

Schema huius praeiudicis diuisionis Sphaerarum .



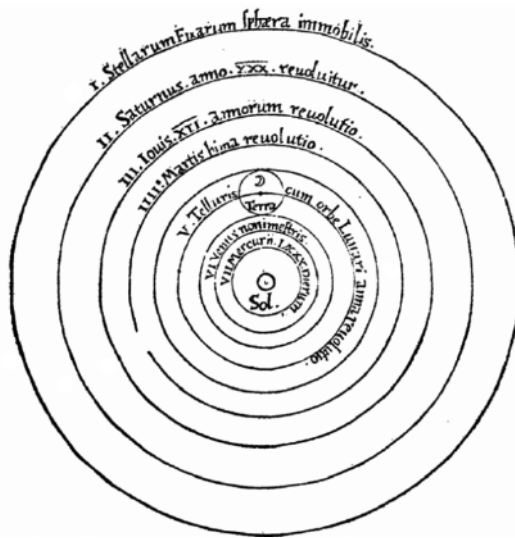
SCHEMAT 3. Wyobrażenie wszechświata przez Ptolemeusza przedstawione w książce *Cosmographia* (1553, s. 3) autorstwa Petri Apiana

Źródło: <https://archive.org/details/cosmographiapetr00apia/page/n11/mode/2up>.

autorski – model heliocentryczny i opisał go w dziele *De Revolutionibus* („O obrotach”). Natomiast znane dzieło *De Revolutionibus orbium coelestium* („O obrotach sfer niebieskich”), opublikowano bez wiedzy autora w 1543 roku. Zamieścił w nim obliczenia matematyczne (uznawane do dziś), które pozwoliły mu zrewolucjonizować poglądy na budowę Układu Słonecznego.

Istotą dzieła Kopernika było opracowanie nowej teorii (heliocentrycznej). Wywnioskował, że Ziemia nie znajduje się w centrum wszechświata – jest w nim Słońce. Potwierdził, że planety poruszają się po orbitach wokół Słońca i – jak Ptolemeusz – dla lepszego wyjaśnienia ruchu planet Kopernik wprowadził *epicykle*<sup>46</sup>. Model budowy wszechświata przedstawiony przez Kopernika zaprezentowałem na schemacie 4.

<sup>46</sup> Były to mniejsze okręgi, po których poruszają się planety. Ich wprowadzenie do modelu wynikało z faktu, że obliczenia matematyczne nie zawsze pokrywały się z obserwacjami. Dopiero Kepler stwierdził, że trajektoria poruszania się planet zbliżona jest bardziej do elipsy niż koła – na podstawie swoich obserwacji sformułował trzy prawa (tzw. prawa Keplera). Więcej: K. Rudnicki, *Astronomia*, dz. cyt., s. 57.



SCHEMAT 4. Wyobrażenie wszechświata przez Kopernika przedstawione w *De Revolutionibus orbium coelestium* (1566)

„Poruszenie Ziemi” w modelu heliocentrycznym reprezentuje inne spojrzenie na zjawiska astronomiczne. Wymaga zrozumienia i przyjęcia takich ustaleń, które nie potwierdzają się w codziennym doświadczeniu. Oznacza to, że **trzeba przyjąć „na wiarę” tezę, że Ziemia stale obraca się wokół własnej osi** (ruch ten nie był obecny w modelu Ptolemeusza) **i na dodatek krąży po wyznaczonej trajektorii wokół Słońca.**

Pojawia się tu problem zaufania do koncepcji sprzecznej z codziennym doświadczeniem człowieka. W moim rozumieniu brak odczuwania ruchu planety wynika z doświadczeń poczucia stabilności podłoża, na którym człowiek funkcjonuje, ruch planety zaś jest niewyczuwalny w bezpośrednim doświadczeniu<sup>47</sup>. Nic więc dziwnego, że wielu współczesnych ludzi ma kłopoty z przyjęciem heliocentrycznej koncepcji świata, jak np. Członkowie Towarzystwa Płaskiej Ziemi. Podobne kłopoty dotyczą przyjęcia informacji, że ruch Słońca jest tylko pozorny (mimo że tak podobny do ruchu

<sup>47</sup> Dowodów potwierdzających ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi dostarczają także doświadczenia Jeana Bernarda Foucaulta. Polegały na zawieszeniu ciężkiej kuli na długim sznurze oraz wprawieniu jej w ruch wahadłowy. Celem doświadczenia było pokazanie przede wszystkim zmiany płaszczyzny wahań wahadła (Panteon Paryski, 8.1.1851). Dostrzegł, że jeśli lina jest odpowiednio długa, można zaobserwować, iż pierwotny tor poruszającej się kuli z czasem zaczyna się zmieniać. Dowiódł więc, że Ziemia wykonuje obrót wokół własnej osi. Za: A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, dz. cyt., s. 329.



Księżycy). Akceptowanie tej tezy wymaga chociaż elementarnej orientacji w ruchu wirowym Ziemi.

Podane przykłady dowodzą, że **przyjęcie modelu heliocentrycznego przeczy codziennym doświadczeniom** (nie jest on oczywisty). **Dlatego zrozumienie go wymaga wysiłku umysłowego i wiedzy zdobywanej w procesie edukacji.** Nic zatem dziwnego, że powszechne przyjęcie tak odbiegającego od dotychczas wpajanego modelu geocentrycznego zajęło tak dużo czasu.

Kopernik był tego świadomy i zdawał sobie sprawę ze stopnia abstrakcyjności swojej koncepcji. Obawiał się też, że jego wyjaśnienia nie zostaną przyjęte przez Kościół, który swoje nauki utożsamiał z Pismem Świętym. Z tego względu Kopernik zdecydował się upublicznić swoje dzieło dopiero na łożu śmierci<sup>48</sup>. Założenie Kopernika okazało się słuszne. Święta Kongregacja Indeksu Kurii Rzymskiej w 1616 roku wpisała dzieło polskiego astronoma na listę ksiąg zakazanych. Zakazała też korzystania z książek o heliocentryzmie<sup>49</sup>.

Niemal 70 lat po śmierci Mikołaja Kopernika włoski astronom **Galileo Galileusz** (1564–1642) dysponując lunetą był w stanie dokonać odkrycia fazy Wenus oraz układu czterech księżyców obiegających Jowisza. Przedstawił też w formie schematów powierzchnię Księżycy wskazując, że nie jest ona płaska (jak dotychczas nierzadko sądzono), ale chropowata i pełna kraterów. Korzystając z wyników systematycznych obserwacji oraz obliczeń matematycznych poparł naukę Kopernika w dziele *Sidereus Nuncius (Poślaniec gwiazdny)*, wydanym w 1610 roku w Wenecji).

Dodam, że ustalenia Galileusza były sprzeczne z nauką głoszoną przez Kościół<sup>50</sup>. Podważana w nich była ówczesna literalna interpretacja Biblii, stąd obawa, że głoszona przez Galileusza koncepcja może doprowadzić do podważenia prawdziwości Słowa Bożego. Na dodatek mimo wpisania przez Kościół dzieł Kopernika na listę ksiąg zakazanych, Galileusz uznał potrzebę dokładniejszego wyjaśnienia modelu heliocentrycznym<sup>51</sup>. Fakt ten uru-

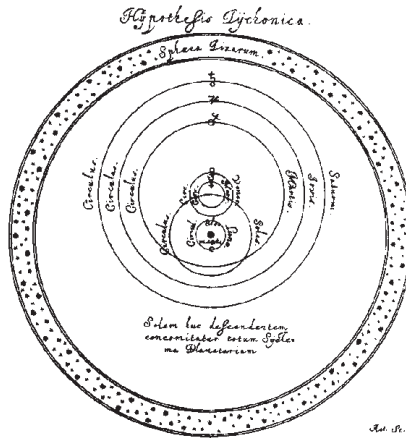
<sup>48</sup> Prawdopodobnie Kopernik zdecydował się na opublikowanie dzieła „O obrotach” wcześniej, w 1542 roku, po ukazaniu się *Narratio Prima*, autorstwa Geoga Joachima Rjetiusa w 1540 roku zawierające streszczenie heliocentrycznej teorii Mikołaja Kopernika. Za: L. Bladford., P. Davidson, *Kamienie milowe cywilizacji*, dz. cyt., s. 135.

<sup>49</sup> Dopiero 11 września 1822 r. Święte Oficjum w Rzymie obwieściło, że nauka Mikołaja Kopernika o obrocie Ziemi wokół Słońca może być swobodnie rozpowszechniana (*Kronika. Technika*, red. M. Michalik, Warszawa 1992, s. 193).

<sup>50</sup> Więcej: Z.J. Kijas, *Początki świata i człowieka*, Kraków 2004, s. 93.

<sup>51</sup> Rozpoczął on prace nad nowym dziełem (Galileusz, *Dialog o dwóch najważniejszych układach świata: Ptolemeusza i Kopernikowym*, Warszawa 1962). Publikacja ta miała charakter

chomił fałę prześladowań i Galileusz uległ wpływowi Kościoła, wyrzekając się przyjętego modelu<sup>52</sup>. Warto nadmienić, że dopiero w 1992 roku (!) Kościół Katolicki oficjalnie przyznał rację Galileuszowi<sup>53</sup>.



SCHEMAT 5. Układ Słoneczny w teorii Tycho Brahe przedstawiony na ilustracji w książce *Hypothesis Tychonica* (1647, s. 163) autorstwa Jana Heveliusa

Mimo formalnego odrzucenia koncepcji Kopernika i Galileusza niektóre ich ustalenia były przez ówczesnych astronomów na tyle istotne, że włączali je w akceptowaną wówczas koncepcję geocentrycznego rozpatrywania świata. I tak duński astronom **Tycho Brahe**<sup>54</sup> (1546–1601) poświęcił 20 lat na szczegółową obserwację nieba. Na podstawie zebranych danych stwierdził, że Ziemia jest nieruchoma. Sformułował też hipotezę – którą uznał za mało prawdopodobną – że gwiazdy są ogromne i znajdują się w kosmosie znacznie dalej niż dotąd sądzono. Hipoteza ta wynikała z faktu, że Brahe w swoich poglądach bliski był geocentrycznemu modelowi kosmosu. Wyobrażenie Tycho Brahe przedstawiłem na schemacie 5.

nienaukowy i była skierowana do prostych ludzi. Dzieło ukazało się w 1632 r., jednak wkrótce również zostało zabronione. Za: S. Flynn, *Naukowa lista przebojów*, Warszawa 2012, s. 52.

<sup>52</sup> S. Flynn, *Naukowa lista przebojów*, dz. cyt., s. 50–51.

<sup>53</sup> Na podstawie: *Time life. Encyklopedia szkolna*, dz. cyt., s. 101.

<sup>54</sup> Tycho Brahe zmienił model Ptolemeusza wskazując, że Ziemia – jako nieruchoma planeta – znajduje się w centrum układu. Pozostałe planety nie krążą wokół Ziemi, a jedynie wokół Słońca, które wraz z Księżycem krąży wokół Ziemi. Stwierdził też, że planeta Mars porusza się po trajektorii bardziej przypominającej elipsę niż okrąg. Za: S. Flynn, *Naukowa lista przebojów*, dz. cyt., s. 140.



Koncepcja Tycho Brahe sytuuje się pomiędzy systemem wyjaśnień Ptolemeusza i Kopernika, chociaż należy do modeli geocentrycznych. Warto też zwrócić uwagę, że wraz z powstawaniem nowych modeli budowy wszechświata rośnie w umysłach astronomów wyobrażenie jego wielkości<sup>55</sup>.

**Johannes Kepler** (1571–1630) – uczeń Tycho Brahe – w przeciwieństwie do swojego mistrza uznał model kopernikański. Korzystając z dokładnych pomiarów dokonanych przez Tycho Brahe, odkrył, że nie tylko Mars porusza się po elipsie. Na podstawie starożytnej koncepcji *muzyki sfer*<sup>56</sup> zauważył, że ruch planet jest powtarzalny tak, jak relacje w interwałach muzycznych. Doszedł do wniosku, że na tej podstawie można zbudować prawa wyjaśniające zachowanie planet w przestrzeni kosmicznej. Tak też się stało. Kepler sformułował trzy prawa wyjaśniające poruszanie się planet w Układzie Słonecznym, do dziś nazywane prawami Keplera<sup>57</sup>. Dysponując nimi, był w stanie przewidzieć miejsce pojawienia się planet i zbudować koncepcję Układu Słonecznego, która jest aktualna po dziś dzień. Wizję Keplera uzupełnia się jedynie informacjami o odkryciach obiektów, które dostrzeżono w przestrzeni kosmicznej, np. planet karłowatych Ceresa (został odkryty 1 stycznia 1801 roku przez włoskiego astronoma Giuseppe Piazziego) i Plutona (odkrytego dopiero w 1930 roku przez Clyde'a Tombaugh).

Sto lat po odwołaniu przez samego Galileusza tez o heliocentrycznej koncepcji świata **Izaak Newton** (1643–1727) wyjaśnił, jak to się dzieje, że Słońce „trzyma” Ziemię w ruchu obiegowym, korzystając z opracowanego przez siebie prawa powszechnego ciążenia<sup>58</sup>. Od tego czasu zaczęto

<sup>55</sup> We wszystkich koncepcjach jest on ograniczony sferą niebieską. Tycho Brahe (podobnie jak Arystoteles) uważał, że wszechświat może być nieskończenie duży (pustka wydawała mu się niepotrzebna). Arystoteles (*O niebie*, tłum. Paweł Siwek, Warszawa 1980, s. 279a) twierdzi, że „jest jasne, że poza niebem nie ma miejsca, ani próżni, ani czasu”. Pustą przestrzeń wypełnił eterem, który – jego zdaniem – jest istotą obiektów niebieskich (więcej: G. Reale, *Historia filozofii starożytnej*, t. II, Lublin, 2001, s. 449–451).

<sup>56</sup> Starożytna pitagorejska wiara, że ruch ciał niebieskich jest harmonijny. Za: S. Flynn, *Naukowa lista przebojów*, dz. cyt., s. 140.

<sup>57</sup> Pierwsze prawo Keplera brzmi: *Każda planeta porusza się po elipsie. Słońce znajduje się w jednym z jej ognisk*. Drugie prawo Keplera: *Promień łączący planetę ze Słońcem zakreśla w równych odstępach czasu równe pola*. Trzecie prawo Keplera: *Kwadrat okresu obiegu planety wokół Słońca jest wprost proporcjonalny do sześciastu jej średniej odległości od Słońca. A zatem im większy promień orbity, tym większy okres obiegu, a wzrost wartości tego pierwszego prowadzi do odpowiednio większego wzrostu tego drugiego*. Za: P.G. Hewitt, *Fizyka wokół nas*, Warszawa 2008, s. 143–144.

<sup>58</sup> Więcej: P.G. Hewitt, *Fizyka wokół nas*, dz. cyt., s. 144–148.

analizować wzajemne oddziaływanie obiektów niebieskich. Ostateczne potwierdzenie heliocentrycznego modelu zostało dokonane przez **Jamesa Bradleya** (1693–1762). Zaobserwował on aberrację światła czyli pozornego ruchu gwiazd i potwierdził tym samym teorię heliocentryczną Kopernika. Obserwacje Bradleya wskazywały, że wszystkie gwiazdy pozornie poruszają się po niewielkim okręgu. Okrąg ten wynika z ruchu obiegowego Ziemi dookoła Słońca. Ostateczne zakończenie sporu o budowę Układu Słonecznego nastąpiło około 1840 r., z chwilą odkrycia zjawiska paralaksy gwiazd.

Był to kamień milowy w poznawaniu miejsca planet w kosmosie. Wzorując się na obserwacji galaktyk – a także dzięki analizom Drogi Mlecznej – uznano, że Układ Słoneczny znajduje się w jednej z odnóg galaktyki (na jej obrzeżach w Ramieniu Oriona). Potwierdziły to możliwości techniczne, np. fotografowanie kosmosu. Dzięki temu ustalono położenie innych galaktyk. Zaczęto też tworzyć mapy kosmosu<sup>59</sup>. Na tej podstawie ustalono, że galaktyki we wszechświecie są zagęszczone w pewnych obszarach, a w innych miejscach nie występują w ogóle.

## 1.4 SYNTETYCZNIE O WYPRAWACH KOSMICZNYCH

Konsekwencją zasygnalizowanej wcześniej wiedzy o kosmosie są wyprawy kosmiczne. Umożliwiło je pokonanie siły grawitacji i postęp techniki w dziedzinie konstrukcji rakiet dalekiego zasięgu. Znaczące były tu rakiety konstruowane w czasach II wojny światowej (rakiety V-1 i V-2). Po wojnie były one w Stanach Zjednoczonych wykorzystywane do wykonania zdjęć Ziemi z przestrzeni kosmicznej (ważniejsze z tych zdjęć zostało wykonane 24 listopada 1946 roku). W następnych lotach w kosmos wysyłano zwierzęta (psy, małpy, muszki)<sup>60</sup> dla sprawdzenia jak żywe organizmy radzą sobie

<sup>59</sup> Więcej: N. Priyamvada, *Mapy kosmosu. Przełomowe idee naukowe, dzięki którym odkryliśmy Wszechświat*, Warszawa 2017.

<sup>60</sup> Historia badań lotniczych związanych z udziałem zwierząt miała na celu ustalenie wpływu oddziaływania nieznanych dotychczas oddziaływań czynników na żywy organizm. To, czy nad Ziemią jest powietrze, którym można oddychać, sprawdzono już 19 września 1783 r., kiedy w koszu podczepionym pod balonem napełnionym ciepłym powietrzem umieszczono owcę, koguta i kaczkę. Od połowy XIX w. prowadzi się eksperymenty dla ustalenia czy w trakcie lotu rakieta silne przeciążenia nie powodują śmierci istot żywych. Od tamtego czasu wysyłano w kosmos myszy, chomiki, koty, muszki owocowe, żółwie i małpy. Ze względu na problemy techniczne i dużą śmiertelność wśród badanych zwierząt powstało

w warunkach kosmicznej nieważkości. Dopiero później (12 kwietnia 1961 roku) wystrzelono w kosmos raketę z **pierwszym kosmonautą**<sup>61</sup>.

Równolegle pracowano nad umieszczeniem w przestrzeni kosmicznej **sztucznego satelity** Ziemi. Dokonano tego w Związku Radzieckim w 1957 roku. W 1966 roku wystrzelono tam pierwszy sputnik, który okrążył Księżyc (naturalny satelita Ziemi). W roku 1969 Stany Zjednoczone Ameryki wysłały na Księżyc załogowy statek (Apollo 11), a jego piloci Neil Armstrong i Edwin Buzz Aldrin byli **pierwszymi, którzy zdobyli srebrny glob** (wbito tam pamiątkową flagę Stanów Zjednoczonych)<sup>62</sup>. W jednej z kolejnych misji (Apollo 15, realizowana w 1971 roku) wykorzystano specjalny elektryczny pojazd, który pozwolił zbadać prawie 30 km tego globu.

Od czasu wystrzelenia pierwszej rakiety kosmicznej na orbicie okołoziemskiej zaczęto umieszczać satelity, które pełniły rozmaite funkcje, w tym komunikacyjne<sup>63</sup>. Szacuje się, że w przestrzeni okołoziemskiej znajduje się obecnie ok. 6600 satelitów, z których – z różnych przyczyn – większa część<sup>64</sup> już nie funkcjonuje. Problem w tym, że swobodnie unoszące się wraki sztucznych satelitów i raket mają różną trajektorię lotu i zderzają się w przestrzeni kosmicznej, ponadto tworzą realne zagrożenie dla lotów kosmicznych<sup>65</sup>.

wiele kontrowersji na temat wykorzystania istot żywych. W konsekwencji Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej przyjęły 22 września 2010 r. dyrektywę o ochronie zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/63/UE z dnia 22 września 2010 r. w sprawie ochrony zwierząt wykorzystywanych do celów naukowych, Dz.U. L 276 z 20.10.2010, s. 33–79).

<sup>61</sup> Jurij Gagarin w statku kosmicznym Wostok spędził w przestrzeni kosmicznej 1 godzinę i 48 minut.

<sup>62</sup> Daty wymienionych tu podróży kosmicznych są ze sobą zbieżne w czasie, ponieważ Stany Zjednoczone i Związek Radziecki walczyły o miano pierwszych zdobywców kosmosu. Niestety odkryciom kosmosu towarzyszył wyścig zbrojeń. Po upadku Związku Radzieckiego zaczęto organizować wspólne programy kosmiczne. Po dziś dzień uczestniczą w nich różne kraje świata.

<sup>63</sup> Za pomocą satelitów zaczęto przysyłać sygnały cyfrowej telefonii komórkowej, telewizji cyfrowej. Dziś wykorzystuje się także satelity do namierzania sygnałów z urządzeń typu GPS. Mają też wiele innych zastosowań, tj. prognozowanie pogody, przewidywanie zjawisk sejsmologicznych itd.

<sup>64</sup> Dane te przedstawiła Monika Waluś w wywiadzie z Holgerem Kraigem – dyrektorem biura ds. Kosmicznych Śmieci Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Wywiad ten jest dostępny pod adresem: <http://wyborcza.pl/7,75400,24428103,smieci-w-kosmosie-to-juz-8-1-tys-ton-rupieci.html?disableRedirects=true> [dostęp: 4.02.2019].

<sup>65</sup> Istnieją programy śledzenia tzw. śmieci kosmicznych, które są prowadzone między innymi w USA.

Od 1971 roku zaczęto budować **stacje kosmiczne** (Salut, Skaylab, Mir, Tiangong oraz największą Międzynarodową Stację Kosmiczną<sup>66</sup>). Jednym z celów<sup>67</sup> tych stacji jest ustalenie warunków, jakie trzeba spełnić, aby człowiek mógł przebywać w przestrzeni kosmicznej. Odpowiednio przygotowane miejsce w przestrzeni kosmicznej, w którym badacze mogą spędzać dłuższy czas, prowadząc lokalne doświadczenia i eksperymenty stały się atrakcyjnym celem badań naukowych.

Dodam, że od 1972 roku zaprzestano załogowych lotów kosmicznych dalej niż na ziemską orbitę. Uznano bowiem, że powierzchnię **Księżyca** wystarczająco dobrze poznano<sup>68</sup>. Obecnie celem wypraw kosmicznych jest poznanie warunków panujących na innych planetach. W mediach pojawiła się informacja<sup>69</sup> o wznowieniu programów mających na celu wysłania człowieka na Marsa. Dotąd podbojami kosmosu zajmowały się instytucje rządowe (np. amerykański program NASA, rosyjski Roskosmos, kazachski Kazkosmos, chiński CNSA, europejska ESA). Od niedawna zajmują się też nimi prywatne konsorcja (tj. SpaceX). Oznacza to, że poszerzył się zakres instytucji, które podejmują trud rozwiązywania kłopotów technicznych, problemów ograniczeń psychologicznych i biologicznych człowieka, który ma spędzić dłuższy czas w przestrzeni kosmicznej. Dodam, że w obecnym czasie lot na Marsa<sup>70</sup> byłby dla człowieka „biletem tylko w jedną stronę”.

<sup>66</sup> Pierwsza stacja kosmiczna Salut1, stworzona przez Związek Radziecki, działała przez pół roku (1971). Obecnie stworzono większą, Międzynarodową Stację Kosmiczną (*International Space Station, ISS*). Działa ona od 1998 r. do chwili obecnej.

<sup>67</sup> Innym z celów jest przysłanie zdjęć Ziemi z przestrzeni kosmicznej wykorzystanych w różnych dziedzinach polityki, gospodarki itp.

<sup>68</sup> Pojawiły się porównania, że powierzchnia Księżyca została lepiej poznana niż dno morskich oceanów. Tego typu stwierdzenie wysunęła między innymi Sylia Earle – badaczka mórz. Za: R. Morelle, Race to the bottom of the ocean: Why go down?, *BBC News, Science & Environment*, <https://www.bbc.com/news/science-environment-17041438> [dostęp: 30.06.2019].

<sup>69</sup> Firma SpaceX podała do publicznej wiadomości, że na pokładzie rakiety mającej oblecieć Księżyc dookoła będzie znajdować się osoba prywatna (będzie nim Yusaku Maezawa, japoński miliarder). Tym samym kosmos stanie się miejscem dostępnym publicznie i już wkrótce celem wycieczek turystycznych. Planuje się, że lot ten odbędzie się w 2023 roku. Więcej: Wystąpienie Yusaka Maezawa dla SpaceX: <https://www.youtube.com/watch?v=2FwpRn-jaSo> [dostęp: 2.12.2019].

<sup>70</sup> Szacuje się, że lot na Marsa mógłby się odbyć w 2024 lub 2026 r., kiedy odległość Ziemi od Marsa będzie najbardziej optymalna dla lotu załogowego. Jednym z celów tego lotu jest dokonanie takich zmian w warunkach panujących na planecie, aby ta stała się zdatna do życia dla ludzi i w przyszłości mogła być „drugą ziemią”. Więcej: NASA, strona

Wysyłanie człowieka na Marsa i inne planety jest bardzo kosztowne<sup>71</sup>, ograniczono się do używania sond i robotów (pojazdów samojezdnych) dla ich poznania<sup>72</sup>.

Oprócz sztucznych satelitów, raket kosmicznych i stacji badawczych umieszczonych na orbicie okołoziemskiej wciąż prowadzi się stałe obserwacje przestrzeni kosmicznej<sup>73</sup>. W tym celu skonstruowano na Ziemi wiele różnych stacji obserwacyjnych i pomiarowych (np. radioteleskopy<sup>74</sup>). Uczelni pracujący w takich ośrodkach obserwując przestrzeń kosmiczną, rejestrują poruszające się obiekty, ustalają ich trajektorię, masę, liczbę księżyców itp. Istotną przeszkodą są tu ograniczenia atmosfery ziemskiej. W 1990 roku w przestrzeni kosmicznej umieszczono specjalny teleskop (teleskop Hubble'a)<sup>75</sup>, za pomocą którego odkrywano dalekie przestrzenie kosmosu a w 2021 roku planuje się umieścić następcę teleskopu Hubble'a – teleskop Jamesa Webba<sup>76</sup>.

Efektom tych odkryć są nowe istniejące obiekty w najbliższej przestrzeni kosmicznej Ziemi. Na przykład w 2016 roku odkryto wielką (bo mierzącą od 40 do 100 m) skałę, która krąży wokół Ziemi od setek lat (planetoidzie nadano numer: 2016 HO3). Jej odkrycie było o tyle dużą sensacją, że ustalono jej nietypową trajektorię lotu, która nie przypomina elipsy i jest raczej

poświęcona czerwonej planecie: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/overview/> [dostęp: 2.04.2019]. Dlatego rozważa się próby terraformowania Marsa, a więc przygotowania czerwonej planety do zasiedlenia przez ludzkość.

<sup>71</sup> Szacuje się, że koszt wysłania 1kg w przestrzeń kosmiczną kosztuje ok. 1700 dolarów amerykańskich. Za: E. Johnson, Rockets: What is cost of sending 1 kg weight into space?, *Quora*, <https://www.quora.com/Rockets-What-is-cost-of-sending-1-kg-weight-into-space> [dostęp: 30.06.2019]. Warto dodać, że wciąż prowadzi się prace nad zmniejszeniem kosztów podróży kosmicznych.

<sup>72</sup> Trwają także prace nad inną koncepcją statków kosmicznych i ich napędów. Jedną z takich koncepcji jest winda, która łączyłaby Ziemię i stację kosmiczną długą liną. Innym wariantem jest żagiel słoneczny (tę koncepcję opracował jeszcze Kepler, wnioskując o wieźrze generowanym przez przelatujące komety).

<sup>73</sup> Jest to kontynuacja próby odpowiedzi na pytanie znane od starożytności – *czy jesteśmy sami w kosmosie*.

<sup>74</sup> Największym z nich jest FAST (Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope) i znajduje się w Chinach.

<sup>75</sup> Za: *A Chronology of the Hubble Space Telescope*, <https://history.nasa.gov/hubble/chron.html> [dostęp: 16.08.2017]; A. Woszczyk, *Astronomia w dobie teleskopu kosmicznego*, *Postępy Fizyki*, 5/2000 (51), s. 230–239.

<sup>76</sup> Oficjalna strona poświęcona misji teleskopu: <https://www.jwst.nasa.gov/> [dostęp: 6.07.2019].

kompilacją ruchu po dwóch elipsach<sup>77</sup>. Planetoidę tę potocznie nazywa się „drugim księżycem Ziemi”. Podobnych obiektów krążących wokół Ziemi jest zapewne wiele, gdyż astronomowie podają informacje o odkryciu nowych obiektów kosmicznych. W 2012 roku odkryto planetę karłowatą, której nadano nazwę „Biden” (2012 VP113), w 2015 roku zauważono znajdującą się bliżej centrum Układu Słonecznego „The Goblin” (2015 TG387), a w 2018 roku planetę karłowatą „Farout” (2018 VG18)<sup>78</sup>. Ta ostatnia znajduje się w odległości 120 jednostek astronomicznych, a więc 120 odległości Ziemi od Słońca (120au).

Odkrycia astronomiczne dotyczą także obiektów tak ogromnych, że wcześniej przyjęte definicje szacunkowe wielkości obiektów niebieskich uległy zmianie. Na przykład gwiazda Słońce – uznawana dotąd za największą w naszym Układzie Słonecznym, okazała się być niewielka w stosunku do Syriusza (najjaśniejszej gwiazdy na niebie) i Aldebarana oraz największej znanej UY Scuti (czerwonego nadolbrzyma) mierzącego ponad 1700 promieni słońca<sup>79</sup>. Dyskutowane są także definicje podstawowych pojęć astronomicznych. Na przykład Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) w 2006 roku nowelizowała definicję planety. Uznano, że obiekt niebieski może być zakwalifikowany do planet, jeżeli spełnia trzy wskaźniki. A mianowicie musi:

- orbitować wokół gwiazdy (np. Słońca);
- mieć wystarczającą masę, aby dzięki własnej grawitacji przybrać okrągły kształt;
- móc „oczyścić” sąsiadujący ze swoją orbitą obszar z innych względnie dużych obiektów<sup>80</sup>.

Przyjęcie tej definicji doprowadziło do tego, że zmianie uległ model Układu Słonecznego. Przed 2006 rokiem wokół Słońca krążyło dziewięć planet, obecnie jest ich osiem<sup>81</sup>. Pluton, który został odkryty w 1930 roku

<sup>77</sup> Więcej na temat odkrytego planetoidy (o numerze: 2016 HO3) można przeczytać na stronie NASA: <https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=469219> [dostęp: 30.06.2019].

<sup>78</sup> Informacje na temat odkrytego „Farout” (2018 VG18) podała Międzynarodowa Unia Astronomiczna <https://www.minorplanetcenter.net/mpec/K18/K18Y14.html> [dostęp: 18.12.2018].

<sup>79</sup> Jednostka „promień słońca” jest używany jako wyznacznik wielkości innych gwiazd.

<sup>80</sup> Za: Międzynarodowa Unia Astronomiczna, <https://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0603/> [dostęp: 30.06.2019].

<sup>81</sup> Pluton – mówiąc obrazowo – jest nieco mniejszy od ziemskiego księżyca, a w dodatku ma własny księżyc (Charona), który jest wyjątkowo duży jak na naturalny księżyc



(przez Clyde'a Tombaugh<sup>82</sup>), okazał się nie spełniać ostatniego z wymienionych warunków. Dodam, że Pluton jest mniejszy od ziemskiego Księżyca.

Oprócz obserwatoriów ziemskich i okołoziemskich w przestrzeni kosmiczną wysyłano także sondy kosmiczne, które są robotami spełniającymi pewne funkcje badawcze. Taką sondą jest Voyager 1, która przelatując w 1978 roku przez układ Jowisza dokładnie zbadała jego atmosferę, pierścienie i księżyce. Podobnie w 1979 roku zbadała Saturna. Dziesięć lat później przeleciała w pobliżu Neptuna. Realizując swoją misję, przekroczyła granicę Układu Słonecznego i w tej chwili bada przestrzeń międzygwiazdową. Szacuje się, że sonda przestanie działać w 2025 roku. Szacuje się także, że za 300 lat Voyager 1 dotrze do Obłoku Oorta<sup>83</sup>. Dodam, że na pokładzie tej sondy znajduje się słynny złoty dysk z podstawowymi informacjami o ziemianach<sup>84</sup>. Został on umieszczony z myślą, że sonda zostanie przechwycona przez mieszkańców innych planet.

Kończąc tę część rozważań, chcę podkreślić, że przestrzeń kosmiczna jest uznawana za dobro wspólne i dlatego Zgromadzenie Ogólne Organizacji Narodów Zjednoczonych powołało w 1959 roku Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej. Przygotowano tam dokument zawierający m.in. zakaz prowadzenia prób z bronią jądrową w atmosferze, pod wodą oraz w przestrzeni kosmicznej, podpisany przez członków ONZ. Nieco później został podpisany tzw. Układ Moskiewski dotyczący **zasad działalności państw w zakresie badań i korzystania z przestrzeni kosmicznej, łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi** (27 stycznia 1967 roku). Według tego układu nie można umieszczać broni w przestrzeni kosmicznej, a obiekty niebieskie (takie jak Księżyc czy inne planety) mogą być w przyszłości wykorzystane tylko w celach pokojowych<sup>85</sup>. Zasady te po-

– stanowi niemal połowę masy Plutona. Uznaje się, że Pluton nie „oczyścił” swojej najbliższej przestrzeni z obiektów kosmicznych (w tym Charona), dlatego nazwano go „planetą karłowatą”.

<sup>82</sup> Za: R. Kerrod, *Układ Słoneczny*, Warszawa 1990, s. 29.

<sup>83</sup> Więcej: *Jet Propulsion Laboratory*, <https://www.jpl.nasa.gov/voyager/> [dostęp: 16.08.2017].

<sup>84</sup> Dodam też, że jednym z osiągnięć sondy jest zdjęcie Ziemi wykonane z największej odległości. Zdjęcie to nazwano „Pale Blue Dot” (*blękitna kropka*); znajduje się w archiwum NASA, pod adresem <https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=52392> [dostęp: 30.08.2019].

<sup>85</sup> Ciekawostką jest fakt, że prawdopodobnie pierwszą bronią jaka pojawiła się w kosmosie było działo pokładowe Nudelmanna (NR-23) na 23-mm naboje. Działo to było na wyposażeniu bazy kosmicznej Salut-3 Związku Radzieckiego. Ponieważ oficjalnie istniał zakaz używania broni w przestrzeni kosmicznej badania nad użyciem broni w próżni prowadzono

twierdzono w traktacie<sup>86</sup> z roku 1979 w sprawie działalności państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich. Treść tego dokumentu zaznacza, że zasoby naturalne Księżyca jak i cały ten glob stanowią dobro wspólne całej ludzkości.

W Polsce zainteresowanie kosmosem rośnie: w 2012 roku przystąpiono do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA)<sup>87</sup>, w 2014 roku powstała Polska Agencja Kosmiczna (PAK)<sup>88</sup>, której celem jest wspieranie polskiego przemysłu poprzez łączenie świata biznesu i nauki dla budowania misji kosmicznych.

## 1.5 O OPORACH SPOŁECZNYCH W PRZYJMOWANIU NOWYCH WYJAŚNIEŃ NA BUDOWĘ KOSMOSU

W historii astronomii jest wiele przykładów odrzucenia wyjaśnień, które stały się fundamentem budowania wiedzy np. o budowie Układu Słonecznego. Powodem bywała niemożność zweryfikowania ich w toku bezpośredniego doświadczenia ówczesnie żyjących ludzi. Jeszcze większy opór budziły koncepcje dotyczące kosmosu, gdyż ich zrozumienie przekraczało zakres wiedzy potocznej i było często sprzeczne z systemem wierzeń. Z tych samych powodów opór ten towarzyszy obecnie rozwojowi wiedzy naukowej o kosmosie. Na dodatek zrozumienie nawet uproszczonych komunikatów medialnych o osiągnięciach astronomów jest tak trudne, że przekracza zakres wyższego wykształcenia.

w 1974 r. w ramach tajnego programu Almaz. Za: A. Ciepliński, R. Woźniak, *Encyklopedia współczesnej broni palnej*, Warszawa 1994, s. 8; L. Zimmerman, *Zła nauka*, dz. cyt., s. 242–244.

<sup>86</sup> Wiele państw nie podpisało tego dokumentu co przyczyniło się do pewnych precedensów, które do tej pory nie zostały uregulowane. Znaną jest tzw. „Deklaracja własności” Dennisa Hope’a, który uznał, że traktaty o kosmosie są zbyt uogólnione, dlatego stwierdził, że przejmuje kontrolę nad kosmosem i w imię tej deklaracji zaczął sprzedawać działki na Księżycu (145 dolarów amerykańskich za akr), Marsie (135 dolarów) czy Io – księżycu Jowisza (80 dolarów). Nabywców znalazło się wielu, sprawiając, że Hope stał się milionerem. Za: Wywiad z Dennisem Hope, ścieżka dostępu: <https://www.vice.com/pl/article/yv574m/ive-owned-the-moon-since-1980> [dostęp: 21.01.2018] oraz za: A. Szpak: *Prawo kosmiczne w pigułce*, ścieżka dostępu: <http://www.edukacjaprawnicza.pl/prawo-kosmiczne-w-pigulce/> [dostęp: 21.01.2018].

<sup>87</sup> Więcej: Europejska Agencja Kosmiczna (ESA): Polska. Oficjalna strona: [http://www.esa.int/pol/ESA\\_in\\_your\\_country/Poland](http://www.esa.int/pol/ESA_in_your_country/Poland) [dostęp: 21.01.2018].

<sup>88</sup> Na podstawie: Polska Agencja Kosmiczna (PAK). Ścieżka dostępu: <https://polsa.gov.pl/o-agencji/o-polsa> [dostęp: 21.01.2018].



Towarzyszy temu zamęt wprowadzany przez opowieści i filmy o zdobywcach kosmosu. Mechanizm identyfikowania się z beletrystycznym zdobywcą kosmosu powoduje, że uproszczenia i fałszywe interpretacje zjawisk astronomicznych są traktowane tak, jak wiedza naukowa o kosmosie. Nie jest to zjawisko nowe, gdyż w odległych czasach rolę tę pełniły mity i podania ludowe a także dosłownie odczytane teksty religijnych np. Księgi Genesis<sup>89</sup>. Jest to bowiem konsekwencja nieprzemijającego dążenia człowieka do przybliżenia sobie tego, czego nie można bezpośrednio doświadczyć, a także sposób poradzenia sobie z lękiem wywołanym niemożnością zrozumienia koncepcji o funkcjonowaniu świata, w którym żyje.

Charakterystyczne dla naszych czasów tempo odkryć astronomicznych powoduje, że rozbieżność pomiędzy pojmowaniem a możliwościami umysłowymi człowieka niepokojąco rośnie. **Mamy więc do czynienia z dylematem: przyjąć „na wiarę” nowe ustalenia astronomów nie w pełni je rozumiejąc, lub odrzucić je jako fałszywe.** Historia astronomii dowodzi, że ludzie od zawsze borykali się z takimi dylematami. Przykładem jest prowadzony przez wieki spór o model Układu Słonecznego, którego zrozumienie przekracza możliwości weryfikacji przez doświadczenie. Na to nałożyły się jeszcze lęki egzystencjalne współczesnych ludzi. Jednym z powodów utrzymującej się wiary w geocentryczną koncepcję świata było to, że elementy tej koncepcji pasowały do codziennych obserwacji, wszak widać było, że Słońce wędruje po nieboskłonie. Osłabiało to lęki egzystencjalne. Natomiast **przyjęcie heliocentrycznego modelu polega na uznaniu słuszności pośrednich dowodów, a to już wymaga pewnego wykształcenia oraz ufności w prawdziwość dowodów naukowych.**

W tym miejscu dotykamy tzw. **gotowości umysłowej współczesnych ludzi na przyjęcie zmieniających się informacji o znaczeniu odkryć astronomicznych.** Potrzebę kształtowania takiej gotowości dostrzegali już Louis Agassiz (1807–1873) i Thomas Henry Huxley (1825–1895)<sup>90</sup>. Ustaliли podobne etapy gotowości społecznej na przyjęcie nowej teorii naukowej. Początkowo ludzie krytykują odkrycia astronomiczne, ponieważ stoją one w sprzeczności z ich religijnymi przekonaniami. Potem stwierdzają, że oni *odkryliby to samo*, w końcu stwierdzają, że jest to prawda, bo *zawsze w nią wierzyli*. Do potrzeby kształtowania gotowości umysłowej współczesnych ludzi nawiązuje także Thomas Kuhn<sup>91</sup> (1922–1996). Analizując biografie

<sup>89</sup> Więcej na ten temat w rozdziale 2.

<sup>90</sup> Por.: S. Flynn, *Naukowa lista przebojów*, dz. cyt., s. 65.

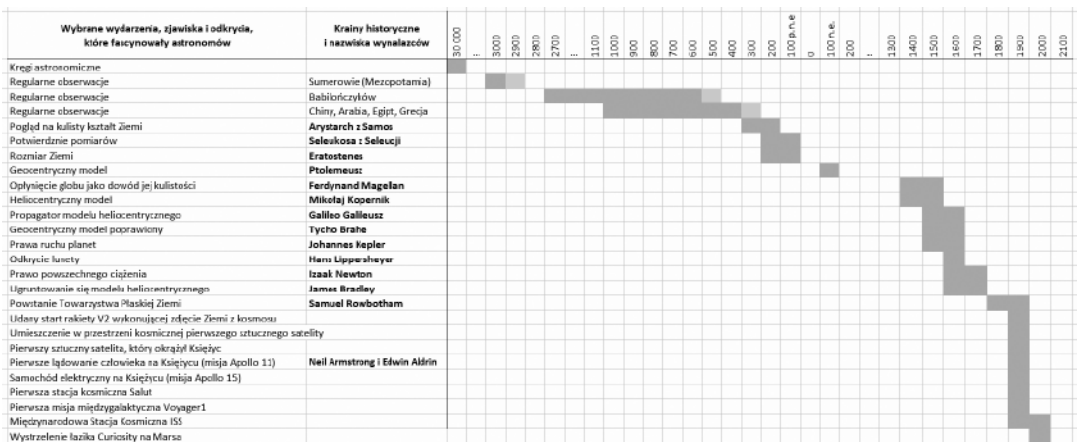
<sup>91</sup> T. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, Warszawa 2011.

astronomów i fizyków podkreśla, że historia nauki ma swoje *postacie budujące dojrzałe stwierdzenia* (Ptolemeusz, Izaak Newton); na ich podstawie następcy konstruują nowe wyobrażenia i stosują je w badaniach kosmosu.

W rozwoju nauki bywa, że pojawiają się np. nowe zjawiska, których nie przewiduje i nie wyjaśnia dotychczasowa teoria. Dlatego staje się ona nieaktualna i powstaje nowa. Przykładem jest zastąpienie geocentrycznego modelem heliocentrycznym Układu Słonecznego. Nowa teoria traktowana jest często jako rewolucja w nauce, szczególnie gdy dotyczy zasadniczej zmiany sposobu myślenia. W taki właśnie sposób fizyka Isaaca Newtona została uogólniona przez fizykę Alberta Einsteina.

Zafascynowany tymi ustaleniami opracowałem graficzny schemat przedstawiający kolejność zastępowania jednych koncepcji astronomicznych przez inne. Dodam, że niektóre z nich dotyczące uszczegółowiania poprzednich były traktowane jako rewolucje naukowe. W pierwszej kolumnie tego schematu wymieniam wybrane wydarzenia, zjawiska i odkrycia, które fascynowały astronomów. W drugiej kolumnie umieściłem nazwy krain historycznych oraz nazwiska naukowców, którzy kojarzą się z odkryciami naukowymi wymienionymi w pierwszej kolumnie. Trzecią kolumnę podzieliłem na części według chronologii czasowej, nadając jej formę siatki chronologicznej. Zaznaczone na siatce ciemne i jasnoszare pola oznaczają czas, w którym wydarzenie, zjawisko i odkrycie wymienione w pierwszej rubryce miało miejsce.

TABELA 1. Chronologia niektórych wydarzeń, zjawisk i odkryć, które zmieniły oblicze astronomii, z podaniem uczonego, który je opisał i wyjaśnił. Dodam, że tabela jest subiektywnym wyborem autora



Rozpatrując rozmieszczenie szarych pól na siatce chronologicznej czasu, można zauważyć, że w pewnych okresach historycznych występuje zagęszczenie odkryć naukowych, jak np. w XVII, XIX i na początku XX wieku. Są tam też okresy *ubogie* w odkrycia naukowe (bez, albo z niewielką liczbą szarych pól). Można przyjąć, że jest to okres nieprzyjazny dla rozwoju astronomii. Być może uwarunkowania społeczne i ekonomiczne nie sprzyjały wówczas rozwojowi astronomii. Być może w tych czasach nie było tak wybitnych naukowców, którzy by dokonali rewolucyjnych odkryć. Nie oznacza to jednak, że w tych czasach nie było pomniejszych odkryć, wszak w wykresie uwzględniłem tylko niektóre, najważniejsze. Chcę jednak dodać, że mimo starań nie udało mi się ustalić konkretniejszych hipotez dotyczących czasów ubogich w rewolucyjne odkrycia naukowe w astronomii.

Kończąc krótki opis historii odkryć astronomicznych, chciałbym jeszcze omówić **kompetencje intelektualne, którymi wykazali się astronomowie**. Do podstawowych umiejętności astronoma należy obserwacja nieba i wyłuskanie poruszających się obiektów oraz formułowanie wniosków z obserwacji dla budowania teorii naukowych. Historia odkryć astronomicznych wskazuje bowiem, że opisy niektórych zjawisk astronomicznych zostały na tej podstawie sformułowane, a więc mają charakter nieintuicyjny. Kolejną cechą umysłu wybitnych astronomów jest formułowanie trafnych hipotez dotyczących zjawisk i obiektów astronomicznych. Wymaga to oderwania się od bezpośrednich doświadczeń, rozpatrywania ich od intelektualnej strony. Towarzyszy temu poczucie trafności własnych przemyśleń, konieczne, gdy są one sprzeczne z codziennymi obserwacjami. Na tym nie koniec – potrzebna jest jeszcze wytrwałość w poszukiwaniu dalszych dowodów przemawiających za słusnością stworzonej teorii. Przykładem jest Albert Einstein, który przewidział ugięcie się promieni świetlnych w pobliżu Słońca w 1919 roku. Teza ta nie tylko potwierdziła słusność teorii względności, lecz także sprawiła, że łatwiej ją przyjęto<sup>92</sup>.

<sup>92</sup> Mimo że Einstein jest kojarzony obecnie z teorią względności, to Komitet Noblowski nagroził tego badacza (w 1922 r.) za odkrycie zupełnie innego zjawiska – efektu fotoelektrycznego, w którym opisał cząstki światła zwane kwantami. Nowatorski w jego ujęciu był fakt, że przypisał im właściwości gazowe. To właśnie potwierdzenie eksperymentalne zostało uznane za ogromne odkrycie w dziedzinie fizyki teoretycznej.

## 1.6 DOWODY NA TO, ŻE DZIECI KSZTAŁTUJĄ SWOJĄ WIEDZĘ ASTRONOMICZNĄ W SPOSÓB PODOBNY DO HISTORII ODKRYĆ ASTRONOMICZNYCH OD CZASÓW STAROŻYTNYCH PO DZISIEJSZE

Znaczące badania nad rozumowaniem dzieci oraz ich wiedzą astronomiczną prowadził około stu lat temu Jean Piaget<sup>93</sup>. Zadawał dzieciom pytania i analizował ich odpowiedzi, w tym także dotyczące obiektów i zjawisk astronomicznych. Na tej podstawie ustalił, że już pięciolatki dysponują wiedzą o obiektach i zjawiskach astronomicznych i nazwał je magicznymi i animistycznymi, zaliczając je do wiedzy przedpojęciowej<sup>94</sup>. Niewątpliwym osiągnięciem tych badań są ustalenia, że **rozumowanie dzieci nie jest prymitywną wersją myślenia dorosłego, ale odmiennym jakościowo sposobem budowania wiedzy o świecie**. Nieco później rozszerzono ten kierunek badań o badania sposobu poznawania świata przez dzieci z uwzględnieniem różnic kulturowych<sup>95</sup>. Ponadto przeprowadzano wielowymiarowe analizy dziecięcych wypowiedzi, które pomogły w ustalaniu rzeczywistych – a nie okazjonalnych – ich poglądów.

Mimo tych ustaleń analiza wypowiedzi dzieci dotyczących np. ruchu Słońca po nieboskłonie czy kształtu Ziemi przypominają rozumowania dorosłych z epoki uznawania geocentrycznej budowy świata. Przyczyną zapewne jest to, że jedne i drugie wywodzą się z bezpośredniej obserwacji i kształtowane były także przez wierzenia, mity i podania ludowe<sup>96</sup>.

Kolejnym rozszerzeniem piagetowskich ustaleń dotyczących specyfiki rozwoju myślenia dzieci jest teza, że dzieci tworzą swoją wiedzę o świecie, a więc także o obiektach i zjawiskach astronomicznych w sposób podobny do tworzenia naukowych teorii<sup>97</sup>.

<sup>93</sup> Pierwsza publikacja nosiła tytuł: *La représentation du monde chez l'enfant* (1926). Obecnie polska publikacja nosi tytuł: *Jak sobie dziecko wyobraża świat* (Warszawa 2006).

<sup>94</sup> Wyniki badań Piageta opisałem w sposób skrótowy w rozdziale 3.

<sup>95</sup> Por. K. Nelson, *Making sense: The acquisition of shared meaning*, New York 1985. Twierdzi m.in., że badania nad rozumowaniem dzieci oraz ich wiedzą powinny uwzględniać kontekst środowiskowy, wszak ich rozwój zależy także od oddziaływania społecznego, przyrodniczego i kulturowego otoczenia.

<sup>96</sup> Za: C. Lévi-Strauss, *Mysł nieoswojona*, Warszawa 1969.

<sup>97</sup> Zwrócili na to uwagę: S. Carey *Conceptual change in childhood*, Cambridge MA, 1985); S. Carey, E. Spelke, Science and core knowledge. *Philosophy of Science* 63/1996, s. 515–533) oraz A. Gopnik i H. Wellman, Why the child's theory of mind really is a theory. *Mind*

Przejdźmy do badań naukowych, które bezpośrednio dotyczą wiedzy astronomicznej. Wyróżnić tu można okresy, które przedstawiam kolejno w możliwie syntetyczny sposób. Nim je przedstawię, konieczne jest wyjaśnienie – omawiając historię współczesnych badań, korzystam głównie z literatury anglojęzycznej, w której powszechnie stosuje się określenie **model** w charakterystykach rozumowań dzieci, które wyróżniają się pewną spójnością. Referując wyniki badań zachowuję tę konwencję.

## OKRES PIERWSZY BADANIA NAD WIEDZĄ ASTRONOMICZNĄ DZIECI ZAPOCZĄTKOWANE PRZEZ JOSEPHA NUSSBAUMA I JOSEPHA NOVAKA

Joseph Nussbaum i Joseph Novak<sup>98</sup> zaintrygowani spostrzeżeniem, że dziecięce wyjaśnienia dotyczące obiektów i zjawisk astronomicznych nie pokrywają się z tymi, które kształtują nauczyciele w szkole, przeprowadzili wywiady z 52 amerykańskimi uczniami z II klasy szkoły podstawowej. Zadano im m.in. pytania: *Jaki jest kształt Ziemi?*; *W jaki sposób patrzysz na Ziemię?* Badane dzieci podzielono na dwie grupy, z których tylko jedna (eksperymentalna licząca 26 osób) uczestniczyła w zajęciach z zakresu astronomii. Odpowiedzi dzieci z obu grup przekazano wybranemu (niezależnemu) nauczycielowi, aby porównał je i ustalił, które z badanych dzieci uczestniczyły w zajęciach astronomicznych.

W opisywanych badaniach Nussbaum i Novak ustalili, że nauczyciel nie potrafił rozróżnić dzieci, które uczestniczyły w zajęciach z astronomii, a które nie korzystały z takiej edukacji. Ponadto analizując wypowiedzi dzieci, wyłonili pięć następujących wyobrażeń, pojęć, które nazwali modelami:

1. **Płaska Ziemia, ludzie żyją tylko na ziemi.** Podczas rozmowy dzieci tłumaczyły, że Ziemia jest okrągła. Następnie niektóre z nich wyjaśniały, że Ziemię widać z góry, „z nieba, gdzie są astronauty”, inne tłumaczyły, że „Ziemia jest pod naszymi stopami i jest całkiem płaska” lub, że „Ziemia to okrągła wyspa otoczona dużym oceanem”.

*and Language*, 7/1992, s. 145–171. Więcej na temat koncepcji uznawania wyjaśnień dzieci jako teorii naukowych przedstawiłem w rozdziale 3.

<sup>98</sup> J. Nussbaum, J. Novak, An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews, *Science Education*, 60/1976, s. 535–550.

2. **Ziemia jest okrągła, spłaszczona na północnym biegunie, a ludzie żyją tylko na spłaszczonym obszarze.** Wyjaśnienia niektórych dzieci dotyczące kształtu Ziemi nawiązywały do piłki. Twierdziły, że górna część piłki to niebo, a dolna to ziemia. Co do położenia Słońca, Księżycy i gwiazd twierdziły, że są na niebie, lub na powierzchni nad niebem. To ten ostatni pogląd został uznany przez autorów za bardziej zaawansowany, uznali bowiem, że dzieci uwzględniają w nim zarys pojęcia globu i wyobrażenia, że kulista Ziemia jest otoczona przestrzenią.
3. **Ziemia ma kształt piłki, ludzie żyją tylko u góry.** Takie wyjaśnienia są zapewne konsekwencją tego, że dzieci nie znają jeszcze pojęcia siły grawitacji. Dlatego uważają, że życie ludzi poniżej równika Ziemi nie jest możliwe, ponieważ ludzie mogliby z niej spaść.
4. **Ziemia ma kształt piłki, ludzie żyją z każdej strony ziemi, rzeczy spadają w kosmos.** Takie wyjaśnienia świadczą o tym, że dzieci zaczynają się już orientować w zjawisku grawitacji. Dlatego uważają, że grawitacja przyciąga rzeczy w kierunku ziemi. W nawiązaniu do znanej hipotezy Leonharda Eulera (1707–1783) o tunelu przekopanym przez Ziemię, dzieci wyjaśniały, że piłka wrzucona do tunelu mogłaby przez niego przelecieć i dalej lecieć w kierunku kosmosu<sup>99</sup>.
5. **Ziemia ma kształt piłki, ludzie żyją z każdej strony ziemi, rzeczy są przyciągane do środka ziemi.** W tym wyobrażeniu działanie grawitacji jest skierowane „w dół” i rozumiane jako do środka Ziemi. Tak więc ludzie mogą żyć dookoła powierzchni planety, a przedmiot, który wpadnie do tunelu, spadnie do środka Ziemi.

Wyniki badań przeprowadzonych przez Nussbauma i Novaka wyjaśniały, jakie **formy w rozumowaniach dzieci przyjmuje wyobrażenie kształtu Ziemi** oraz to, że **skuteczność edukacji szkolnej dzieci jest niewielka**. Przyczyniły się też do podjęcia badań nad kolejnymi zmianami w poglądach dzieci na kształt Ziemi oraz nad pozaszkolnymi źródłami dziecięcej wiedzy astronomicznej<sup>100</sup>.

<sup>99</sup> Dodam, że w badaniach tych nie pytano dzieci o to, czy tak interpretowana grawitacja dotyczy też ludzi. Z wypowiedzi dzieci można bowiem wnioskować, że w ich rozumieniu grawitacja dotyczy przedmiotów. Wyjaśnienie takiego ewentualnego różnicowania przez dzieci grawitacji uwzględniłem w swoich badaniach – wyniki przedstawiam w rozdziale 7.

<sup>100</sup> Za: L. Agan, C. Sneider, Learning About the Earth's Shape and Gravity: A Guide for Teachers and Curriculum Developers, *The Astronomy Education Review*, 2/2004, s. 90–117.



W tym nurcie mieszczą się też badania prowadzone przez Josepha Nussbauma<sup>101</sup> zrealizowane nieco później. Prowadzone były w Izraelu i objęto nimi 240 dzieci z klas od IV do VIII. Nussbaum chcąc lepiej zrozumieć wyobrażenia badanych dzieci dotyczące kształtu Ziemi, najpierw prosił je o wykonanie rysunku planety, a potem demonstrował globus i prowadził rozmowę o tym, jak teraz wyobrażają sobie Ziemię. Na podstawie tak zorganizowanych badań stwierdził, że dziecięce wyobrażenia „ziemia jest płaska” i „ziemia jest spłaszczona” mają wiele wspólnego. Ponadto ustalił, że niektóre dzieci wyobrażają sobie, że Ziemia jest podzielona na dwie półkule – górną podobną do sklepienia nieba, oraz dolną obejmującą to, czego na co dzień doświadczają<sup>102</sup>.

Trzy lata później Ganesh Mali i Ann How<sup>103</sup> korzystając z narzędzi badawczych Nussbauma i Novaka (z 1976 roku), badali wyobrażenia kształtu Ziemi i koncepcje grawitacji nepalskich dzieci pochodzących z regionów miejskich i wiejskich. Wybrali ten region świata, ponieważ tradycyjne przekonanie dorosłych o kształcie Ziemi w tej kulturze nawiązuje do mitów o stworzeniu świata. Badając wypowiedzi dzieci w wieku 8, 10 i 12 lat, ustalili następujące wpływy edukacji szkolnej:

- badane dzieci dłużej były pod wpływem przekonań dorosłych, że Ziemia jest tworem płaskim wspartym na czterech rogach przez ogromnego słonia;
- o wiele później w porównaniu do dzieci amerykańskich przyjęły podawaną w szkole wiedzę, że Ziemia jest kulą, krążącą wokół Słońca<sup>104</sup>.

Na tej podstawie sformułowano wniosek, że **błędne przekonania dorosłych o kształcie Ziemi i jej miejsca w kosmosie opóźniają efekty edukacyjne w kształtowaniu wiedzy zbliżonej do naukowej dotyczącej tych kwestii.**

Gary Sneider i Steven Pulos wraz z zespołem<sup>105</sup> w badaniach dotyczących wiedzy astronomicznej dzieci posłużyli się specjalnie opracowanym

<sup>101</sup> J. Nussbaum, Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study, *Science Education*, 63/1979, s. 83–93.

<sup>102</sup> Wyobrażenie takie zbliżone było do XIX-wiecznego wyobrażenia pustej Ziemi. Opisane m.in. przez Juliusza Verne'a w książce *Podróż do wnętrza Ziemi* (opublikowanej po raz pierwszy w 1864 r.).

<sup>103</sup> G. Mali, A. Howe, Development of earth and gravity concepts among Nepali children, *Science Education*, 63/1979, s. 685–691.

<sup>104</sup> J. Nussbaum, J. Novak, An Assessment of Children's Concepts..., dz. cyt., s. 535–550.

<sup>105</sup> C. Sneider, S. Pulos, Children's cosmologies: Understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 61/1983, s. 205–221. Dodam, że badania te zostały podjęte

wywiadem<sup>106</sup>. Na podstawie badań 159 dzieci amerykańskich z klas od III do VIII stwierdzili, że w każdej grupie wiekowej dzieci manifestują naiwne wyobrażenia o kształcie Ziemi i tym samym potwierdzili ustalenia Nussbauma. Poddając uzyskane wyniki badań analizie statystycznej, stwierdzili, że można na ich podstawie wytyczyć trzy stadia wyjaśnień, **modele tworzące skalę rozwojową**. Dotąd sądzono, że budowane przez dzieci wyjaśnienia da się podzielić<sup>107</sup> na spontaniczne (naiwne, pierwsze, wstępne) i na naukowe. Sneider i Pulos ustalili, że można też wyróżnić stadia pośrednie. Dotyczą one procesu przechodzenia dzieci od rozumowań względnie prymitywnych do naukowego wyjaśnienia rzeczywistości. Tym sposobem nie tylko potwierdzili słuszność wyróżnionych przez Nussbauma i Novaka wyobrażeń (nazwanych „*notion*”, z j. angielskiego: pojęcia), lecz także nadali im status pojawiających się w ustalonym porządku modeli rozwojowych dziecięcych poglądów dotyczących obiektów i zjawisk astronomicznych.

## OKRES DRUGI

### BADANIA STELLI VOSNIADOU I WILLIAMA BREWERA

Nim przedstawię badania, kilka ustaleń stanowiących wprowadzenie do nich. Konsekwencją badań zrealizowanych w poprzednim okresie jest przyjęcie trójstopniowego rozwoju dziecięcych modeli wyobrazeniowych:

- **Pierwsze, wstępne modele wyobrazeniowe** (*initial model*) zdają się odpowiadać bezpośrednim, codziennym doświadczeniom fizycznym. Dzieci dysponujące nimi twierdzą, że Ziemia jest płaska, ludzie żyją na Ziemi, opisują życie na Ziemi, jakby chodziło o najbliższe otoczenie (drzewa rosną pionowo ku górze, na niebie latają ptaki, słońce świeci wysoko). Ten sposób opisywania świata jest konsekwencją codziennych obserwacji. Tymczasem dorośli tłumaczą im, że Ziemia jest okrągła, krąży wokół Słońca, wokół Ziemi krąży Księżyc itd.
- **Modele uproszczone** w rozumowaniach dzieci (*synthetic models*), są konsekwencją zmian dziecięcych wyobrażeń pod wpływem własnych doświadczeń i nabywanej wiedzy. Efektem są konstrukty wyjaśnień

ponieważ nauczyciele uczestniczący w szkoleniu prowadzonym przez badaczy niedowierzali, że ich uczniowie mają tak odbiegające od naukowego przekonania. Po przeprowadzeniu badań nauczyciele byli bardzo zaskoczeni wypowiedziami badanych dzieci.

<sup>106</sup> Kwestionariusz został opublikowany w: C. Sneider, S. Pulos, E. Freenor, J. Porter, B. Templeton, Understanding the earth's shape and gravity. *Learning*, 14/1986, s. 43–47.

<sup>107</sup> Por. L. Wygotski, *Wybrane prace psychologiczne*, Warszawa 1971, s. 233.



stanowiące mieszaninę codziennych doświadczeń z informacjami podawanymi przez dorosłych. Nazwano je modelami uproszczonymi, które można ująć tak: Ziemia co prawda ma kształt kulisty, ale życie ludzi może odbywać się tylko na północnej półkuli (u góry), gdzie indziej życie byłoby niemożliwe – *ludzie spadliby z ziemi*<sup>108</sup>.

- **Modele naukowe** w rozumowaniach dzieci dotyczących obiektów i zjawisk astronomicznych (*scientific model*), to kolejne osiągnięcie rozwojowe i edukacyjne, w którym zaczynają dominować informacje przekazywane przez dorosłych, podawane w publikacjach. Rozumowania dzieci charakterystyczne dla modeli naukowych nie są jeszcze wyjaśnieniem typowo naukowym, ale są im coraz bliższe.

Kierując się tymi ustaleniami, Stella Vosniadou i William Brewer<sup>109</sup> badając dzieci z różnych kultur, pytali je nie tylko o kształt Ziemi, lecz także o wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy. Analizując wypowiedzi dzieci, opracowali precyzyjniejsze modele umysłowe dotyczące kształtu Ziemi, uwzględniając różnice kulturowe, z których dzieci się wywodziły. Ponadto – niejako równolegle – opracowali modele umysłowe dzieci dotyczące rozumienia zjawiska dnia i nocy oraz funkcjonowania Układu Słonecznego<sup>110</sup>. Badania te są nasycone wiedzą psychologiczną i pedagogiczną o możliwościach i ograniczeniach umysłowych dzieci w poznawaniu obiektów i zjawisk astronomicznych; omawiam je w rozdziale 4, który dotyczy tych kwestii.

<sup>108</sup> Podobne wyjaśnienia odnotowano także w kontekście wyobrażenia Układu Słonecznego, w przypadku którego dzieci opisywały geocentryczny model. Więcej na ten temat napisałem w rozdziale 4.

<sup>109</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon: Greek and American data, *Learning and instruction: European research in an international context*, 2/1989; S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood, *Cognitive Psychology*, 24/1992; S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Day/Night Cycle, *Cognitive Science*, 18/1994; S. Vosniadou, I. Skopeliti, K. Ikospentaki, Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy, *Cognitive Development*, 19/2004.

<sup>110</sup> Kontynuowali swoje badania i w 1994 r. opisali modele umysłowe dnia i nocy, a w 1996 r. modele umysłowe Układu Słonecznego. Te ostatnie modele nie zostały przyjęte w środowisku badaczy z takim entuzjazmem jak modele kształtu Ziemi. Powodem była zbyt duża rozbieżność liczby modeli wynikająca z wielu kombinacji form wyobrażeniowych produkowanych przez badane dzieci. Więcej na ten temat w tym rozdziale.

## OKRES TRZECI

## BADANIA GEORGII PANAGIOTAKI, GAVINA NOBESA I ROBINA BANERJEE

Dotąd sądzono, że dzieci podają błędne odpowiedzi, ponieważ nie dysponują naukowym modelem<sup>111</sup>. Georgia Panagiotaki, Gavin Nobes i Robin Banerjee (2006)<sup>112</sup> przeprowadzili badania, aby to sprawdzić. Zastosowali następujące narzędzia badawcze:

- kwestionariusz z otwartymi pytaniami skonstruowany przez Vosniadou i Brewera<sup>113</sup>
- oraz własnej konstrukcji narzędzie wywiadu z pytaniami zamkniętymi. Dotyczyły one modeli wstępnych, uproszczonych i naukowych ustalonych przez Nussbauma i Novaka uzupełnionych o ustalenia Vosniadou i Brewera.

Panagiotaki, Nobes i Banerjee porównali odpowiedzi dzieci uzyskane z zastosowaniem tych narzędzi. Ustalili, że dzieci, którym zadawano otwarte pytania, przejawiały mniej unaukowione modele niż w sytuacji, gdy mogły wybierać odpowiedzi zawarte w pytaniach zamkniętych. Stwierdzili, że **widząc wśród odpowiedzi prawidłowe rozwiązania, dzieci były w stanie je rozpoznać i wskazać prawidłowe, pomijając modele naiwne i uproszczone**. Na marginesie takiej interpretacji znajduje się informacja, że – być może – mniej naukowe wyjaśnienia podawane przez dzieci w pytaniach otwartych wynikały z kłopotów werbalnego przedstawienia swoich przemyśleń.

Panagiotaki, Nobes i Banerjee<sup>114</sup> ustalili też, że przed formułowaniem poglądów zbliżonych do naukowych dziecięce koncepcje dotyczące Ziemi są fragmentaryczne i niespójne, ale różnią się zdecydowanie od naiwnych modeli mentalnych. Ich zdaniem dopiero modele naukowe stają się bardziej spójne wewnętrznie. Ustalili też, że spójność tych koncepcji:

- w większym stopniu zależy od przekazywanych dzieciom informacji naukowych przez dorosłych (lub kulturowo akceptowanych);
- w mniejszym od wyników ich własnych doświadczeń.

<sup>111</sup> S. Vosniadou, I. Skopeliti, K. Ikospentaki, *Modes of knowing...*, dz. cyt., s. 203–222.

<sup>112</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, *Is the world round or flat? Children's understanding of the earth*, *European Journal of Developmental Psychology*, 3/2006, s. 124–141.

<sup>113</sup> Stella Vosniadou i William Brewer opublikowali kwestionariusz w dwóch artykułach: S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt. oraz S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt.

<sup>114</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, *Is the world round or flat?...*, dz. cyt., s. 124–141.

**Umysł dziecięcy konstruuje dojrzalsze wyobrażenie kształtu Ziemi, w mniejszym stopniu uwzględnia bezpośrednie doświadczenia pochodzące z obserwacji otoczenia, a w większym korzysta z informacji zdobytych od otaczających je osób.** Udział środowiska społecznego – zdaniem Panagiotaki, Nobes i Banerjee – jest znaczący w tworzeniu modeli umysłowych dzieci.

Pod wpływem tych ustaleń Siegal, Butterworth, Newcombe<sup>115</sup>, Nobes, Martin, Panagiotaki<sup>116</sup>, Kampeza, Ravanis<sup>117</sup> przeprowadzili badania, w których dzieciom przedszkolnym przedstawiano obrazkową wersję poglądów naukowych dotyczących kształtu Ziemi. Okazało się, że znacząco więcej dzieci potrafiło wybrać obrazki zawierające prawidłowe informacje.

Badania te przyczyniły się do zmiany paradygmatu badań, których celem było określenie prawidłowości kształtowania się dziecięcej wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych. Zaczęto tworzyć narzędzia opracowane w konwencji tych, które stosowali Stella Vosniadou i Williama Brewer. Uwzględniano w nich uznane modele umysłowe dzieci i na tej podstawie konstruowano narzędzia z pytaniami zamkniętymi. Przykładem jest znany Test EARTH (*Earth Representation Test for Children*) uwzględniających dziecięce reprezentacje Ziemi. Autorami tego testu są Marthe Straatemeier, Han van der Maas i Brenda Jansen<sup>118</sup>.

Po zastosowaniu pierwszej wersji tego testu okazało się, że sporo dzieci przejawiało nieuwzględniane w nim rozumowania świadczące o tym, że są jeszcze inne modele umysłowe niż te, które uwzględnia ta wersja narzędzia. Kierując się tymi ustaleniami, Straatemeier, Maas i Jansen opracowali skorygowaną wersję testu i sprawdzili jej trafność. Drugiej wersji testu<sup>119</sup>

<sup>115</sup> M. Siegal, G. Butterworth, P. Newcombe, Culture and children's cosmology, *Developmental Science*, 7/2004, s. 308–324.

<sup>116</sup> G. Nobes, A. Martin, G. Panagiotaki, The development of scientific knowledge of the Earth, *British Journal of Developmental Psychology*, 23/2005, s. 47–64; G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat?... dz. cyt., s. 124–141.

<sup>117</sup> M. Kampeza, R. Konstantinos, Transforming the representations of preschool-age children regarding geophysical entities and physical geography, *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 3/2009, s. 141–158.

<sup>118</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach, *Journal of Experimental Child Psychology*, 100/2008, s. 276–296.

<sup>119</sup> Dodam, że ta wersja testu została wykorzystana w badaniach opisanych w tej książce. Test EARHT2 został dołączony do książki w formie załącznika 3.

nadano nazwę EARTH2. Wersja ta jest dotąd stosowana w badaniach nad wiedzą astronomiczną dzieci.

## CHRONOLOGICZNY ZARYS BADAŃ NAD WIEDZĄ ASTRONOMICZNĄ DZIECI

Kończąc ten rozdział, przedstawię siatkę chronologiczną, która pozwoli na lepszą konkretyzację miejsca, czasu realizowanych badań nad dziecięcymi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych z uwzględnieniem najważniejszych nazwisk naukowców, którzy je prowadzili. Chronologię tę przedstawiam w tabeli 2. W pierwszej kolumnie wymieniam miejsce realizowanych badań. W drugiej przedstawiam nazwiska badaczy, z którymi kojarzone są te badania. W trzeciej przedstawiam siatkę chronologiczną, od lat 20. stulecia do roku<sup>120</sup> 2019. W siatce tej kolorem szarym zaznaczyłem pola odpowiadające przedziałom czasu, w którym były one realizowane.

TABELA 2. Siatka chronologiczna ważniejszych badań zrealizowanych w latach 1923–2019 nad wiedzą astronomiczną dzieci

		1923	1926	1929	...	1971	1974	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016	2019	
Szwajcaria	<b>Jean Piaget</b>																						
Izrael	<b>Joseph Nussbaum, Joseph Novak</b>																						
Nepal	Ganesh Mali, Ann Howe																						
USA	Carol Klein																						
USA	Gary Sneider, Steven Pulos																						
USA, Samoa, Grecja, Indie	<b>Stella Vosniadou (i zespół)</b>																						
	John Bexter																						
Estonia	Eve Kikas (i zespół)																						
Australia	John Dunlop																						
Anglia	<b>Georgia Panagiotaki (i zespół)</b>																						
Australia	Siegal (i zespół)																						
	Schoultza, Säljö i Wynhdmana																						
Szwecja	Ehrlén Karin																						
Grecja	Kampeza, Ravanis																						
Holandia	Straatemeiera (z zespół)																						
Turcja	Kurnaz Mehmet																						
Turcja	Özsoy Sibel																						
Turcja	Saçkesa Mesuta																						
Grecja	Stella Vosniadou (i zespół)																						

Przedstawiona siatka chronologiczna pokazuje kamienie milowe w procesie realizowanych badań nad wiedzą astronomiczną dzieci. Można też określić czas, w którym występuje nagromadzenie takich badań. Z porządku chronologicznego można wnioskować o dziedziczeniu wiedzy, czyli o tym, które badania stanowiły podstawę następnych i wpływały na

<sup>120</sup> Powodem przyjęcia tej daty jest dostęp do publikacji, w których są one przedstawione.

rozszerzenie wiedzy o specyficie tworzenia przez dzieci modeli umysłowych odnoszących się do obiektów i zjawisk astronomicznych.

Nie ulega wątpliwości, że nowoczesne badania nad wiedzą astronomiczną dzieci są osadzone na ustaleniach Piageta dotyczących możliwości i ograniczeń w rozumowaniu dzieci. Nie bez znaczenia jest też ustalony przez Piageta sposób rozumienia przez nie np. dnia i nocy. Ustalenia te były dla wielu badaczy imperatywem do prowadzenia badań nad kształtowaniem się dziecięcej wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych. Nie oznacza to, że naukowcy zajmujący się tym obszarem badań nie korzystali także z ustaleń takich psychologów jak Lew S. Wygotski i Stefan Szuman (te kwestie omówię szczegółowo w rozdziale 3). Ponieważ ustalenia te nie dotyczyły *stricte* kształtowania się dziecięcej wiedzy astronomicznej, rzadziej z nich korzystano.

Od roku 1976 ma miejsce zagęszczenie badań, których celem jest coraz pełniejsze poznanie dziecięcej wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych. Istotne są osiągnięcia autorytetów naukowych, takich jak: Joseph Nussbaum i Joseph Novak, Stella Vosniadou, Georgia Panagiotaki, Gavin Nobes i Robin Banerjee. Ich osiągnięcia zainspirowały wielu badaczy do prowadzenia badań nad dziecięcą wiedzą astronomiczną. Analiza badań naukowców wymienionych w kolumnie drugiej schematu wskazuje, że korzystali oni z dorobku tych uczonych, rozszerzając je o nowe, niewątpliwie ważne ustalenia.

Rok 2019 – granica siatki chronologicznej – nie kończy tego procesu. Dodać tu trzeba, że rozkwit badań nad dziecięcą wiedzą w latach 1976–2019 ma niewątpliwie związek z osiągnięciami badań kosmicznych. Okazało się, że ich zrozumienie sprawia kłopot nawet człowiekowi wykształconemu według współczesnych standardów. Żeby człowiek chociaż po części rozumiał ich znaczenie, konieczna jest zmiana paradygmatu kształcenia i włączenie edukacji astronomicznej do wychowania przedszkolnego i realizowania jej przez wszystkie lata nauki szkolnej. Ponieważ o efektach takiej edukacji decyduje w dużej mierze wiedza o specyficie rozumowań dziecięcych – z uwzględnieniem ich ograniczeń i możliwości – prowadzi się coraz liczniejsze badania w zakresie poznawania obiektów i zjawisk astronomicznych w kolejnych okresach rozwojowych człowieka.

# 2 SZKOLNA I POZASZKOLNA EDUKACJA ASTRONOMICZNA DZIECI: TENDENCJE, OGRANICZENIA I MOŻLIWOŚCI

Zjawiska astronomiczne takie jak grawitacja, m.in. siła przyciągania Księżyca, towarzyszą człowiekowi od chwili poczęcia przez całe życie, aż do śmierci<sup>1</sup>. Ludzki umysł traktuje je i inne zjawiska jako niezmienną część otaczającej przyrody. Dlatego nie jesteśmy świadomi także tego, z jaką prędkością porusza się Ziemia w przestrzeni kosmicznej (a wynosi ona na równiku ok. 30 km/s), czy też zmian grawitacyjnych spowodowanych ruchem obiegowym Księżyca wokół Ziemi<sup>2</sup>. Takim i innym doznaniom towarzyszą obserwowalne zjawiska astronomiczne, takie jak przemienność dnia i nocy, pór roku, zmieniające się fazy Księżyca. Wpisują się one w rytm życia człowieka, dlatego od zawsze prowokowały do gromadzenia wiedzy astronomicznej.

Ponieważ gromadzenie tej wiedzy zaczyna się od wczesnego dzieciństwa, w tym rozdziale przedstawię źródła dziecięcej wiedzy astronomicznej. Wyjaśnię, czego dowiadują się dzieci w przedszkolu i szkole i dlaczego kształtowane zarysy pojęć odbiegają od wiedzy zbliżonej do naukowej. Jednym z powodów jest nakładanie się różnych wyobrażeń wszechświata przedstawionych w baśniach i mitach, animowanych bajkach oraz filmach fabularnych. Z bogactwa takich informacji korzystają dzieci i dorośli, wybierając te informacje, które subiektywnie uznają za prawdziwe. Konstruują z nich intuicje astronomiczne, a potem zarysy pojęć zbliżone do naukowych<sup>3</sup>. Jednym z wniosków płynących z tego rozdziału jest fakt, że przejście do takich zarysów pojęć jest utrudnione lawiną sprzecznych informacji. Dotyczy to także edukacji szkolnej.

<sup>1</sup> Dotyczy to też innych istot żywych zamieszkujących Ziemię.

<sup>2</sup> Chociaż zjawisko to daje się obserwować w pływach oceanicznych.

<sup>3</sup> Procesy intelektualne konstruowania wiedzy w umyśle opisałem w rozdziale 3.

## 2.1 CO WYNIKA Z BEZPOŚREDNICH DOŚWIADCZEŃ DZIECI W KWESTII ZJAWISK I OBIEKTÓW ASTRONOMICZNYCH

Bezpośrednie obserwacje astronomiczne dotyczą głównie obserwacji nieba, na którym zachodzą także zjawiska pogodowe (atmosferyczne). Oglądając niebo w bezchmurne dni, dzieci doświadczają błękitu; gdy pokrywa je warstwa chmur, wówczas zdaje się być kolorystycznie zbliżone do bieli<sup>4</sup>. Ponadto chmury na niebie ograniczają możliwość prowadzenia stałej obserwacji Słońca. Latem z kolei Słońce wschodzi wcześniej, gdy dzieci jeszcze śpią, a gdy się budzą, świeci już wysoko nad horyzontem. Z kolei zimą dzieci są w przedszkolu czy szkole (drogę do przedszkola i szkoły pokonują w ciemności) i nie mogą obserwować wschodu Słońca. Podobne komplikacje wiążą się z obserwacją zachodu Słońca.

Oto kilka innych utrudnień dotyczących obserwacji Słońca. Jego pozorny ruch na niebie jest na tyle powolny, że dostrzeżenie go wymaga dłuższej obserwacji. Dodam, że bezpośrednie spoglądanie na tarczę Słońca jest nieprzyjemne, a spoglądanie na nie przez lunetę grozi utratą wzroku<sup>5</sup>. Wyjątkiem jest możliwość obserwacji Słońca – bez użycia filtrów – w pochmurne dni, gdy warstwa chmur nie jest zbyt gruba. Problem w tym, że widok Słońca zasłoniętego chmurą może prowadzić dziecko do sformułowania błędnych wniosków. Jean Piaget<sup>6</sup>, Stella Vosniadou i William Brewer<sup>7</sup> ustalili, że niektóre dzieci twierdzą, że noc powstaje w wyniku zasłonięcia Słońca przez chmurę. Do błędnych wniosków przyczyniają się bezpośrednie obserwacje potwierdzone przez sformułowania utrwalone w języku potocznym: *Słońce wschodzi i zachodzi...*, *Słońce wędruje po niebie...*, *Słońce schowało się za chmury...* Podobnie Księżyc, o którym także się mówi, że wschodzi i zachodzi. Nic więc dziwnego, że dzieci sądzą, że i Księżyc i Słońce wędrują po niebie.

Problem w tym, że obserwowane zmiany położenia Słońca na nieboskłonie – sugerujące jego ruch – są tylko pozorne, ale ruch Księżyca jest rzeczywisty. Ziemia wykonując obrót wokół własnej osi sprawia, że ziemski

<sup>4</sup> Chodzi o tzw. altostratusy lub stratocumulusy, które często pokrywają obserwowane niebo warstwą chmur.

<sup>5</sup> Obserwację Słońca proponuje się prowadzić przy użyciu specjalnych filtrów lub np. zdjęcia rentgenowskiego.

<sup>6</sup> J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt., s. 224–229.

<sup>7</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.



obserwator dostrzega Słońce tak jakby się poruszało, jednakże Księżyc, który wykonuje ruch dookoła Ziemi, również jest postrzegany jako obiekt poruszający się. **Na to wrażenie nakłada się bowiem rzeczywisty ruch naturalnego satelity wokół Ziemi oraz ruch planety wokół własnej osi.** Ale tych zależności dzieci nie są świadome.

Fazy Księżyca bywają także przez dzieci mylnie rozumiane. Gdyby obserwacja Księżyca była regularna i odbywała się każdej nocy, a tarcza Księżyca nie była zasłaniana przez chmury, wówczas dzieci mogłyby doświadczyć, jak zmienia się oblicze naturalnego satelity Ziemi. Jednakże **rzadkie i przypadkowe obserwacje Księżyca mogą prowadzić dziecko do wniosku, że to co nazywane jest Księżycem, składa się z kilku obiektów niebieskich,** wszak raz widzi Księżyc jako okrągłą tarczę, innym jako *rogalik*<sup>8</sup>.

Dziecięce wyobrażenie kształtu Ziemi ma związek z ich bezpośrednimi doświadczeniami fizycznymi. **Każdego dnia doświadczają poruszenia się po płaskiej powierzchni.** Oglądany z perspektywy dziecka widnokrąg<sup>9</sup> potwierdza te doświadczenia. Podobnie skomplikowane jest **dziecięce rozumienie grawitacji.** Jest ono efektem wniosków z obserwacji przedmiotów z otoczenia dziecka: potrącone naczynie spada, wyrzucany w górę kamyczek także spada, a skutkiem nieostrożnego wspinania się są bolesne upadki itd. Dzieci dochodzą więc do wniosku, że grawitacja łączy się ze spadaniem. Absurdalność takiej tezy ujawnia się, gdy spytamy dziecko – które jest przeświadczone o kulistości Ziemi – jak funkcjonują ludzie na przeciwnej półkuli. Wiele dzieci wyjaśnia: „Nie ma tam ludzi, bo by pospadali”.

Taki sposób rozumowania dzieci potwierdzają Joseph Nussbaum i Joseph Novak<sup>10</sup>. Stwierdzili, że dzieci są skłonne do nadmiernej generalizacji i przenoszą ziemską grawitację na całą planetę uważając, że siła oddziałująca na spadające przedmioty działa tak samo na całym świecie. Zarejestrowali wypowiedzi dzieci, które uważają, że Ziemia musi być na czymś oparta, ponieważ nie spada. Tego typu wyjaśnienia są – moim zdaniem – konsekwencją dziecięcej logiki przebiegającej od tego, co bliskie, do tego, co dalekie, od tego, co znane do tego, co nieznanne. Dziecko najpierw rejestruje

<sup>8</sup> Tego typu wniosek został potwierdzony w badaniach opisanych w rozdziale 4.

<sup>9</sup> Problem w tym, że w szczególnych sytuacjach obserwacja potwierdza krzywiznę kulistości Ziemi. Dotyczy to np. obserwacji oddalającego się statku (znikającego z pola widzenia).

<sup>10</sup> J. Nussbaum, J. Novak, *An Assessment of Children's Concepts...*, dz. cyt., s. 535–550. Podobnych wyjaśnień dostarczyły późniejsze badania S. Vosniadou i W. Brewera (*Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183).

i wyjaśnia to, co dostrzega w najbliższej okolicy (np. płaską linię horyzontu), na tej podstawie zaczyna sobie wyobrażać te obszary, których nie widzi, aż ostatecznie dochodzi do wyobrażenia całej kuli ziemskiej<sup>11</sup>.

Przejdźmy do utrudnień towarzyszących obserwacjom przez dzieci nocnego nieba i położenia gwiazd. Czerń kosmosu wydaje się być dla dzieci niedostrzegalna, wszak rzadko mają okazję spoglądać w nocne niebo i obserwować gwiazdy. Obserwacje nieba nocą utrudnia ostre oświetlenie ulic skutecznie konkurujące z delikatnie rozgwieżdżonym niebem<sup>12</sup>. Dzieci rzadko mają okazję nie tylko dostrzec stały układ gwiazd, lecz także zauważyć ruch sfery niebieskiej. Na dodatek wnioskowanie o stałości z obserwacji konstelacji gwiazd wymaga regularnych obserwacji i zaangażowania dorosłych. Dlatego bywa, że współczesne dzieci stykają się z tymi problemami dopiero w... planetariach lub obserwatoriach astronomicznych.

W tym miejscu pojawia się refleksja dotycząca historii odkryć astronomicznych. Z naszkicowanymi tu dziecięcymi problemami poznawania kulistości Ziemi oraz zależności między Ziemią, Słońcem i Księżycem musieli zapewne uporać się także nasi przodkowie. Można zaryzykować stwierdzenie, że **codzienne obserwacje były czynnikiem spowalniającym zrozumienie rzeczywistego kształtu Ziemi oraz budowy Układu Słonecznego. Wszak łatwiej byłoby ustalić, jak wygląda budowa najbliższego otoczenia kosmicznego, jeśli spoglądalibyśmy na niego z większej perspektywy**<sup>13</sup>. Dlatego zbudowanie naukowego obrazu budowy Układu

<sup>11</sup> Zagadnienie to jest jednym z wniosków przeprowadzonych badań. Szerzej zostały one przedstawione w rozdziale 8.

<sup>12</sup> Problem ten jest często poruszany przez dydaktyków astronomii, patrz: J. Włodarczyk, Chrońmy niebo gwiazdziste, *Postępy Astronomii*, 2/1994, s. 73; A. Woszczyk, Chrońmy niebo, *Postępy Astronomii*, 2/1994, s. 74–77; K. Wójcicki, Jak zacząć patrzeć w gwiazdy?, *Gazeta Wyborcza. Nauka dla każdego ekstra – Astronomia*, 1/2016).

<sup>13</sup> Wydają się to potwierdzać badania nad wyobrażeniem zjawiska pór roku. Tego typu badania prowadził J. Bexter (Children's understanding of familiar astronomical events, *International Journal of Science Education*, 11/1989, s. 502–513), który analizował błędne wyjaśnienie zjawiska pór roku w wypowiedziach 100 uczniów (w wieku od 9. do 16. roku życia). Zidentyfikował on sześć nieporozumień, które pojawiają się w dziecięcych wyjaśnieniach: (1) Zimne planety pobierają ciepło od Słońca; (2) ciężkie zimowe chmury zatrzymują ciepło słoneczne; (3) w zimie Słońce jest dalej od Ziemi; (4) latem Słońce przesuwają się na drugą stronę Ziemi, aby dać ciepło; (5) zmiany w roślinach powodują zmianę pór roku (rośliny zrzucają liście, aby nastąpiła zima) i (6) sezony są spowodowane tym, że oś Ziemi jest ustawiona pod kątem do osi Słońca. Baxter ustalił, że im młodsze dzieci, tym częściej ich wyjaśnienia dotyczyły konkretnych przedmiotów z najbliższego otoczenia. Starsze dzieci udzielały wyjaśnień dotyczących ciał niebieskich zmieniających swoje pozycje w kosmosie.

Słonecznego<sup>14</sup> trwało kilka tysięcy lat regularnych obserwacji wspomaga-nych odkryciami geograficznymi i rozwojem nauk ścisłych.

## 2.2 ZAMIERZONE I NIEZAMIERZONE EFEKTY DOMOWEJ EDUKACJI ASTRONOMICZNEJ SPOWODOWANE NIE ZAWSZE TRAFNYMI WYJAŚNIENIAMI DOROSŁYCH

Dzieci budują swoją wiedzę o świecie, stawiając dorosłym pytania i oczekując sensownych wyjaśnień. Tym problemem zajmowali się psycholodzy tej miary co Jean Piaget<sup>15</sup> i Stefan Szuman<sup>16</sup>. Na podstawie analizy dziecięcych pytań i odpowiedzi udzielanych przez dorosłych ustalili możliwości i ograniczenia rozumowań dziecięcych. Ponieważ dotyczą one także dziecięcych rozumowań w obszarze astronomii, omówię je w rozdziale 3 i 4 tej rozprawy. W tym miejscu chcę zasygnalizować zamierzone i niezamierzone efekty domowej edukacji astronomicznej przypadającej na wiek przedszkolny dzieci. W tym okresie życia dzieci zadają dorosłym tysiące pytań, w tym wiele z nich dotyczy obiektów i zjawisk astronomicznych. Jeżeli odpowiedzi dorosłych są prawidłowe i na miarę możliwości umysłowych dzieci – wówczas pomagają im budować w miarę poprawne wyobrażenia i wiedzę astronomiczną<sup>17</sup>.

Jednak niezależnie od wieku najczęstszym naiwnym wyjaśnieniem było kojarzenie Słońca ze źródłem ciepła. Z tego względu powstawanie lata kojarzone było ze zbliżaniem się Ziemi do gwiazdy a zimą oddalanie się od niej. Do podobnych wniosków doszli także L. Danaia i D. McKinnon (2007, *Common Alternative Astronomical Conceptions Encountered in Junior Secondary Science Classes: Why Is This So?*, *The Astronomy Education Review*, Issue 2, Volume 6, s. 32–53), którzy przebadali 1920 uczniów z klas od 7 do 9 z 30 szkół w Australii. Okazało się, że najczęstszym wyjaśnieniem zimowej pory roku na Ziemi była zmieniająca się różnicą odległości między Ziemią a Słońcem (85% wśród uczniów 7 klasy, 89% wśród uczniów z 8 klasy i 92% uczniów z klasy 9).

<sup>14</sup> Więcej na ten temat napisałem w rozdziale 1.

<sup>15</sup> J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt.

<sup>16</sup> S. Szuman, *Rozwój pytań dziecka. Badania nad rozwojem umysłowości dziecka na tle jego pytań*. Warszawa–Wilno–Lublin 1939, s. 363–366; S. Szuman, *Dzieła wybrane. Studia nad rozwojem psychicznym dziecka*, Warszawa 1985, tom 1, s. 306–325.

<sup>17</sup> Wpływ wyjaśnień dorosłych został potwierdzony w badaniach Ala Samarapungavan, Stelli Vosniadou oraz Williama Brewera. Patrz: A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 491–521; S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

Często jest jednak inaczej – odpowiedzi dorosłych pogłębiają chaos w dziecięcym pojmowaniu świata<sup>18</sup>. Oto kilka przykładów. Na dziecięce pytania o kształt Ziemi niektórzy dorośli wyjaśniają fenomen kulistości Ziemi, posługując się słowami, których dzieci nie pojmują. Inni odpowiadając na dziecięce pytania, przytaczają wyjaśnienia rodem z baśni i mitów. A jeszcze inni z niecierpliwością wzruszają ramionami. Podobnie jest, gdy dzieci pytają o przemienność dnia i nocy. Jedni dorośli odwołują się do ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi, nie bacząc na to, że przekraczają możliwości poznawcze dzieci przedszkolnych. Inni podkreślają oczywistość – *rano Słońce wschodzi, a wieczorem zachodzi*, utwierdzając dziecko co do pozornego ruchu Słońca względem Ziemi.

Pojawia się w tym miejscu pytanie, w jakim stopniu wykształcenie dorosłych pomaga dzieciom rozumieć zjawiska astronomiczne w sposób zbliżony do naukowego. Wszak żeby dorosły mógł coś dzieciom wyjaśnić, musi sam orientować się w danej kwestii. Pouczające są odpowiedzi osób wykształconych – gdy pytano absolwentów nauk ścisłych o podstawowe zjawiska astronomiczne (np. jak powstaje dzień i noc, pory roku) okazało się, że nie wykraczają poza ramy wiedzy potocznej<sup>19</sup>. Z badań zrealizowanych przez Michaela McCloskey<sup>20</sup> wynika, że nawet skończenie studiów z fizy-

<sup>18</sup> Ł. Lamża, *Światy równoległe. Czego uczą nas płaskoziemcy, homeopaci i różdżkarze*, dz. cyt., s. 120–130. Autor, w wywiadzie dla Gazety Wyborczej (*Płaskoziemcy i inne światy równoległe*, prowadzi Michał Nogaś, program *Podcast 8:10*, 7 luty 2020), opowiadając o swoich rozmowach z osobami twierdzącymi, że Ziemia jest płaska, zwrócił uwagę, że nie spotkał osoby, która by wierzyła z całą pewnością w to, że Ziemia jest płaska. Stwierdza natomiast, że wiele osób wypowiada się na ten temat „dla zabawy” tłumacząc, że robią to po to, „żeby było ciekawie”.

<sup>19</sup> Potwierdza to dostępna wersja dokumentu telewizyjnego pt. *A Private Universe. Misconceptions that block learning* (1987) opracowanego przez Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. Dokument ten przedstawia osoby udzielające odpowiedzi na pytanie o powstawanie zjawiska pór roku na Ziemi. Dokument został nagrany w dniu otrzymania przez osoby udzielające odpowiedzi dyplomu ukończenia studiów. Zarejestrowane odpowiedzi wyraźnie odbiegają od naukowego wyjaśnienia. Wśród częstych przykładów odpowiedzi znajduje się wyjaśnienie, jakoby zima na Ziemi powstawała, gdy Ziemia oddala się od Słońca (w rzeczywistości jest odwrotnie). Jednym z wniosków płynących z dokumentu jest to, że ukończenie studiów nie gwarantuje, że w sposób naukowy absolwenci będą wyjaśniać podstawowe zjawiska astronomiczne. Fragment filmu dostępny jest pod adresem: [https://www.youtube.com/watch?v=TrXaQu\\_qGeo](https://www.youtube.com/watch?v=TrXaQu_qGeo) [dostęp: 12.12.2018].

<sup>20</sup> M. McCloskey, *Naive Theories of Motion*, w: *Mental Models*, Ed.D. Gentner, A. Stevens, New York, 1983. Badania wskazały, że aż 40% dorosłych absolwentów fizyki błędnie interpretuje zachowanie ciał w ruchu, szczególnie w ruchu kołowym.

ki nie gwarantuje, że absolwenci tej dziedziny wiedzy potrafią wyjaśniać w sposób naukowy proste zjawiska mechaniki, a co dopiero astronomii.

Zafascynowany tym problemem zwróciłem się do studentów Akademii Pedagogiki Specjalnej (którzy w następnym roku mieli zostać wychowawcami przedszkola i nauczycielami edukacji wczesnoszkolnej), aby wyjaśnili mi zjawisko powstawania pór roku na Ziemi oraz zjawisko faz Księżyca<sup>21</sup>. Jedynie sześć osób (na 100 badanych) potrafiło prawidłowo opisać zjawisko powstawania pór roku (wskazało na kąt padania promieni słonecznych)<sup>22</sup>, a 10 osób (na 100) czytelnie wytłumaczyło złożoność faz Księżyca. Niepokojące jest też to, że co drugi student twierdził, że jest to efekt przysłaniania Księżyca przez Ziemię<sup>23</sup>.

Jest to – moim zdaniem – **wynikiem niewłaściwie ukształtowanych wyobrażeń odległości i rozmiaru obiektów niebieskich w przestrzeni kosmicznej oraz wzajemnego ich wpływu na siebie**. Wyrazistym tego przykładem są wyjaśnienia badanych studentów, że odległość Ziemi od Słońca jest przyczyną powstawania pór roku (efekt skojarzenia pór roku z wytwarzaniem ciepła emitowanego przez Słońce). Twierdzili oni z całą powagą, że jeżeli Ziemia znajduje się w bliskiej odległości od gwiazdy, wówczas większa ilość ciepła dociera na powierzchnię Ziemi, powodując jej ogrzanie, które odczuwamy jako ciepłą porę roku. Pomijali fakt, że odległość Ziemi od

<sup>21</sup> Badania zostały przeprowadzone w 2014 i 2015 roku. Są szczegółowo opisane w artykule: J.A. Jelinek., Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 1/2016, s. 45–52.

<sup>22</sup> Wśród pozostałych badanych osób: 20 podało jedynie nazwę zjawiska (ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca), 24 osoby w niepełny sposób wyjaśniły to zjawisko (np. Ziemia się obraca, krąży wokół Słońca, różna odległość od Słońca), 26 błędnie wyjaśniło to zjawisko, powołując się na wpływ „klimatu”, ruchu obrotowego, oraz geocentryzmu. Osiem osób błędnie powołało się na odległość Słońca względem Ziemi twierdząc, że zimą Ziemia znajduje się dalej od Słońca i dlatego jest u nas zimno (w rzeczywistości jest odwrotnie). Wśród innych odpowiedzi znalazły się również: „Pory roku wynikają ze zmiany położenia Słońca względem Ziemi”, „Pory roku wynikają z okrążenia Słońca wokół Ziemi – odległość od równika”, „Pory roku wynikają z ruchu obiegowego Ziemi wokół Księżyca”, „Pory roku wynikają z tego, że zimą Ziemia jest dalej od słońca, a latem bliżej”. Dwanaście osób nie udzieliło odpowiedzi, a cztery przyznały się do niewiedzy. Opisane tu badania szerzej przedstawiłem w artykule J.A. Jelinek, Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne..., dz. cyt., s. 45–52.

<sup>23</sup> Wśród pozostałych respondentów: 6 osób podało inną błędną odpowiedź, twierdząc np., że zaćmienie to efekt zasłonięcia przez inną planetę, lub że fazy Księżyca wynikają z poruszania się Słońca w przestrzeni kosmicznej; 16 osób nie udzieliły żadnej odpowiedzi, a 5 podało niepełną odpowiedź. Więcej: J.A. Jelinek, Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne..., dz. cyt., s. 45–52.

Słońca jest ogromna, więc nie odległość, a kąt padania promieni słonecznych ma wpływ na temperaturę panującą na Ziemi.

Chcąc skorygować te poglądy, ustawiłem przed studentami typowy szkolny globus (o średnicy 52 cm), a następnie pokazałem im piłeczkę pingpongową dla podkreślenia proporcji pomiędzy wymiarami kuli ziemskiej, globusa i piłeczki a Księżycem. Studenci mieli skupić się na odległości naturalnego satelity od Ziemi. Gdy powoli odsuwałem piłeczkę pingpongową od globusa, każdy ze studentów miał szansę powiedzieć, kiedy mam zaznaczyć, gdzie – jego zdaniem – jest właściwe miejsce odległości Księżyca względem Ziemi. Ilekroć przeprowadzaem to doświadczenie – **studenci znacząco zaniżali odległość Księżyca od planety**<sup>24</sup>, a to świadczy o utrwalonym, nieprawidłowym wyobrażeniu odległości. Przyczyną mogą być sugestie tkwiące w schematach publikowanych w książkach, gdzie odległości między obiektami niebieskimi są celowo pomniejszane, aby... zmieścić na rysunku cały Układ Słoneczny<sup>25</sup>.

O tym, że wyobrażenia dorosłych bywają odległe od wyjaśnień naukowych, wiedziano już 150 lat temu<sup>26</sup>, a potem wyjaśniano wielokrotnie<sup>27</sup>, w jaki sposób można to zmienić na wszystkich szczeblach edukacji.

## 2.3 OPIS KSZTAŁTU ZIEMI I BUDOWY WSZECHŚWIATA W BAŚNIACH, MITACH I W PIŚMIE ŚWIĘTYM

W domowej edukacji astronomicznej istotne znaczenie ma przekaz kulturowy, a w nim przedstawiane dzieciom baśnie, mity i przypowieści Piśma Świętego. Ten zakres oddziaływania na świadomość dziecięcą był

<sup>24</sup> W prezentowanym doświadczeniu studenci twierdzili, że Księżyc nie znajduje się dalej niż do 1 metra odległości od Ziemi. W rzeczywistości – przyjmując skalę globusa (52 cm) i piłeczki pingpongowej – Księżyc powinien być w odległości 5 razy dalszej (ok. 5 metrów)! Jeżeli osoba wyobraża sobie zbyt małą odległość między Ziemią a Księżycem, wówczas łatwo dojść do wniosku, że ogromna planeta – Ziemia – przysłania Księżyc, ponieważ niewielki satelita znajduje się blisko Ziemi (takie wyobrażenie przedstawiła ponad połowa respondentów).

<sup>25</sup> Z uwagi na ważność tego problemu omówię go w tym rozdziale w punkcie 2.4.

<sup>26</sup> J. Żuliński, *O znaczeniu astronomii w wychowaniu i jej nauczaniu*, Lwów 1874, s. 11.

<sup>27</sup> Na przykład J. Winklewski (*Kształcenie samodzielnego myślenia w nauczaniu geografii w szkole średniej. Zeszyty geograficzne WSP*, Gdańsk 1964, s. 183–207) przeprowadził badania na ponad 1000 uczniach liceów. Wykazał on, że zaledwie 3% uczniów daje prawidłową odpowiedź na pytanie: *Co jest przyczyną występowania pór roku?*



wielokrotnie analizowany naukowo przez uczonych amerykańskich<sup>28</sup>, indyjskich<sup>29</sup>, greckich<sup>30</sup> i tureckich<sup>31</sup>. Ustalono, że jest on dla dzieci wychowywanych w różnych kulturach podobnie atrakcyjny i logiczny, chociaż dominuje w nim fabuła baśni, mitu czy też historii biblijnej.

Za wnioskiem tym przemawia – moim zdaniem – specyfika dziecięcego rozumowania. Zbeletryzowana wiedza jest zdecydowanie łatwiejsza do przyjęcia przez dziecko niż skomplikowany model naukowy. Przyczynia się do tego także graficzna forma przekazu – baśnie, legendy i mity opowiadane przez dorosłych są wzbogacane zbeletryzowanymi ilustracjami powstawania i funkcjonowania kosmosu. Wszystko razem wyjaśnia, dlaczego dzieci z taką łatwością tworzą własną interpretację wiedzy astronomicznej, sprzecznej z naukowymi ustaleniami. Dowodem jest przekonanie wielu dzieci, że ludzie i zwierzęta żyją na płaskiej Ziemi, a Słońce jest istotą (bogiem), która w swej łaskawości wschodzi i wędruje po niebie.

Ze względu na powszechność takiego magicznego sposobu rozumienia świata uznałem za stosowne osobno omówić specyfikę kształtowania dziecięcej wiedzy astronomicznej w baśniach, mitach i w Piśmie Świętym.

## WYOBRAŻENIE WSZECHŚWIATA W BAŚNIACH<sup>32</sup>

Zacznijmy od przykładów. Słuchając baśni *O dwóch takich co ukradli Księżyc*<sup>33</sup>, dzieci dowiadują się, że Księżyc na niebie jest w zasięgu ręki, można

<sup>28</sup> S. Vosniadou, W. Brewer., *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>29</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>30</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon...*, dz. cyt., s. 605–629.

<sup>31</sup> S. Özsoy, *Is the Earth Flat or Round? Primary School Children's Understanding of Planet Earth: The Case of Turkish Children*, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4/2012, s. 407–415.

<sup>32</sup> S. Woźniakowski, *Antologia bajki polskiej*, Wrocław 1982, s. 34) opisuje baśń jako „wszelkiego rodzaju przeciwieństwo prawdy, fałszywa informacja, a także kłamstwo, plotka, zmyślenie...”. B. Bettelheim, *Cudowne i pożyteczne: O znaczeniach i wartościach baśni*, Warszawa 1985 pisze, że baśń ukazuje problemy egzystencjalne w sposób uproszczony, dostosowany dla możliwości poznawczych dzieci. W. Propp, *Morfologia bajki magicznej*, Kraków 2011 baśnie nazywa *bajkami magicznymi*.

<sup>33</sup> Baśń Kornela Makuszyńskiego wydanej po raz pierwszy w 1928 r. była wielokrotnie przedrukowywana (ostatnia w 2007 r. nakładem wydawnictwa Zielona Sowa). Została także ekranizowana w filmie pod tym samym tytułem (1962) w reżyserii Jana Batorego i Jana Brzechwy oraz serialu telewizyjnym pod tym samym tytułem w reżyserii Lecha



go dotknąć i zabrać z nieboskłonu. W baśni *O chłopie, co szedł pytać słońce, gdzie jego kura niesie jajka*<sup>34</sup>, słońce ma kształt przypominający ludzką głowę, która zna bólaczki bohatera i może z nim porozmawiać. Zaś w baśniach: *Wszystko przez myszkę*<sup>35</sup>, *Księżyc i jego matka*<sup>36</sup> i *O dwunastu miesiącach*<sup>37</sup> dzieci dowiadują się, że Słońce może rozmawiać także ze zwierzętami. W baśni *Dziesiąte słońce*<sup>38</sup> przedstawiona jest dramatyczna historia myśliwego, który zabija dziewięć słońc, oszczędzając ostatnie, które świeci do dziś. Można mnożyć podobne przykłady ożywiania (animizm) słońca i księżyca oraz nadawania im cech ludzkich (antropomorfizm)<sup>39</sup>.

Ożywianie obiektów (z przyrody nieożywionej) w baśni powoduje<sup>40</sup>, że umysł dziecka podczas słuchania zdaje się tracić granicę między rzeczywistością a fikcją<sup>41</sup>. W konsekwencji dzieci postrzegają rzeczywistość

Gładysza (1984–1989). Ekranizacja baśni jest wciąż obecna w programie telewizyjnym. Źródło informacji: Internetowa Baza Filmu Polskiego, ścieżka dostępu: <http://www.filmpolski.pl/fp/index.php?film=424056> [dostęp: 8.01.2018].

<sup>34</sup> *Śpiewająca lipka. Bajki Słowian Zachodnich*, red. P. Nedo, Poznań 1990, s. 165–168.

<sup>35</sup> A. Kocińska-Niewiadomska, *Wszystko przez myszkę*, Warszawa 1985. W baśni tej miesiące roku mają spersonalizowaną postać. Bohaterka baśni spotyka osoby-miesiące, które aby pomóc dziewczynce, zmieniają się kolejnością.

<sup>36</sup> Bajka Ezopa przedstawiająca rozmowę księżyca z matką. Księżyc prosi matkę, aby go ubrała. Ta jednak wskazuje, że jego kształt stale się zmienia (fazy Księżyca). Więcej: *Bajki Ezopa*, Adaptacja: Graeme Kent, Katowice 1993, s. 20.

<sup>37</sup> *Śpiewająca lipka. Bajki Słowian Zachodnich*, dz. cyt., s. 138–143.

<sup>38</sup> *Pięciu braci Li. Chińskie bajki ludowe i przysłowia*. Opr. Maria Górska, Warszawa 1965, s. 10–11.

<sup>39</sup> Dodam, że **wyobrażenia twarzy ludzkiej na powierzchni obiektów niebieskich** jest dość popularna. Astronomowie analizując zdjęcia powierzchni Marsa wykonane przez sondę Viking w 1976 r. zauważyli w regionie *Cydonii* nasyp przypominający ludzką twarz. Zdobył on także nazwę „twarz marsjańska” (więcej: Europejska Agencja Kosmiczna (ESA): *Cydonia – the face on Mars*, ścieżka dostępu: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Cydonia\\_-\\_the\\_face\\_on\\_Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Cydonia_-_the_face_on_Mars) [dostęp: 13.01.2018]). Podobne wyobrazenie twarzy przedstawiono już w jednym z pierwszych filmów – francuskim filmie *Podróż na Księżyc* w reżyserii Georges Méliès (1902). Za: *Największe sekrety historii*, dz. cyt., s. 230–231, 300–301; B. Bruce, M. Lane, *Cudowna planeta*, Warszawa 1990, s. 16–17, 238–239. O tym, jak wielką sensację wywołało to zdjęcie, a także jakie teorie tworzono wokół historii powstania nasypu, można przeczytać w: L. Zimmermann, *Zła nauka*, dz. cyt., s. 238–241.

<sup>40</sup> S. Szuman (O mitologicznych, fantastycznych oraz realnych wartościach bajek dla dzieci, *Nowa Szkoła*, 2/1958, s. 14–17) ustalił, że około 4. roku życia dzieci wchodzą w wiek bajek.

<sup>41</sup> S. Szuman (*Psychologia dziecka w wieku przedszkolnym*, Warszawa 1960, s. 192–193) pisze: „w świecie dziecka nie ma ścisłych granic między ułudą a rzeczywistością. Rzeczywistość jest przesiąknięta bujną wyobraźnią dziecka (...) Dziecko rzutuje w rzeczywistość,

przez pryzmat fikcyjnych obrazów. Potwierdził to wiele lat wcześniej Stefan Szuman<sup>42</sup> w tezie – umysł dziecka balansując między światem fikcji i rzeczywistości zaczyna generować myślenie magiczne, a więc dochodzić do wniosku, że swoim zachowaniem można zmieniać rzeczywistość. W innym miejscu Szuman<sup>43</sup> stwierdza – baśnie, mity i podania ludowe sprzyjają fikcyjnemu myśleniu dzieci. **Jeżeli umysł dziecka jest zbyt przesycony fikcją, trudno mu jest wyjść z generowanych przez umysł nieprawdziwych prób wyobrażenia obiektów i wyjaśniania zjawisk**<sup>44</sup>. Tak się dzieje z dziećmi do szóstego roku życia, nim uodpornią się na sugestię i zaczną odróżniać fikcję od rzeczywistości<sup>45</sup>. Dlatego Szuman radzi dorosłym, aby omawiali

z którą się spotyka swe życzenia, pragnienia i impulsy (...) Znajduje się ono w rzeczywistości pierwotnej, która jest amalgamatem wyobrażeń i spostrzeżeń. Afektywne ujęcie zjawiska przeważa nad trzeźwym, przedmiotowym ich ujęciem. Rzecz wyobrażana jest dla dziecka mniej lub więcej rzeczywistością bo „leży to w naturze wyobrażenia (dziecka), że zjawia się ono najpierw jako coś rzeczywistego (...) potwierdzenie zjawiającego się wyobrażenia jest wszystkim, a sprawdzenie jego rzeczywistości niczym (...) **Rzeczywistość realna, trzeźwa i przyrodnicza, jaką znamy, my dorośli, w umyśle dziecka jeszcze wcale się nie uformowała i nie ma też u niego tego wyraźnego podziału na rzeczy realne i fikcyjne, tak charakterystycznego dla myślenia człowieka dorosłego naszej kultury.** Dziecko niewątpliwie jednak odróżnia w pewnej mierze to, co jest rzeczywiste, od tego, co jest tylko jego fikcją. Odnosi się ono jednak do swych fikcji afektywnie i czynnie, tak jak do rzeczywistości realnej i tym właśnie tłumaczą się jego zachowanie i jego zabawy”. Szuman nie jest do końca pewny, czy dzieci słuchając bajki, wierzą we wszystko, w co niej opowiadane. Pisze: „Dziecko przeżywa bajkę jako zdarzenie rzeczywiste, chociaż zwykle chyba nie wierzy w całej pełni w rzeczywistość opowiadania, to jak reaguje na nie tak, jak gdyby znajdowało się wobec rzeczywistości” (tamże, s. 193).

<sup>42</sup> **Myślenie magiczne** określa przekonanie dzieci, że działania, myśli, zdarzenia mogą zmieniać rzeczywistość. Innymi słowy dziecko dochodzi do wniosku, że swoim zachowaniem może zmieniać kierunek poruszania się chmur albo wypowiadając zaklęcie sprawi, że dostanie upragnioną zabawkę. Za: S. Szuman, *Wpływ bajki na psychikę dziecka*, w: *Psychologia dziecka w wieku przedszkolnym*, Warszawa (1960), s. 194. Więcej na temat myślenia magicznego przedstawię w rozdziale 3.

<sup>43</sup> Za: S. Szuman, *Wpływ bajki na psychikę dziecka*, w: *Psychologia dziecka w wieku przedszkolnym*, Warszawa 1960, s. 195.

<sup>44</sup> S. Szuman w artykule *Wpływ bajki na psychikę dziecka*, dz. cyt., s. 203, pisze, że „baśniami można dziecku zaszkodzić właśnie dlatego, że można mu nimi nadmiernie sfałszować rzeczywisty obraz świata”.

<sup>45</sup> Szuman powołując się na obserwacje Scupina wyjaśnia, że nawet jeśli dorosły tłumaczy dzieciom, że słuchana przez nich bajka jest jedynie fikcją, to i tak dzieci w swoich wyjaśnieniach powołują się na treści usłyszane w bajkach. Za: S. Szuman, *Wpływ bajki na psychikę dziecka...*, dz. cyt., s. 193–194.

z dziećmi treści baśni. Ze współczesnych badań<sup>46</sup> wynika jednak, że tylko 1/4 rodziców to czyni.

Wróćmy do obrazu świata tworzonego przez dzieci pod wpływem baśni. Przypomina on płaską Ziemię, którą przemierza główny bohater w celu spotkania Słońca lub Księżycy. Musi tylko przepłynąć *wielką wodą* i pokonać *siedem gór i siedem rzek* itp. Może też schować – np. w torbie – słońce, księżyc, gwiazdy, gdyż obiekty niebieskie są niewielkie. Taki świat przedstawiony jest na schemacie 6.



SCHEMAT 6. Logika baśniowego obrazu świata

Baśnie budują w świadomości dzieci filary nierealnego świata, w którym bohaterowie doświadczają trudności, ale pokonują je, stosując się do rad spersonifikowanego Słońca i Księżycy. Na przykład w cytowanej już baśni *O chłopie, co szedł pytać słońce, gdzie jego kura niesie jajka*<sup>47</sup> słońce odzywa się do idącego chłopca, tłumacząc: „nie podchodź tu, bo tu bliżej nie dojdiesz, tu tak gorąco, że zasapałbyś się!”. Tego typu proste wyjaśnienia są dla dzieci czytelne i ułatwiają rozumienie logiki baśniowych przygód, ale – niestety – wprowadzają poważny zamęt w rozumieniu zjawisk astronomicznych.

## MITYCZNE WYOBRAŻENIE ŚWIATA

Mity<sup>48</sup> przedstawiają stworzenie świata i jego przyczynę. Nie są jednak koncepcjami kosmologicznymi, gdyż zawierają poetycką formę wyobraże-

<sup>46</sup> Badania A. Basak (Wpływ bajek czytanych przez rodziców na rozwój dzieci w wieku szkolnym, *Pedagogika Rodziny*, 2/2012, s. 211–227) przeprowadzone w formie ankiety wśród 80 rodziców uczniów z klas I–III wskazały, że deklaratywnie do omawiania treści bajek przyznaje się 24% badanych.

<sup>47</sup> *O chłopie, co szedł pytać słońce, gdzie jego kura niesie jajka* w: *Śpiewająca lipka. Bajki Słowian Zachodnich*, dz. cyt., s. 165–168.

<sup>48</sup> **Mit** tłumaczony jest jako „szczególnie wyraźna forma przejawiania się osobliwych cech myślenia pierwotnego” (E. Nowicka, *Świat człowieka – świat kultury*, Warszawa 2004, s. 425). Jak wskazuje C. Lévi-Strauss, *Mysł nieoswojona*, dz. cyt.), człowiek pierwotny żyjący w izolowanych grupach, obracający się tylko wokół własnych, bezpośrednich obserwacji

nia stworzenia świata. Ponieważ w klasycznej formie są trudne do zrozumienia przez dzieci<sup>49</sup>, zmienia się je na mityczne opowiadania o starożytnych Grekach i Rzymianach<sup>50</sup>.

Mity mają wiele wspólnego z przekazami religijnymi, zwłaszcza w zakresie przedstawienia obrazu budowy wszechświata, dlatego omówię je kolejno. Koncentruję się na mitologii greckiej i rzymskiej, ponieważ miały one znaczący wpływ na kulturę europejską, w tym także na przekazy religijne<sup>51</sup>. Dodatkowym argumentem jest to, że zarys obrazu świata – w tym kształtu Ziemi – opisany w grackich i rzymskich mitach oraz w przekazach religijnych inspirował do dzisiaj np. członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi<sup>52</sup>.

Przejdźmy do prapoczątku świata. Wątki kosmologiczne w mitach i przekazach religijnych rozpoczynają się od formuły „na początku panował Chaos”, z greckiego *Χάος*, *Cháos* oznaczający *pustkę*, w języku hebrajskim określenie *והבו והת*, *tōhū yāyōhū* (czyt. tohuwawoahu). Dodam, że *tōhū yāyōhū* jest drugim słowem zapisanym w Piśmie Świętym (Rdz 1,1) i zostało przetłumaczone na język polski jako „odludny i pusty”<sup>53</sup>. Z tak rozumianego chaosu według Pisma Świętego powstaje wszystko. W mitologii chaos również jest początkiem wszystkiego.

W chaosie, pustce i nicości istniał jeden Bóg-stwórca, od którego wszystko się zaczęło<sup>54</sup>. W niektórych mitach był On utożsamiany z chaosem

tworzy z nich proste wyjaśnienia świata (mity). Cechuje je dosłowność w traktowaniu wszelkich szczegółów opowiadanych treści. Rola mitu, choć obecna także w cywilizowanym świecie, maleje wraz ze wzrostem znaczenia pisma, przełamywania barier społecznych, rozwoju kontaktów międzyludzkich oraz umysłowej ruchliwości społeczeństw (E. Nowicka, *Świat człowieka – świat kultury*, dz. cyt., s. 426).

<sup>49</sup> Na przykład książka J. Parandowskiego *Mitologia. Wierzenia i podania Greków i Rzymian* (książka wielokrotnie przedrukowywana: 1962, Wydawnictwo Czytelnik; 1984, Wydawnictwo Iskry; 1990 Wydawnictwa Puls) jest omawiana jako lektura w klasach licealnych, wcześniej jedynie wybrane fragmenty, np. mit o Dedalu i Ikarze.

<sup>50</sup> Przykładem takiego tłumaczenia jest książka K. Marciniak, *Moja pierwsza mitologia*, Warszawa 2013. Już na pierwszych stronach książki (tom I) dzieci dowiadują się, że Gaja – pierwsza bogini, która „wyłoniła się z Chaosu (...) zabrała się do uporządkowania świata. Powołała do życia Uranosa, boga nieba” (tamże, s. 9).

<sup>51</sup> Por. E. Nowicka, *Świat człowieka – świat kultury*, dz. cyt., s. 420–435.

<sup>52</sup> Więcej na temat specyfiki pojmowania budowy świata przez członków tego towarzystwa przedstawiłem w rozdziale 1.

<sup>53</sup> Za: W. Trilling, *Stworzenie i upadek według Rdz 1–3*, Warszawa 1980, s. 26. Słowo to pełniej zostało wyjaśnione w języku niemieckim *wüst und leer*, a więc właśnie *pusty i odludny*.

<sup>54</sup> Takie wyobrażenie przedstawia: **Biblia w kulturze europejskiej** (zgodnie z którą Bóg w ciągu 7 dni tworzy światło i ciemność, niebo i ziemię oraz zwierzęta, za: *Biblia. Pismo*

(Bóg jest chaosem<sup>55</sup>), w innych Bóg-stwórca niejako zarządza przestrzenią<sup>56</sup>. W procesie tworzenia (stwarzania) lub „istnienia od zawsze” wyjaśnia się obecność wody<sup>57</sup> i nieba<sup>58</sup>. W kolejnych etapach z wody wyłania się ląd i kształtuje się krajobraz gór i dolin<sup>59</sup>. Zaznacza się także umiejscowienie Ziemi w przestrzeni kosmicznej<sup>60</sup>. Akt tworzenia wszechświata kończy – najtrudniejszy etap – powołanie do życia roślin, zwierząt i człowieka.

*Święte Starego i Nowego Testamentu*, Warszawa 2008), **święte pisma indyjskie** (według których całym światem był Purusza, za: M. Jakimowicz-Shah, A. Jakimowicz, *Mitologia indyjska*, Warszawa 1986), **przekazy muzulfmańskie** (od początku istniał Bóg Allah, za: R. Piwiński, *Mitologia Arabów*, Warszawa 1989), **przekazy sumeryjskie i babilońskie** (wskazujące one na istnienie bogini mórz Nammu – pustych i bezkresnych, za: tamże.

<sup>55</sup> W **Biblii** Bóg stwarza świat z niczego, a chaos jest elementem stworzenia, za: *Biblia. Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu*, dz. cyt., Księga Genesis 1.

<sup>56</sup> Taki obraz przedstawia: **mitologia chińska** (tłumacząca, że na początku w przestrzeni kosmicznej istniało jajo, wewnątrz którego był Chaos oraz bóg-smok – Pangur, za: M.J. Künstler, *Mitologia chińska*, dz. cyt.), podobny obraz widać w **świętych pismach indyjskich** (które tłumaczą, że całym światem był Purusza, który samotnie przemierzał przestrzeń).

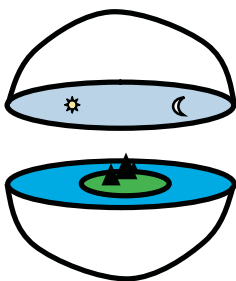
<sup>57</sup> Wieczne istnienie wody przedstawiane jest w: **mitologii egipskiej** (przedstawia ona bezkres wody Nun pogrążonej w ciemności, za: J. Lipińska, *Mitologia starożytnego Egiptu*, Warszawa 2002,), **mitologii australijskiej** (ziemia i niebo istniały od zawsze w tzw. Czasie Snu, za: A. Onichimowska, *Tajemnice Początku. Mity o stworzeniu świata*, Warszawa 2005, s. 33–34), podobnie w **mitologii fińskiej** (M. Haavio, *Mitologia fińska*, Warszawa 1967), i **mitologii australijskiej** (A. Onichimowska *Tajemnice Początku...*, dz. cyt., s. 33–34).

<sup>58</sup> Wieczne istnienie powietrza przedstawiane jest w **mitologii fińskiej**: niebo i woda istniały od zawsze, tworząc dwie odrębne warstwy jedna nad drugą. Za: M. Haavio, *Mitologia fińska*, dz. cyt. oraz **mitologii australijskiej** (ziemia i niebo istniały od zawsze czyli w tzw. Czasie Snu, za: A. Onichimowska, *Tajemnice Początku...*, dz. cyt., s. 33–34). Powstanie nieba jest opisane w podaniach, w których na początku istnieje tylko Bóg-stwórca.

<sup>59</sup> Tak jest w przypadku: **mitologii egipskiej** (z wody Nun wyłonił się prawzgórek Benben, za: J. Lipińska, *Mitologia starożytnego Egiptu*, dz. cyt.

<sup>60</sup> Wyjaśnienie, dlaczego ziemia unosi się na wodzie, tłumaczy się w **przekazach muzulfmańskich** wskazując, że Allah stwórca po stworzeniu Ziemi i ukształtowaniu siedmiu warstw nieba odpowiednio usadawia Ziemię, aby nie zatonała w wodzie. Na początku unosi ją wielki anioł, który stoi na wielkim rubinie, on zaś na ogromnym byku, a ten na wielorybie, ten w końcu jest zanurzony w wodzie. Woda zaś unosi się w powietrzu, które jest w otoczone ciemnościami (za: R. Piwiński, *Mitologia Arabów*, dz. cyt.). Podobne wyjaśnienie zawierają **pisma indyjskie**, które pokazują, że Ziemia osadzona jest na słoniach, a te na wielkim żółwiu (M. Jakimowicz-Shah, A. Jakimowicz, dz. cyt.). Również **starożytni Grecy** wyobrażali sobie, że świat ustawiony jest na żółwiach, powyżej znajduje się królestwo śmierci, wyżej Okeanon – miejsce życia ludzi; ponad nimi górował Olimp z Pałacem Zeusa (za: A. Cotterell, *Ilustrowana encyklopedia mitów i legend świata*, Warszawa 1996, s. 229).

Zdaniem greckiego epika Hezjoda (ok. 700–? p.n.e.) z chaosu wyłonili się pierwsi bogowie nieba – Uranos i ziemi – Gaja<sup>61</sup>. Z bogów tych – zgodnie z mitologią grecką Hezjoda – pochodzą tytani, a jednym z nich jest Okeanos – bóg wielkiej rzeki opływającej całą ziemię. **Ziemia powstała w wyniku rozłamania się skorupy jaja, które także wyłoniło się z chaosu. Jedna z części skorupy utworzyła nieboskłon – druga zaś ziemię. Dla starożytnych Greków Ziemia była płaska i mieściła się wewnątrz skorupy jaja. Otaczała ją wielka rzeka (Okeanos), a nad Ziemią rozpościera się kopuła nieba, na której były umieszczone gwiazdy<sup>62</sup>. Ponieważ taki sposób przedstawiania świata jest obecny także w mitach innych kultur świata<sup>63</sup>, uznałem za właściwe pokazać go na rysunku (schemat 7).**



SCHEMAT 7. Wszechświata przedstawiony wewnątrz jaja

Dodać trzeba, że w mitologii greckiej wyróżniano dwie warstwy. W górze – w powietrzu (w górnej części jaja) lokalizowane jest miejsce życia bogów – symbol dobra i czystości (np. Olimp w mitologii greckiej), a niżej (w dole części jaja) lokalizuje się ziemię z żyjącymi na niej ludźmi (oraz obecność zła i przewinienia – Hades w mitologii greckiej).

Przejdźmy do rzymskiego przedstawienia prapoczątku świata. Przypominam, że starożytni Rzymianie korzystali z greckich ustaleń, ale rozszerzali je o nowe wątki. Rzymski poeta Owidiusz (43 r. p.n.e.–18 r. n.e.) zebrał opisy greckich i rzymskich podań w książce *Metamorfozy* tworząc wyobrażenie historii powstania świata zwierząt i roślin, a także ciał

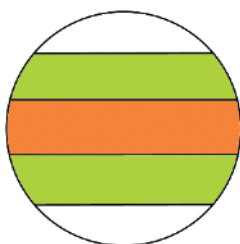
<sup>61</sup> Za: A. Cotterell, *Ilustrowana encyklopedia mitów i legend świata*, dz. cyt., s. 201.

<sup>62</sup> Dodam, że w greckiej mitologii powstanie ludzi przypisuje się Prometeuszowi, który mieszając glinę ze łzami, uformował człowieka.

<sup>63</sup> Por. mitologię chińską (M.J. Künstler, *Mitologia chińska*, dz. cyt.) i święte pisma indyjskie (M. Jakimowicz-Shah, A. Jakimowicz, *Mitologia indyjska*, dz. cyt.).



niebieskich<sup>64</sup>. Historię tę wzbogacił tezą o kulistości Ziemi, na której wyróżnić można pasy przypominające kilka stref klimatycznych: jedna z nich (środkowa) jest ciepła i wulkaniczna, są też dwie umiarkowane oraz dwie skrajne, okryte śniegiem. Tłumaczy także zjawiska atmosferyczne (chmury, błyskawice, wiatry itd.), przypisując im cechy ludzkie (animizm). Na schemacie 8 przedstawiam rzymski sposób widzenia stref klimatycznych Ziemi przez Owidiusza<sup>65</sup>.



SCHEMAT 8. Ziemia przedstawiona w mitologii rzymskiej z zaznaczonymi strefami klimatycznymi

Stworzycielami i władcami nieba i ziemi byli bogowie, którym przypisano charakterystyczne cechy ludzkie, takie jak piękno, złość czy mądrość. Tak Grecy opisywali Appolla, Aresa i Atenę, zaś Rzymianie Febus, Marsa i Minerwę. Wśród bogów istniała hierarchia, na jej szczycie byli prawdziwi bogowie-twórcy, nieco niżej ich synowie i córki, którym powierzano opiekę nad obszarami przyrody. W greckiej mitologii bogiem nieba, burzy i deszczu był Zeus, a mitologii rzymskiej – Jowisz. Wiele lat później imionami mitologicznych bóstw nazwano planety (np. Merkury, Wenus, Mars) i planety karłowate (takie jak Ceres, Haumea, Makemake, Eris itp.) Układu Słonecznego<sup>66</sup>.

<sup>64</sup> Owidiusz pisząc mitologię zrezygnował z płaskiego wyobrażenia Ziemi na rzecz kulistego, co potwierdza, że w starożytności silnie rozwijało się wyobrażenie kulistej Ziemi. Przypomnę, że w 276 r. p.n.e. urodził się Eratostenes, który dokonał matematycznych obliczeń wskazujących na rozmiar kuli ziemskiej.

<sup>65</sup> Według utworu Tridia. Za: S. Stabryła, *Owidiusz. Świat poetycki*, Wrocław 1989.

<sup>66</sup> Nazwy takich planet Układu Słonecznego jak: Merkury, Wenus, Mars, Jowisz, Saturn, Neptun oraz planety karłowatej Pluton pochodzą z mitologii rzymskiej, a nazwa planety Uran (od słowa *Uranos*) pochodzi z mitologii greckiej. Dalej: nazwa planety karłowatej Haumea (numer katalogowy 136108) pochodzi od nazwy bogini płodności i porodu w mitologii hawajskiej (na podstawie: Solar System Exploration, NASA, ścieżka dostępu: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/haumea/indepth> [dostęp: 1.08.2018]). Nazwa innej planety



Kończąc rozważania dotyczące tworzenia się świata chcę podkreślić, że w mitach wielu kultur świata Ziemia zawsze jest otoczona wodą. To, co je różni, dotyczy podkreślenia bezkresu morza (nigdzie się nie kończącym)<sup>67</sup> lub ograniczeń Wielkiej Wody<sup>68</sup>. W mitach opisujących granicę Wielkiej Wody zwraca się uwagę na coś co powstrzymuje wodę przed rozlaniem się w kosmosie. W modelu „świata jako przeciętego jaja” takim tworzywem jest skorupa<sup>69</sup>.

Dla współczesnych ludzi taki mityczny sposób przedstawiania kosmosu jest elementem kultury i dlatego odnoszą się do niego z należyтым dystansem. Inaczej jest w przypadku dzieci. Jeżeli głównym źródłem wiedzy o kosmosie są mity, przyjmują one bezkrytycznie zawarte w nich stwierdzenia. Gdy coś budzi ich niepokój intelektualny, stawiają dorosłym pytania. Jeżeli dorośli potrafią rozumnie na nie odpowiedzieć – np. *kiedyś tak uważano, obecnie wiadomo, że jest inaczej...* – dziecko jest skłonne skorygować wnioski wynikające z mitu. Problem w tym, że dorośli rzadko potrafią mądrze odpowiedzieć na dziecięce pytania. Kwestię formułowania przez dorosłych właściwych odpowiedzi na dziecięce pytania omawia Szuman<sup>70</sup> w *Pedagogice pytań*.

## BIBLIJNE WYOBRAŻENIE ŚWIATA

W starotestamentowym, literalnym odczytaniu Pisma Świętego znajduje się obraz płaskiej Ziemi, nad którą góruje kopuła nieba<sup>71</sup>. Płaska Ziemia

karłowatej Makemake (numer katalogowy 136472) pochodzi od nazwy boga – stwórcy ludzkości w wierzeniach mieszkańców Wysp Wielkanocnych (za: Solar System Dynamics, NASA, ścieżka dostępu: <https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=136472> [dostęp: 8.01.2018]).

<sup>67</sup> **Bezkres morza otaczającego ziemię można znaleźć w przekazach** sumeryjskich i babilońskich (za: A. Onichimowska, *Tajemnice Początku...*, dz. cyt., s. 70), mitologii fińskiej (za: M. Haavio, *Mitologia fińska*, dz. cyt.) oraz australijskiej (za: A. Onichimowska, *Tajemnice Początku...*, dz. cyt., s. 33–34).

<sup>68</sup> **Podania mówiące, że woda otaczająca ziemię jest ograniczona** (nie jest bezkresna), znajduje się w mitologii chińskiej (za: M.J. Künstler, *Mitologia chińska*, dz. cyt.), świętych pismach indyjskich (M. Jakimowicz-Shah, A. Jakimowicz, *Mitologia indyjska*, dz. cyt.).

<sup>69</sup> Podobne wyjaśnienie przedstawia mitologia fińska, w której Matka Wód – Ilmatar stwarza ziemię z jaja ptaka wysłanego przez bogów tworzy ziemię. Za: M. Haavio, *Mitologia fińska*, dz. cyt.

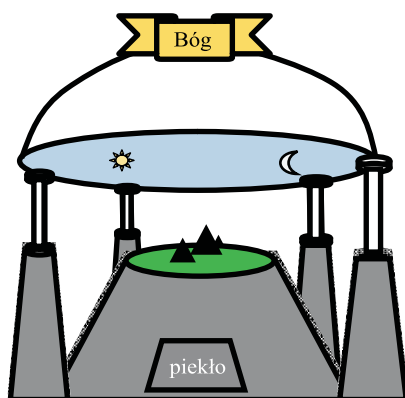
<sup>70</sup> Pedagogika pytań znajduje się w rozprawie S. Szumana *Rozwój pytań dziecka...*, dz. cyt.. Pedagogikę pytań można znaleźć też w zbiorze tekstów: S. Szuman *Dzieła wybrane...*, dz. cyt., s. 306–325.

<sup>71</sup> Za: Z.J. Kijas, *Początki świata i człowieka*, Kraków 2004, s. 91–95.

ustawiona jest na „czterech filarach” zanurzonych w podziemnych wodach oraz *szeolem* (świat umarłych) ulokowanym ze wnętrza Ziemi. Nad płaszczyzną ziemi (umieszczonej na kolumnach filarach) znajduje się sklepienie niebieskie (wraz z „górnymi wodami”) jest to siedziba Boga<sup>72</sup>. Tak wyobrażona Ziemia jest w centrum biblijnego wszechświata<sup>73</sup>.

Boska władza nad takim światem opisana jest w Księdze Jozuego, cytuję: „W dniu, w którym Pan podał Amorytów w moc Izraelitów, rzekł Jozue w obecności Izraelitów: *Stać słońce, nad Gibeonem! I ty, księżycu, nad doliną Ajajalonu!* I zatrzymało się słońce, i stanął księżyc, aż pomścił się lud nad wrogami swymi. Czyż nie jest to napisane w Księdze Sprawiedliwego: *Zatrzymało się słońce na środku nieba i prawie cały dzień nie spieszyło do zachodu?* (Joz 10 12–13.

Biblijną wizualizację powstawania świata przedstawiam w schemacie 9. Schemat zawiera: sklepienie niebieskie osadzone na czterech filarach ziemi. Niebo tworzą „wody górne”. Na sklepieniu znajduje się siedziba Boga, a piekło (szeol) znajduje się pod ziemią, otoczone wodami dolnymi. Ziemia osadzona jest na kolumnach.



SCHEMAT 9. Starotestamentowe wyobrażenie Ziemi

Przez wiele stuleci literalne odczytywanie Pisma Świętego było uważane za podstawę nauki o rzeczywistości, także w zakresie astronomii<sup>74</sup>.

<sup>72</sup> Taki obraz przedstawia Z.J. Kijas, *Początki świata i człowieka*, dz. cyt., s. 91–95. Za podstawę takiego wyobrażenia służą następujące teksty: *Chwalcie Go na ogromnym jego nieboskłonnie* (Ps 150, 1) *Choćby się przedarli do Szeolu, wyciągnie ich stamtąd moja ręka...* (Am 9,2) *Na czym są osadzone jej filary...* (Hi 38, 1–41).

<sup>73</sup> W. Bynum, *Krótką historia nauki*, Warszawa 2011, s. 51–56, 68–74.

<sup>74</sup> Więcej na ten temat pisałem w rozdziale 1.

Biblijną wizualizację początków świata interpretuje się jako poetycki opis z księgi nienatchnionej. Dodam, że literalne odczytanie Pisma Świętego jest podstawą dla wielu współczesnych osób. Jawnie przyznają się do niego członkowie Towarzystwa Płaskiej Ziemi, którzy uważają, że Ziemia jest płaska, a za jeden z argumentów podają wprost ...*bo tak napisano w Biblii*<sup>75</sup>.

Interesujące i dające sporo do myślenia jest to, że dzieci – nie studiujące przecież Pisma Świętego – są przekonane o tym, cytując: *Ziemia jest płaska... Bóg jest w niebie i patrzy na nas z góry... a piekło jest na dole, w ziemi*. Wyjaśnienia dotyczące tych poglądów znajduje się w podrozdziale 2.3.

## 2.4 MANKAMENTY PRZEKAZU WIEDZY ASTRONOMICZNEJ W PUBLIKACJACH EDUKACYJNYCH UDOSTĘPNIANYCH DZIECIOM

Wielu dorosłych dostarcza dzieciom książeczki o tematyce astronomicznej, zanim zaczną one uczęszczać do szkoły. Są to ilustrowane baśnie, encyklopedie dla dzieci zawierające głównie graficzne przedstawienia obiektów astronomicznych. Książki te pełnią funkcję wspomagającą proces budowania dziecięcej wiedzy o wszechświecie. Ponieważ natura obiektów i złożoność zjawisk astronomicznych jest trudna do przedstawienia graficznie na poziomie dostępnym dzieciom<sup>76</sup>, autorzy publikacji posługują się uproszczeniami, które przyczyniają się do deformowania dziecięcego pojmowania świata. Dziecko przyjmuje bowiem oglądaną ilustrację bezkrytycznie jako *prawdziwy* obraz rzeczywistości i z tej perspektywy jest skłonne interpretować poznawane zjawiska<sup>77</sup>. Oto niektóre z graficznych uproszczeń.

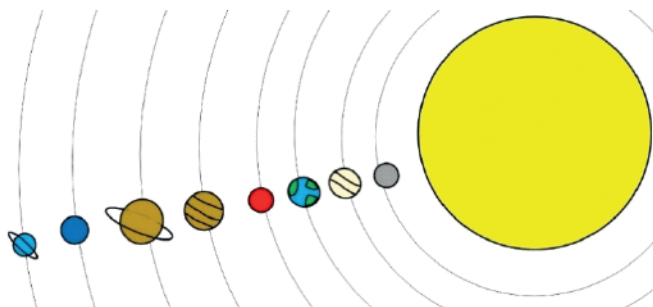
**Bodaj najwięcej takich uproszczeń znajduje się w schematach Układu Słonecznego.** Zwykle pokazuje się fragment większej całości – wycinek tego układu – i przedstawia się planety poruszające się po naszkicowanych

<sup>75</sup> Więcej na ten temat przedstawiłem w rozdziale 2.

<sup>76</sup> Dotyczy to także książek popularnonaukowych takich jak *Niebo i Kalendarz* (1973, Warszawa, Krajowa Agencja Wydawnicza), oraz *Gwiazdozbiory* (1980, Warszawa, Krajowa Agencja Wydawnicza) autorstwa Elwiry Milewskiej i Włodzimierza Zonna.

<sup>77</sup> Być może to jest powód, dla którego wiele lat później, jako dorośli, zmniejszamy nasze wyobrażenia odległości między obiektami niebieskimi (np. między Ziemią i Księżycem) Por. badania opisane wcześniej nad wyobrażeniami odległości Ziemia–Księżyc przeprowadzone wśród studentów kierunku wychowanie przedszkolne i edukacja wczesnoszkolna. Badania te szerzej opisane zostały w: J.A. Jelinek, Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych, dz. cyt., s. 45–52.

orbitach na tle czarnego lub ciemnogramatowego kosmosu. Taki obraz przedstawiam na 10 schemacie<sup>78</sup>.



SCHEMAT 10. Typowy schemat budowy Układu Słonecznego w książkach dla dzieci

Dziecko patrząc na tak przedstawiony Układ Słoneczny, doświadcza silnej sugestii prawdziwości wyglądu kosmosu, chociaż sugeruje<sup>79</sup> on, że:

- planety poruszają się wokół Słońca po orbitach w kształcie koła. Tymczasem poruszają się one po eliptycznych orbitach wokół tej gwiazdy;
- odległości pomiędzy Słońcem i planetami są niewielkie. W rzeczywistości są ogromne;
- planety oglądane z daleka są intensywnie barwne, a przecież oglądane z Ziemi przez teleskop są szare.

<sup>78</sup> Inspiracją do tego rysunku jest ilustracja zawarta w podręczniku rekomendowanym nauczycielom przez najwyższe władze oświatowe: *Naszym Elementarzu*, klasa 1, część 2, s. 74 (M. Lorek, L. Wollman, Warszawa 2014, s. 74). Podobne ilustracje znajdują się w pozycjach: M. Ruth, A. Sanders, *Mali odkrywcy. W kosmosie*, Warszawa 2016; T. Samojlik, *Misja kosmos. Międzygwiazdowa podróż Voyagera*, Warszawa 2016; B. Walpole, C. Stott, *Ciekawe dlaczego: nocą słońce nie świeci i inne pytania na temat kosmosu i pór roku*, Ożarów Mazowiecki 2008, s. 10–11; H. Ford, K. Barnham, *Kosmos*, Warszawa 2005, s. 8–9; S. i J. Mitton, *Seria Oxford. Astronomia*, dz. cyt., s. 10–11; S. Becklake, *Budowa wszechświata*, Warszawa 1991, s. 10–11; E. i H. Lucas, *Nasz świat. Jak? Co? Kiedy? Dlaczego?*, Warszawa 1990, s. 2–3; H. Korpikiewicz, *Tajemnice nieba*, Warszawa 1985, s. 39–41.

<sup>79</sup> W rzeczywistości spoglądając w okular teleskopu, dostrzegamy pełnię barw, szczególnie planet natomiast spektakularne zdjęcia planet, komet i mgławic są efektem obróbki graficznej aby uwypuklić szczegóły fotografowanych obiektów. Dodam, że NASA (Amerykańska Narodowa Agencja Kosmiczna) zachęca osoby posługujące się programami graficznymi do korzystania ze zdjęć nadsyłanych przez teleskopy, sondy kosmiczne i łaziki, aby edytować je komputerowo i tworzyć z nich grafiki „bardziej przyjazne oku”. Więcej: Strona NASA, ścieżka dostępu: <https://images.nasa.gov/> [dostęp: 15.01.2018].

Sposoby przedstawienia modelu Układu Słonecznego sugerują, że autorzy ilustracji widzieli Układ Słoneczny i przedstawiają to, co zobaczyli. Wystarczy prowadzić obserwację z wysokości kilkuset kilometrów nad ziemią, np. z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i ziemskiego Księżyca. Ponadto tworzone na użytek dzieci graficzne przedstawienia Układu Słonecznego pomijają wiele istotnych informacji. Nie uwzględniają np. planet karłowatych (np. Ceres) oraz pasma planetoid między Marsem a Jowiszem i pasma Kuipera (znajdującego się poza orbitą Neptuna<sup>80</sup>). Pokazują jedynie pierścienie Jowisza i Saturna, chociaż wszystkie gazowe olbrzymy, a więc także Uran i Neptun je mają<sup>81</sup>.

Przejdźmy do książek pisanych w konwencji fantastyki naukowej, w rodzaju *Gwiezdnych wojen*, *Star Trecka* itd. Opowiadaniom o zdobywcach kosmosu towarzyszą ilustracje, na których przedstawia się ich łącznie z wizualizacją statków kosmicznych, robotów, przybyszów z innych planet<sup>82</sup>. Dzieci – a także wielu dorosłych – identyfikując się z bohaterami tych książek, bywają przekonane, że czytają o realnych bohaterach i realnych wydarzeniach. Nie potrafią bowiem **rozdzielać informacji o realiach kosmosu od fikcji literackiej, a to prowadzi do tworzenia mylnych wyobrażeń umysłowych**<sup>83</sup>.

W tym miejscu warto przytoczyć ustalenia Stefana Szumana<sup>84</sup> – dziecko czytając książkę i oglądając zawarte w niej ilustracje, zachowuje się jak badacz, który chce dotrzeć do prawdy. Przyjmuje więc fikcję za prawdę, gdyż nie potrafi jej oddzielić od rzeczywistości. Potwierdzają to ustalenia Ireny Słońskiej<sup>85</sup> dotyczące realizmu dziecięcego – dopiero od 6. roku życia dzieci odczuwają silną potrzebę sprawdzania, czy oglądane ilustracje

<sup>80</sup> To w tym pasie zlokalizowane zostały planety karłowate takie jak Pluton, Humaea i Makemake oraz największy obiekt: Eris.

<sup>81</sup> Tego typu ilustracje zawarte są w następujących książkach: E. i H. Lucas, *Nasz świat. Jak? Co? Kiedy? Dlaczego?*, dz. cyt., s. 2–3 oraz w książce H. Ford, K. Barnham, *Kosmos*, dz. cyt., s. 8–9.

<sup>82</sup> Przykładem książek zawierających tego typu informacje są: E. i H. Lucas, *Nasz świat. Jak? Co? Kiedy? Dlaczego?*, dz. cyt., s. 3–4; S. i J. Mitton, *Seria Oxford. Astronomia*, dz. cyt., s. 62–63; *Time life. Encyklopedia szkolna*, dz. cyt., s. 114–115; S. Becklake, *Budowa wszechświata*, dz. cyt., s. 60–61.

<sup>83</sup> Publikacją, zawierającą tego typu zdjęcia jest H.D. Levy, *Gwiazdy i planety*, Warszawa 1998, s. 271–272.

<sup>84</sup> S. Szuman, Jak dzieci oglądają obrazki i co one dzieciom dają, *Przedszkole*, 4/5, 1936/1937, s. 5.

<sup>85</sup> I. Słońska, *Psychologiczne problemy ilustracji dla dzieci*, Warszawa 1977, s. 127–145.

odzwierciedlają rzeczywistość. A dziecięce rozumienie sensu celowego zabiegu deformacji rzeczywistości na ilustracji (zmniejszenie skali Układu Słonecznego, aby się zmieścił na kartce) ma miejsce jeszcze później<sup>86</sup>. Również Maria Kielar<sup>87</sup> twierdzi, że **dzieci przedszkolne w ilustracjach książkowych nie potrafią uchwycić skrótu perspektywicznego**, a tak bywa w wizualizacjach kosmosu. Jeżeli dorosły chce, żeby dziecięce rozumienie kosmosu było zbliżone do naukowego, musi chociaż rozmawiać z dzieckiem o tym, co jest realne, a co fikcyjne.

Istnieje wiele sposobów przybliżania dzieciom budowy Układu Słonecznego przez autorów książek dla dzieci. Na przykład w książce *Budowa wszechświata*<sup>88</sup> jej autorka Sue Becklake radzi wykonać serię doświadczeń obrazujących proces rozszerzania się wszechświata. Proponuje, aby na powierzchni balonu w kolorze niebieskim zaznaczyć na białą niewielkimi kropkami gwiazdy, następnie nadmuchać ten balon. Zakłada, że dziecko zobaczy wówczas rozszerzanie się wszechświata. To doświadczenie bardzo dobrze oddaje w przestrzeni dwuwymiarowej model rozszerzającego się Wszechświata. Innym przykładem jest propozycja wykonania modelu Układu Słonecznego opisana w książce *Time life. Encyklopedia szkolna. Wszechświat*<sup>89</sup>. Autorzy proponują wykonać z dziećmi model Układu Słonecznego w przyjętej skali. Problem w tym, że skala ta uwzględnia tylko jedną wartość – odległość między planetami, pomija przy tym drugą wartość – rozmiar obiektów niebieskich<sup>90</sup>.

Przytoczone **przykłady uświadamiają pilną potrzebę zachowania wielkiej ostrożności w publikacjach popularnonaukowych dotyczących wizualizacji kosmosu.**

<sup>86</sup> Kierując się ustaleniami Ireny Słońskiej (dz. cyt.) przyjmuję, że zmniejszenie odległości między obiektami niebieskimi w ilustracji jest formą skrótu intelektualnego (zabiegiem symbolicznym). Dziecko może to sobie uświadomić, jeśli wcześniej budowało model Układu Słonecznego z zachowaniem skali odległości i rozmiaru planet. Dlatego dzieci z takim trudem rozumieją sens użycia skrótu, symbolu czy schematu. Słońska (tamże, s. 140) nazywa to deformacją intelektualną. Wskazuje ona, że **o dojrzałości do oceny ilustracji decyduje umiejętność spostrzegania, myślenia oraz zasób wiadomości i osobistych doświadczeń** (tamże, s. 142–143).

<sup>87</sup> M. Kielar, *Rola filmu animowanego w pracy wychowawczo-dydaktycznej przedszkola*, Warszawa 1978, s. 25.

<sup>88</sup> S. Becklake, *Budowa wszechświata*, dz. cyt., s. 58.

<sup>89</sup> *Time life. Encyklopedia szkolna. Wszechświat*, dz. cyt., s. 46–47.

<sup>90</sup> Gdyby w proponowanym modelu Układu Słonecznego uwzględniano także wielkość planet, wówczas w Układzie Słonecznym pomniejszonym do 30 metrów wielkość Ziemi byłaby zbliżona do ziarenka piasku, a wymiary Saturna i Jowisza – ziaren pieprzu.



## 2.5 WĄTPLIWOŚCI DOTYCZĄCE WARTOŚCI EDUKACYJNYCH FILMÓW ANIMOWANYCH, FABULARNYCH I PRZYRODNICZYCH O KOSMOSIE ADRESOWANYCH DO DZIECI

Filmy animowane, fabularne i przyrodnicze umożliwiają przedstawianie ruchu Ziemi wokół Słońca i Księżyca wokół Ziemi z wrażeniem trójwymiarowości. Ze względu na specyfikę tych form przekazu osobno omawiam bajkową animację oraz filmy przyrodnicze i fabularne<sup>91</sup>.

### BAŚNIE I FILMY ANIMOWANE

Zacznijmy od tego, że percepcja baśni animowanych w telewizji (na tablecie czy komputerze) zbliżona jest do szybkiego przeglądania obrazków w książce. Dzięki animacji zamiast statycznego obrazu dziecko doświadcza wizualizacji ruchu. Przykuwa to dziecięcą uwagę i prowokuje do rozpoznawania obiektów oraz ich funkcjonowania<sup>92</sup>. Uznano więc, że film – zwłaszcza animowany – jest świetnym narzędziem wyjaśniania dzieciom takich zjawisk astronomicznych jak: obrót Ziemi wokół własnej osi, ruch Księżyca wokół Ziemi, ruch Ziemi wokół Słońca, ruch innych planet wokół Słońca i inne<sup>93</sup>.

Rozpatrując edukacyjny efekt filmów animowanych, trzeba jednak brać pod uwagę dopasowanie tego, co pokazuje dany film, do możliwości umysłowych dzieci, które go oglądają. Z ustaleń badawczych Marii Kielar<sup>94</sup> wynika, że **młodsze przedszkolaki (3- i 4-latki) wychwytyją z filmów pojedyncze i nie zawsze istotne sceny. Kojarzą je z własnymi doznaniem, które nie mają większego związku z oglądanym filmem.** Dopiero starsze

<sup>91</sup> W zakresie obrazów ruchomych rozróżnia się bajki animowane (z udziałem rysowanych postaci, a narzędziem przekazu są serie rysowanych kadrów) od filmów o tematyce baśniowej (z udziałem żywych aktorów, a narzędziem przekazu jest obraz zarejestrowany na kamerze).

<sup>92</sup> M. Kielar, *Rola filmu animowanego w pracy wychowawczo-dydaktycznej przedszkola*, dz. cyt., s. 26.

<sup>93</sup> O potępieniu wykorzystywania filmów kosztem bezpośrednich obserwacji pisze B. Korzeniewski, *Telewizja dydaktyczna w nauczaniu dzieci*, Warszawa 1982, s. 72), wskazuje także, że „programy telewizyjne nie mogą zastępować obserwacji i kontaktów bezpośrednich, a należy z nich korzystać głównie wtedy, kiedy rzeczywistość jest niedostępna” (tamże, s. 29).

<sup>94</sup> Badania były prowadzone wśród 70 dzieci 4–5-letnich, 110 dzieci 5–6-letnich oraz 190 dzieci 6–7-letnich. Za: M. Kielar, *Rola filmu animowanego w pracy wychowawczo-dydaktycznej przedszkola*, dz. cyt., s. 62–78.



przedszkolaki (5-, 6-latki) zaczynają na tyle orientować się w fabule filmu, żeby uchwycić, czego ona dotyczy. Ale i tym dzieciom zdarzają się konfabulacje podczas wypowiedzania się o treści filmu<sup>95</sup>. Oznacza to, że informacje podawane w animowanych filmach o tematyce astronomicznej mogą być dostępne dopiero starszym dzieciom. Ich efekty edukacyjne będą zależeć od tego, czy dzieci mają okazję porozmawiać z dorosłym o oglądanym filmie, który uzupełni i skoryguje dziecięce rozumowanie.

Zastrzeżenie to ma znaczenie także z tego powodu, że wśród bajek animowanych są takie, w których przedstawia się fantastykę naukową w dużym stopniu odbiegającą od rzeczywistości<sup>96</sup>. Dzieci oglądają więc zjawiska fizyczne sprzeczne z uznanymi prawami fizyki. Na przykład zdobywcy kosmosu unoszą się w przestrzeni kosmicznej bez specjalnych skafandrów, a statki kosmiczne wyglądem i sposobem poruszania się przypominają ziemskie samoloty. Niemal w każdym filmie przybysze z obcych planet są istotami podobnymi do ludzi (humanoidami). Wszechświat przedstawiony w filmach wypełniony jest niezemskimi istotami, które wiodą życie podobne do mieszkańców Ziemi itd. Wszystko to jest próbą przybliżenia dzieciom obrazu wszechświata poprzez zastosowanie akceptowanego przez nie antropomorfizmu<sup>97</sup>.

Także w pełnometrażowych filmach animowanych nie dba się o prawdziwe wyobrażenie budowy kosmosu w umysłach dzieci. Na przykład w filmie: *Jak ukraść Księżyc* (reż. Chris Renaud, Pierre Coffin, 2010), jeden z bohaterów kradnie ziemski Księżyc posługując się magicznym urządzeniem zwanym *zmniejszaczem*. W filmie *Planeta 51* (reż. Jorge Blanco, 2009) dzieci poznają życie przyjaznych istot na innej planecie, na której ląduje ziemski statek kosmiczny. W filmie *Małpy w kosmosie* (reż. Kirk De Micco, 2008) przedstawia się dzieciom historię lotu kosmicznego oczami małp przemierzających przestrzeń kosmosu. Emitowany w latach 90. popularnonaukowy serial animowany *Był sobie kosmos* (reż. Albert Barillé) oprócz przybliżania dzieciom obecnych osiągnięć naukowych i trudu zdobywania kosmosu opowiadał o prawdopodobnych zdarzeniach, które mogą mieć (ale nie muszą) miejsce w odkrywaniu przestrzeni kosmicznej. Bohaterowie

<sup>95</sup> Tamże, s. 77.

<sup>96</sup> Przykładem tego typu bajek są: „Superman”, „Transformers”, „Ulysses 31”, „Bravestars”, „Starcom. The U.S. Spaceforce”, „Silerhawks”, „Kosmiczna organizacja”, „Jedenasty kosmita”, „Atomówki”. Dodam, że wymienione tu bajki są stale obecne na różnych kanałach telewizji, tak więc dzieci wciąż mają do nich dostęp.

<sup>97</sup> Antropomorfizm to przypisywanie obiektom żywym cech ludzkich. Więcej na ten temat piszę w rozdziale 3.

serialu przemierzali przestrzeń kosmiczną na statku Omega, którego wygląd nie przypomina obecnych statków kosmicznych. Podczas oglądania kolejnych odcinków tego serialu dzieci mogły zobaczyć obecne i przyszłe rakiety, poznać problemy poruszania się w próżni kosmosu i kłopoty utrzymania grawitacji na pokładzie statków.

## FILMY FABULARNE

Filmy fabularne kształtują wyobrażenie kosmosu przez ruchomy obraz przypominający realny świat. Poprzez zastosowanie efektów specjalnych (FX) oraz technik komputerowych (CGI) zabiega się, by sceny fikcyjne wyglądały jak prawdziwe. Niestety odbywa się to na zasadzie mieszania fikcji z realną rzeczywistością.

Odwołując się do historii filmu, da się zauważyć, że w nowszych filmach uwzględnia się coraz więcej informacji o rzeczywistych prawach fizyki panujących w przestrzeni kosmicznej. Wystarczy porównać film oparty na książce Juliusza Verne'a *Wyprawa na Księżyc* (*A trip to the Moon*, w reż. Geo Méliés, 1902)<sup>98</sup>, w którym człowiek wystrzelony za pomocą armaty trafia na planetę, po której porusza się bez żadnego kombinezonu, tak samo jak na Ziemi, z filmem *Prometeusz* (reż. Ridley Scott, 2012), w którym podróżnicy również lądują na obcej planecie, tu jednak poruszają się w skafandrach.

Taką ewolucję można zauważyć w filmach: *2001: Odysea kosmiczna* (reż. Stanley Kubrick, 1968), sadze *Gwiezdne wojny* (reż. George Lucas i in., od 1977 – kolejne części wciąż są w produkcji), *Star Trek* (reż. Robert Wise i in., od 1979 – kolejne części także są produkowane), *Apollo 13* (Ron Howard, 1995), *Armagedon* (reż. Michaela Baya, 1998), *Misja na Marsa* (reż. Brian De Palma, 2000), *Grawitacja* (reż. Alfonso Cuaróna, 2013).

Mimo to w filmach tych nie uniknięto skrótów myślowych (deformacji intelektualnych<sup>99</sup>) w przedstawianiu relacji między fikcją, a znaną nam rzeczywistością. Przykładem jest wygląd statków kosmicznych i sposób ich poruszania się. I tak opływowo kształty i wyposażenie statków kosmicznych w lotki i stery, które są konieczne tylko w pierwszej fazie lotu przez atmosferę Ziemią są zbędne w kosmosie. Panują tam bowiem inne od ziemskich warunki atmosferyczne. W próżni nie wytwarza się opór powietrza, po co więc wyposażać statki kosmiczne analogicznie do ziemskich samolotów.

<sup>98</sup> Jest to prawdopodobnie pierwszy film na temat wyprawy w kosmos.

<sup>99</sup> I. Słońska, *Psychologiczne problemy ilustracji dla dzieci*, dz. cyt., s. 140.

Dotyczy to także kształtu statków kosmicznych, które mogą przypominać kanciasty prostopadłościan<sup>100</sup>. Przykładem jest kształt lądownika wystrzelonego za pomocą rakiety Apollo 11, który zatrzymał się na srebrnym globie naszego naturalnego satelity. Tymczasem w *Gwiezdnym wojnach* i w innych filmach tego gatunku statki kosmiczne poruszają się według reguł obowiązujących na Ziemi<sup>101</sup>.

Prawdopodobnie autorom chodzi o to, aby uwaga człowieka orientującego się w ziemskich prawach fizyki mogła skoncentrować się na fabule i nie tracić energii poznawczej na dociekanie, jak funkcjonują statki kosmiczne. Problem w tym, że taki zabieg prowadzi widza do fałszywych wyobrażeń czym jest kosmos i jakie prawa fizyczne w nim obowiązują.

Deformacje intelektualne dotyczą też silników odrzutowych – w filmach z fantastyki naukowej pojazdy kosmiczne mają je ulokowane podobnie jak ziemskie samoloty. Tymczasem wiadomo już, że pojazd kosmiczny ma być wyposażony w silniki odrzutowe z każdej strony statku, aby manewrować w przestrzeni kosmicznej. Ponadto podczas lotu silniki nie muszą być stale włączone, jak to bywa w filmach *science fiction*. Po nabraniu odpowiedniej prędkości pojazd będzie poruszał się samoczynnie<sup>102</sup>.

Na tym nie koniec. W statkach kosmicznych rozróżnia się górę i dół analogicznie do ziemskiej grawitacji. Tymczasem w odniesieniu do kosmosu takie różnicowanie jest absurdalne. W przestrzeni kosmicznej nie ma bowiem kierunków, którymi operujemy w orientacji na Ziemi. Do rzadkości należą filmy, w których przedstawia się efekty sztucznej grawitacji wywołanej przez obracające się kadłuby statków (tzw. habitaty)<sup>103</sup>. Podobne wątpliwości budzi

<sup>100</sup> Taki kształt statku został przedstawiony w serialu *Star Trek* (gdzie statek Borgów kształtem przypomina sześciątę) oraz w filmie *2010: Odysea kosmiczna* (reż. Peter Hyams, 1984).

<sup>101</sup> Wiele kontrowersji budzą przedstawiane na filmach *science fiction* obiekty poruszające się w przestrzeni kosmicznej. Z fizyką kosmosu przedstawianą na ekranie rozprawia się m.in. Dariusz Hoffman autor wideobloga SciFun: <https://youtu.be/riiopXHXRA8> [dostęp: 5.07.2018].

<sup>102</sup> Wskazuje na to pierwsza zasada dynamiki (sformułowana przez Newtona): *Jeżeli na ciało nie działają siły zewnętrzne, lub działające siły równoważą się, to ciało pozostaje w spoczynku, lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym* (A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, dz. cyt., s. 129–130). Eksperymenty przeprowadzone przez członków załogi Międzynarodowej Stacji Kosmicznej dowiodły, że nawet lekkie odepchnięcie się wprawia w ruch cały organizm. Por: <https://www.youtube.com/watch?v=OaSzRWDazr4> [dostęp: 14.04.2019].

<sup>103</sup> Przykładem tego typu filmu jest *Apollo 13* w reżyserii Rona Howarda (nakręcony w 1995 roku). Sceny filmowe, w których astronauta poruszają się w warunkach nieważkości, zostały nagrane na pokładzie samolotu, który przez krótki czas z dużej wysokości

sposób poruszania się statków kosmicznych przedstawiany w formie prędkości światła i „nadprzestrzeni” (np. *Gwiezdne wojny*). Taki sposób radzenia sobie z pokonaniem czasoprzestrzeni jest daleko idącą fikcją<sup>104</sup>.

W omawianych filmach często pokazuje się lądowanie i funkcjonowanie zdobywców kosmosu na obranych planetach. Z ich zachowania wynika, że nie mają kłopotów z oddychaniem i poruszaniem się. Sugeruje to, że panuje tam atmosfera podobna do ziemskiej: zdobywca kosmosu nie musi oddychać za pomocą specjalnej aparatury i używać kombinezonu próżniowego. Może też – tak jak na Ziemi – chodzić, biegać i skakać. W rzeczywistości nie odkryto jeszcze egzoplanety, na której atmosfera byłaby podobna do ziemskiej.

Mając to wszystko na uwadze, można filmy fabularne o tematyce kosmicznej uporządkować od tych, które prezentują rzeczywiste warunki panujące w kosmosie (zbliżone do rzeczywistych, np. *Apollo 13*) do tych, które prezentują warunki przestrzeni kosmicznej jako analogiczne do ziemskich (np. *Gwiezdne wojny*).

Przejdźmy do wartości edukacyjnych omawianych filmów w aspekcie możliwości percepcyjnych dzieci. Chodzi o dziecięcą zdolność do oddzielania fikcji od rzeczywistości<sup>105</sup>. Problem w tym, że dzieci częściej oglądają filmy z gatunku *science fiction* (pseudonaukowe, obarczone omówionymi deformacjami intelektualnymi) niż dokumentalne i naukowe (zawierające spory ładunek wiedzy o kosmosie). Dlatego dziecięce wyobrażenia kształtowane w czasie oglądania filmów różnią się znacząco od dostępnej dzieciom realnej wiedzy o kosmosie. Wartość edukacyjna oglądanych filmów byłaby zdecydowanie większa, gdyby dorośli – po wspólnym oglądnięciu filmu – zechcieli pomóc dziecku oddzielić fikcję od informacji względnie prawdziwych.

## FILMY POPULARNONAUKOWE

Wiedzę o kosmosie popularyzują filmy dokumentalne i telewizyjne programy edukacyjne. Prezentują one wszechświat możliwie realistyczny

gwałtownie opadał i w kabinie można było odczuć stan nieważkości. Więcej: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo\\_13\\_\(film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_13_(film)) [dostęp: 17.05.2019].

<sup>104</sup> Zagadnienie to porusza Dariusz Hoffman na swoim wideoblogu: <https://www.youtube.com/watch?v=rriopXHXRA8> [dostęp: 14.08.2017].

<sup>105</sup> M. Kielar, *Rola filmu animowanego w pracy wychowawczo-dydaktycznej przedszkola*, dz. cyt., s. 25.

i zgodnie z osiągnięciami nauk o kosmosie. Do szczególnie cennych należą: seria filmów dokumentalnych polskiej telewizji *Astronarium* (w programie prowadzonym przez Bugumiła Radajewskiego, emitowane od 2015), seria brytyjskiej telewizji BBC *Wszechświat* z ang. *Hiperspace* (prowadzona przez Sama Nella, 2001), seria amerykańskiej National Geographic, szczególnie programy *Kosmos: Prywatna podróż* (prowadzący Carl Sagan, 1990) oraz *Kosmos* (prowadzony przez Neila Tysona, 2014). Opowiadają one o historii odkryć astronomicznych, aktualnych osiągnięciach naukowych oraz inżynierii kosmicznej. Przedstawiają obiekty i zjawiska astronomiczne i wyjaśniają problemy techniczne lotów kosmicznych (budowę raket, statków kosmicznych i stacji orbitalnej). Pokazują także funkcjonowanie człowieka na orbicie okołoziemskiej, w trakcie lądowania na Księżycu itp.

Dorośli zachęcający dzieci do oglądania filmów dokumentalnych zakładają, że przyczyni się to do wzbogacenia ich wiedzy o kosmosie. Umyka im, że filmy popularnonaukowe są kierowane głównie do młodzieży i dorosłych, którzy są w stanie przyjąć dużą liczbę informacji, powiązać logicznie ze sobą i zrozumieć wysoko specjalistyczne wyjaśnienia. Filmy te nie uwzględniają więc dziecięcej specyfiki postrzegania, rozumowania i możliwości zapamiętania. Chodzi o to, że dzieci nie są w stanie przyjąć, uporządkować i zapamiętać przebogatej porcji informacji werbalnych i niewerbalnych serwowanych w filmie dokumentalnym przeznaczonym dla starszego odbiorcy. Można się o tym przekonać, rozmawiając z dzieckiem po wspólnym oglądaniu filmu dokumentalnego. Okaże się wówczas, że dziecko zarejestrowało w swojej świadomości tylko te fragmenty filmu, które w danym momencie wpisywały się w jego zainteresowania. Na dodatek interpretując go, korzystały ze swojej wiedzy, dochodząc do zadziwiających wniosków, które miały niewiele wspólnego z przesłaniem filmu, oraz popularną (obiegową) wiedzą o kosmosie.

Mając to na uwadze, poszukiwałem filmów dostosowanych do możliwości poznawczych dzieci. Niestety nie udało mi się znaleźć ani jednego. Wszystkie analizowane filmy kierowane do młodszych dzieci były opracowane w konwencji omówionych wcześniej *kreskówek* lub filmów o przygodach kosmicznych postaci z baśni. Nieco lepiej przedstawiały się filmy kierowane do dzieci starszych. Przykładem są omawiane wcześniej seriale animowane typu *Był sobie kosmos* (reż. Albert Barillé).

Nim przejdę do analizy edukacji astronomicznej realizowanej w przedszkolu i w klasach początkowych, przedstawię wnioski z edukacji domowej, w której rozmawia się z dzieckiem i korzysta się z książek popularnonaukowych,

filmów fabularnych i popularnonaukowych oraz audycji telewizyjnych lub radiowych o tematyce kosmicznej. Argumentem przemawiającym za taką koniecznością jest to, że **źródłem dziecięcej wiedzy o kosmosie jest głównie edukacja domowa**. To, czego się dzieci uczą w przedszkolu i w szkole – lub powinny się uczyć – wpisuje się w wiedzę astronomiczną zgromadzoną przez nie poza szkołą, głównie w edukacji domowej. Wszak dziecko nie ma w umyśle osobnych *szufladek*, w którym przechowuje wiedzę szkolną i pozaszkolną.

W kwestii wychowania przedszkolnego wiadomo, że dzieci nie muszą realizować edukacji przedszkolnej począwszy od trzeciego roku życia<sup>106</sup>. Wiele dzieci jest zapisywanych do przedszkola, kiedy jest to wygodne dla rodziców i wymuszone obowiązkiem objęcia wychowaniem przedszkolnym dziecka na rok przed rozpoczęciem nauki szkolnej<sup>107</sup>. Problem w tym, że w roku poprzedzającym rozpoczęcie nauki szkolnej działalność pedagogiczna przedszkola skoncentrowana jest na należytych przygotowaniach dzieci do szkoły. Na drugim planie, w tle, znajdują się te zakresy edukacji, które luźno są z tym związane. Dotyczy to też przybliżania dzieciom wiedzy astronomicznej na miarę ich możliwości umysłowych.

Ponadto **powszechnie oczekuje się, że prawdziwą wiedzę o świecie ukształtuje się w umysłach dzieci w edukacji szkolnej**. Do szkolnej edukacji rodzice przygotowują też dziecko w edukacji domowej<sup>108</sup>. Dotyczy to również edukacji astronomicznej. Zastanówmy się więc w jakim zakresie rodzice mają przygotować swoje dziecko do edukacji szkolnej. Chcąc wyjaśnić tę kwestię, sporządziłem roboczą listę<sup>109</sup> najważniejszych zagadnień z zakresu wiedzy astronomicznej, którą powinno znać dziecko rozpoczynające naukę szkolną. Sporządzając ją, kierowałem się możliwościami

<sup>106</sup> Ustawa o systemie oświaty z 7 września 1991 r. (Dz.U. 2016, poz. 1943 ze zm.) art. 14, ust. 1 i 1b.; Ustawa z 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe (Dz.U. 2019, poz. 1148 i 1078) art. 31, ust. 6 i 7.

<sup>107</sup> Ustawa z 14 grudnia 2016 r. Prawo oświatowe (Dz.U. 2019, poz. 1148 i 1078) art. 31, ust. 5.

<sup>108</sup> Do tego typu form edukacji domowej zaliczam także uczestniczenie dziecka w zajęciach organizowanych przez kluby astronomiczne np. Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach, prowadzone przez Monikę Maślaniec. Realizuje ona autorski program edukacji astronomicznej. Za: <http://moa.edu.pl/koloastronomiczne-dla-najmlodszych/> [dostęp: 5.05.2020].

<sup>109</sup> Roboczą, gdyż lista ta stanowiła punkt wyjścia do planowania celu i zadań badawczych nad kształtowaniem się wiedzy astronomicznej w umysłach dzieci. Program tych badań przedstawiam w rozdziale 5, a wyniki w rozdziałach 6 i 7.



umysłowymi dzieci u progu szkolnej edukacji<sup>110</sup>. Ustaliłem, że dziecko mające szczęście uczestniczyć w edukacji domowej, w której dorośli mądrze wprowadzają w zagadnienia dostępnej astronomii, powinno być świadome tego, że:

- wbrew codziennym doświadczeniom Ziemia jest kulista i krąży wokół Słońca;
- wokół Ziemi krąży Księżyc i świeci światłem odbitym;
- w nocy na nieboskłonie świecą gwiazdy i tworzą konstelacje (może znać ich niektóre nazwy);
- Ziemia obraca się wokół własnej osi, a to sprawia, że dzień zaczyna się z chwilą wschodu Słońca i kończy się, gdy ono zachodzi;
- stałość następstwa pór roku ma związek z kątem padania promieni słonecznych na powierzchnię Ziemi, dlatego można przewidzieć, kiedy zaczyna się i kończy kolejna pora roku;
- Układ Słoneczny tworzą planety (a jedną z nich jest Ziemia) krążące wokół Słońca (może też znać nazwy niektórych planet). Patrząc z Ziemi zobaczyć gołym okiem Wenus, Mars, Jowisz i Saturn, natomiast Urana i Neptuna można obserwować przez niewielką lunetę;
- Układ Słoneczny jest częścią tajemniczego kosmosu i człowiek dąży do poznania tajemnic Układu Słonecznego i rozwikłania tajemnice kosmosu. W tym celu organizowane są wyprawy kosmiczne;
- w jednej z wypraw kosmicznych człowiek wylądował na Księżycu i teraz organizuje wyprawę na Marsa, bo człowiek chce osobiście poznać tę planetę i sprawdzić, czy można na niej żyć.

Jeżeli dziecko dysponuje taką wiedzą, ma solidne fundamenty, na których można budować wiedzę astronomiczną w edukacji przedszkolnej i szkolnej na miarę współczesnego, wykształconego człowieka.

Problem w tym, że oprócz tego zakresu wiedzy dzieci gromadzą jeszcze wiele szczegółowych informacji wizualnych i werbalnych, wśród których takich, które potwierdzają zakresy wymienionej wcześniej wiedzy oraz informacji wręcz ją negujących i do tego nieprawdziwych. To, co zaśmieca dziecięcy umysł, pochodzi najczęściej z filmów animowanych o przygodach postaci, które dzieci znają z opowiadanych baśni, oraz ilustrowanych książeczek. Efektem jest coś w rodzaju baśniowej astronomii pełnej magicznych przekonań i wręcz fałszywych wyjaśnień.

Należy oczekiwać, że w edukacji szkolnej przekształci się taką baśnią astronomię w system wiadomości maksymalnie zbliżony do wiedzy

<sup>110</sup> Kierowałem się ustaleniami, które szczegółowo przedstawiam w rozdziałach 3 i 4.

naukowej. Wyjaśniając tę kwestię, przedstawię wyniki analizy edukacji przedszkolnej i szkolnej przeprowadzonej tak, aby wyłuskać wszystko to, co dotyczy kształtowania wiedzy astronomicznej dzieci.

## 2.6 WADY SPOSOBU PRZEKAZYWANIA DZIECIOM WIEDZY O KOSMOSIE W EDUKACJI PRZEDSZKOLNEJ I SZKOLNEJ

Cele i treści kształcenia w przedszkolu i szkole wyznaczają dokumenty oświatowe. Najważniejszym i najbardziej ogólnym jest podstawa programowa, która stanowi wyznacznik minimum kształcenia w przedszkolu i na każdym etapie nauczania. Uszczegółowieniem zaleceń zawartych w podstawie programowej są programy wychowania (w przedszkolu) i programy nauczania (w szkole). Przyjmuje się, że twórcy programów edukacyjnych respektują zalecenia zawarte w podstawie programowej i konkretyzują je odpowiednio do poziomu wychowania oraz nauczania w przedszkolu i w kolejnych latach szkolnego nauczania. Do programów tych – zwanych autorskimi – opracowywane są pakiety edukacyjne, które mają pomóc nauczycielowi zrealizować zawarte w programie cele i treści kształcenia.

Nim przedstawię wyniki poszukiwań celów i treści kształcenia dzieci w zakresie dostępnej im astronomii, chcę wyjaśnić jeszcze jedną kwestię. Podstawa programowa jest zmieniana co kilka lat po to, aby zawarte w niej zalecenia uwzględniały aktualną politykę oświatową. Bywa więc tak, że cele i treści zawarte w poprzedniej ustawie są zastępowane nowymi, niekoniernie trafnie dobranymi. W niektórych zakresach edukacyjnych zmiany te są kosmetyczne, w innych zasadnicze. Każda nowa podstawa wymusza więc opracowanie nowych autorskich programów i pakietów edukacyjnych, z których korzystają nauczyciele oraz dzieci.

W podrozdziale tym przedstawię zakres kształcenia astronomicznego dzieci na tle działalności pedagogicznej organizowanej w przedszkolu i szkole, a więc z uwzględnieniem stosowanych tam metod i środków dydaktycznych. Postaram się też ocenić dobór realizowanych treści kształcenia i stosowanych metod oraz środków dydaktycznych z punktu widzenia możliwości umysłowych dziecka w kwestii nabywania wiedzy astronomicznej. Przytoczę też stanowisko autorzytetów dotyczące jasnych i ciemnych stron przybliżania dzieciom szkolnym naukowej wiedzy astronomicznej.

## ASTRONOMIA W PRZEDSZKOLU I KLASACH I–III

Do obowiązującej podstawy programowej<sup>111</sup> z roku 2017 dołączone są dwa załączniki. Pierwszy z nich dotyczy wychowania przedszkolnego, drugi klas początkowych. W dokumencie wyznaczającym działalność edukacyjną przedszkola nie znalazłem celów i treści kształcenia, które bezpośrednio są związane z edukacją astronomiczną dzieci. Natomiast w załączniku zawierającym cele i treści kształcenia w klasach I–III znajduje się zapis wskazujący, że dzieci kończące trzecią klasę szkoły podstawowej powinny umieć wyznaczać kierunki w terenie na podstawie cienia, a także wskazać – na ilustracji – położenie Ziemi w Układzie Słonecznym.

Ponieważ podstawa programowa stanowi punkt wyjścia programów edukacyjnych opracowanych dla kolejnych lat nauczania początkowego, nasuwa się wątpliwość, w jaki sposób autor programu, na podstawie tak skąpych informacji sformułuje treści kształcenia w zakresie astronomii odpowiednio dla klasy pierwszej, drugiej i trzeciej. **Ponadto razi kontrast merytoryczny w kwestii zalecenia, że uczeń ma umieć wyznaczać kierunki w terenie na podstawie cienia, a umiejętnościami ucznia niezbędnymi do zlokalizowania Ziemi w Układzie Słonecznym.** Każdy, kto choć trochę orientuje się w astronomii wie, że zalecenia te dotyczą dwóch luźno powiązanych obszarów wiedzy, bez wskazania pośrednich zakresów kształcenia, tak ważnych w edukacji dzieci.

Sensownym wyjaśnieniem tak absurdalnie określonego zakresu kształcenia dzieci jest założenie, że autorzy programów orientują się w astronomii i możliwościach umysłowych dzieci. Że potrafią tak dobrać szczegółowe treści kształcenia, aby uczniowie klas I–III tworzyli w swych umysłach zarysy pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych. Mając to na uwadze, przestudiowałem 10 programów edukacyjnych wybieranych przez nauczycieli<sup>112</sup>. Oto wnioski z przeprowadzonej analizy:

<sup>111</sup> 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.

<sup>112</sup> Do analizy wybrałem następujące programy autorskie: K. Witerska, M. Janiak, *Trampolina. Program wychowania przedszkolnego z terminarzem*, Warszawa 2017; D. Dziamska, M. Buchnat, *Zbieram, poszukuję, badam*, Warszawa 2017; M. Kwaśniewska, J. Lendzion, W. Żaba-Żabińska, *Wokół przedszkola. Program wychowania przedszkolnego oparty na*

- w niektórych programach wychowania przedszkolnego podane są treści kształcenia dotyczące astronomii, ale są one przeznaczone tylko dla najstarszych przedszkolaków, dzieci uzdolnionych lub zainteresowanych tym zagadnieniem;
- w programach autorskich do klas I–III autorzy nie wychodzą ponad to, co znajduje się w podstawie programowej (najczęściej cytują je *explicite*);
- w treściach kształcenia dla uczniów klas I–III dominują następujące hasła programowe: krótka informacja o działalności Mikołaja Kopernika, wskazywanie Słońca i rozpoznawanie planet na schemacie Układu Słonecznego<sup>113</sup>, posługiwanie się określeniami: planeta, orbita, gwiazda, kometa, meteoryt, rakietka.

Trzeba tu dodać, że w programach edukacyjnych przedszkola i klas początkowych sporo miejscach zajmuje wdrażanie dzieci do rozpoznawania pór roku i pogody. Niejako przy okazji uświadamia się im, że kiedy dni są dłuższe lub krótsze, i ma to związek ze Słońcem. Trudno jednak taką wiedzę zaliczyć do astronomii.

Jak już wspomniałem, do programów autorskich opracowywane są pakiety edukacyjne, czyli podręczniki, zeszyty ćwiczeń i karty pracy. Charakteryzują się one większą konkretnością od programów autorskich, gdyż mają pomóc w realizacji zawartych tam treści kształcenia. Należy się więc spodziewać, że w pakietach edukacyjnych będzie więcej informacji o szkolnym zakresie edukacji astronomicznej dzieci.

Dlatego przeprowadziłem analizę pięciu najczęściej wybieranych przez nauczycieli podręczników do klas I–III (ich notki bibliograficzne podaję w przypisie<sup>114</sup>). W podręcznikach tych:

*warstwowej koncepcji wychowania Stefana Kunkowskiego*, Warszawa 2018; M. Pleskot, A. Staszewska-Mieszek, *Kocham przedszkole. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa 2018; M. Walczak-Sarao', D. Kręcisz, *Wesołe przedszkole i przyjaciele. Program wychowania i edukacji przedszkolnej*, Warszawa 2009; M. Rościszewska-Woźniak, *Dobry start przedszkolaka. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa 2010; I. Broda, *Od przedszkolaka do pierwszaka. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa 2010; B. Bilewicz-Kuźnia, T. Parczewska, *Ku dziecku. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa 2009; E. Tokarska, J. Kopała, *Zanim będę uczniem. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa 2009; J. Pytlarczyk, *W kręgu zabawy. Program wychowania przedszkolnego*, Warszawa 2009.

<sup>113</sup> Wady merytoryczne takich schematów omówiłem w punkcie 2.4 tego rozdziału.

<sup>114</sup> Przeanalizowano następujące podręczniki: M. Lorek, L. Wollman, *My i nasz elementarz. Podręcznik do szkoły podstawowej*, Katowice 2017; J. Faliszewska, G. Lech, *Ja i moja szkoła na nowo*, Warszawa 2017; A. Głuszniewska, K. Prus-Wirzbicka, D. Stryjewska, K. Szczepkowska-Szczęśniak, M. Zatorska, *Szkolna Trampolina*, Warszawa 2017; B. Mazur, B. Sokołowska, K. Zagórska, *Gra w kolory*, Warszawa 2017; E. Hryszkiewicz, B. Stępień,

- dominują opisy obserwacji i doświadczeń z intencją, że nauczyciel je zrealizuje z dziećmi, a potem pokieruje ich rozumowaniem tak, aby pojęły ruch obiegowy i obrotowy Ziemi i przyczynę powstawania faz Księżyca;
- znajdują się ilustrowane<sup>115</sup> teksty (np. opowiadania), w których omawia się podróże kosmiczne, oraz zbeletryzowane fragmenty z historii odkryć kosmicznych; od nauczyciela zależy, czy teksty te dzieci przeczytają w domu (na zasadzie pracy domowej), czy też będą czytane i omawiane w klasie.

W trakcie realizacji opisanych w podręcznikach doświadczeń i obserwacji, a także omawiania tekstów o tematyce kosmicznej, dzieci mają okazję posługiwać się takimi określeniami jak: ziemia, planeta, gwiazda, astronom, kosmonauta, rakieta i stacja kosmiczna, teleskop i galaktyka.

Wczytując się w opisy ćwiczeń i doświadczeń, a także analizując teksty zawarte w podręcznikach uznałem, że edukacja astronomiczna realizowana w klasach I–III przypomina *obrazki na wystawie*, wymienione fragmenty podręcznika dotyczą różnych zakresów wiedzy astronomicznej bez próby powiązania w sensowną całość. Przejdźmy do środków dydaktycznych preferowanych przez nauczycieli przedszkola i nauczania początkowego.

## ŚRODKI DYDAKTYCZNE NAUCZANIA ASTRONOMII W PRZEDSZKOLU I KLASACH I–III

Nauczyciele klas początkowych chętnie korzystają z plansz przedstawiających Ziemię i Układ Słoneczny (dołączanych przez wydawnictwa do pakietów edukacyjnych), a także z modelu kosmologicznego Ziemi (globus) oraz Układu Słonecznego (tellurium).

Globus przedstawia planetę Ziemię w sposób zbliżony do ustaleń naukowych. Pokazuje rzeczywisty kąt nachylenia osi obrotu Ziemi względem płaszczyzny ruchu wokół Słońca, które wynosi  $66,5^\circ$ , a także zbliżoną do rzeczywistości skalę wielkości i położenia np. kontynentów i miast względem siebie na powierzchni Ziemi. Mimo tych zalet model ten wywołuje czasami nieprawidłowe skojarzenia. Wiele zależy od tego, w jaki sposób

J. Winiecka-Nowak, K. Bielenica, M. Bura, M. Kwil, B. Lankiewicz, *Elementarz odkrywców*, Kraków 2017.

<sup>115</sup> Ilustracje te utrzymane są w konwencji obrazków z książek dla dzieci i powielają opisane przeze mnie graficzne skróty myślowe, uproszczenia i błędy. Więcej na ten temat opisałem w punkcie 2.4 tego rozdziału.

nauczyciel skorzysta z globusa w edukacji dzieci<sup>116</sup>. Na przykład stojak, na którym umocowany jest globus narusza wyobrażenie, że Ziemia unosi się w przestrzeni kosmicznej<sup>117</sup>. Na globusie – z oczywistych względów – nie uwzględnia się ziemskiej atmosfery, np. chmur. Utrudnia to dzieciom pojąć, że Ziemia otoczona jest warstwą atmosfery, a w konsekwencji zorientować się w zjawiskach atmosferycznych. Kolejny problem to konflikt w dziecięcych spostrzeżeniach dotyczących linii widnokregu z kulistością Ziemi, której modelem jest globus. Zapewne dobrze przygotowany nauczyciel poradzi sobie z tymi i innymi jeszcze kłopotami merytorycznymi i metodycznymi związanymi z używaniem globusa w edukacji.

W wielu szkołach znajduje się pomoc dydaktyczna zwana **tellurium**. Jest to model przedstawiający w sposób uproszczony Układ Słoneczny (Słońce i relację pomiędzy poruszającą się Ziemią i Księżycem)<sup>118</sup>. Jeżeli nauczyciel umie korzystać z tej pomocy dydaktycznej, zademonstruje dzieciom ruch Ziemi wokół Słońca i ruch Księżyca wokół Ziemi i Słońca oraz fazy Księżyca, zjawisko dnia i nocy oraz pór roku. Stosowanie tej znakomicie pomyślanej pomocy dydaktycznej ma także ujemne strony. Model ten obrazuje Ziemię jako kulę, dlatego nie musi być czytelny dla tych dzieci, które uważają, że Ziemia ma inny kształt (np. jest płaska). Ponadto w tellurium – z uzasadnionych powodów<sup>119</sup> – wymiary Słońca, Księżyca i planet odbiegają od rzeczywistych, wielokrotnie pomniejszonych. Wywołuje to błędne wyobrażenie wymiarów Układu Słonecznego.

## NAUCZYCIELSKIE METODY KSZTAŁTOWANIA WIEDZY ASTRONOMICZNEJ DZIECI

Edukację opisuje się poprzez cele, treści, środki dydaktyczne i metody. Cele, treści i środki dydaktyczne już przedstawiłem, przejdę więc do omówienia

<sup>116</sup> W niektórych przedszkolach w kąci przyrodniczym znajduje się globus. Z mojego rozeznania wynika jednak, że pełni on głównie rolę dekoracyjną. J.A. Jelinek, Kąci przyrodnicze w warszawskich przedszkolach. Oczami studentów kierunków wychowanie przedszkolne, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 4/2014, s. 49–55.

<sup>117</sup> Bardzo trudno dzieciom pokazać obiekt, który w ziemskiej grawitacji będzie unosił się tak jak Ziemia w kosmosie. Jak wszystkie przedmioty znajdujące się w otoczeniu upadają, tak samo będzie zachowywać się globus. Ale nauczyciel powinien to umieć wyjaśnić.

<sup>118</sup> Bywają telluria bogatsze o inne planety Układu Słonecznego.

<sup>119</sup> Niewłaściwe proporcje między obiektami budują nieprawidłowe wyobrażenie wielkości i odległości między obiektami. Więcej na ten temat pisałem w punkcie 2.4 tego rozdziału.



metod. W kształtowaniu wiedzy astronomicznej dzieci preferuje się obserwacje zjawisk, doświadczenia, omawianie specjalnie dobranych tekstów, plansz, ilustracji<sup>120</sup> i obrazów ruchomych. W poprzednich podrozdziałach omawiałem edukacyjne zalety i wady plansz i ilustracji oraz filmów animowanych, fabularnych i popularnonaukowych o tematyce astronomicznej. Trzeba jeszcze omówić rolę obserwacji i doświadczeń oraz posługiwanie się wyjaśnieniami w kształtowaniu wiedzy astronomicznej dzieci.

Zacznijmy od **obserwacji**. Stosowanie tej metody w nauczaniu astronomii jest szczególnie skomplikowane. Wynika to z faktu, że wnioski z bezpośredniej obserwacji obiektów i zjawisk astronomicznych bywają często sprzeczne z naukowymi. Przykładem może być omówiony wcześniej<sup>121</sup> konflikt pomiędzy obserwacją położenia Słońca w kolejnych częściach dnia – sugerującą ruch Słońca na nieboskłonie – z faktem, że Słońce jest stabilne a obserwowany efekt jest spowodowany ruchem obrotowym Ziemi<sup>122</sup>. Jednakże codzienna obserwacja – i to przez dłuższy czas – np. długości cienia jest konieczna, aby dzieci zorientowały się np. w kierunkach świata (północ–południe–wschód–zachód). Podobnie jest z obserwacją nieba nocą – bez niej trudno dzieciom ustalić położenie gwiazd na nieboskłonie. Tymczasem szybko następujące zmiany w warunkach życia i wychowaniu sprawiają, że dzieci coraz rzadziej mają okazję do prowadzenia takich obserwacji. Jasno oświetlone miasta uniemożliwiają obserwację gwiazd na niebie<sup>123</sup>, a wielu dorosłych nie zadaje sobie trudu, aby wspólnie z dzieckiem prowadzić systematyczne obserwacje. Tymczasem w kształtowaniu zarysów pojęć astronomicznych konieczna jest obecność dorosłego, wartość dziecięcych obserwacji zależy bowiem od tego, jak on kieruje spostrzeganiem i wnioskowaniem dziecka.

Niestety, nauczyciele od dziesiątków lat nie korzystają z walorów edukacyjnych obserwacji w kształceniu zarysów pojęć astronomicznych. Powodem jest drastyczne ograniczenie treści kształcenia, realizowanie ich w salach lekcyjnych i preferowanie papierowych źródeł informacji (pakiety edukacyjne) uzupełnianych słownymi wyjaśnieniami<sup>124</sup>.

<sup>120</sup> Problem uproszczeń znajdujących się w schematach Układu Słonecznego omówiłem w rozdziale 2.4. tego rozdziału.

<sup>121</sup> Więcej na ten temat pisałem w punkcie 2.1. tego rozdziału.

<sup>122</sup> O trudach intelektualnego rozwiązania tego konfliktu świadczy znane powiedzenie: *Kopernik zatrzymał Słońce, a poruszył Ziemię*.

<sup>123</sup> Problem ten omówiłem w punkcie 2.1. tego rozdziału.

<sup>124</sup> Problem papierowej edukacji szerzej omówiłem w artykule J.A. Jelinek, Grzechy edukacji przyrodniczej, których korzenie sięgają wychowania przedszkolnego i nauczania

Bohdan Korzeniewski<sup>125</sup> wskazuje na jeszcze jedną przyczynę. Twierdzi, że **nauczyciele często – z braku czasu – zadają uczniom do domu zalecenie obserwowania pozornego ruchu Słońca na niebie**. Nie dostrzegając absurdalności tego założenia... zalecają uczniom zaznaczyć w zeszytach ćwiczeń linię poruszania się Słońca na sferze niebieskiej<sup>126</sup>. Korzeniewski<sup>127</sup> twierdzi też, że aż 40% nauczycieli wskazuje dzieciom widnokrąg jako kształt koła, myląc horyzont z widnokręgiem. Błędem psychodydaktycznym Korzeniewski<sup>128</sup> nazywa skłonność nauczycieli do wyjaśniania kierunków świata na mapie bez jej zdejmowania ze ściany<sup>129</sup>. Innym błędem metodycznym jest wskazywanie ilustracji chłopca stojącego tyłem do obserwatora, co wymaga dodatkowo obrócenia całego obrazu.

Preferowanie przez nauczycieli papierowej edukacji nie dotyczy tylko oświaty polskiej. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez Eve Kikas (1998) w Estonii<sup>130</sup>. Celem jej badań było ustalenie skuteczności szkolnego sposobu nauczania dzieci (realizowanego w podobnej konwencji metodycznej do stosowanej w Polsce). Badano, jak dzieci pojmują zjawisko dni i nocy oraz pór roku. Kikas pytała te same dzieci (w pewnych odstępach czasu) o wyjaśnienie zjawiska dni i nocy oraz pór roku. Badanymi było 20 dzieci estońskich w wieku 10 lat (z klasy V). Dwa miesiące po zajęciach z astronomii dotyczących tych kwestii co drugie dziecko

w klasach I–III, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 2/2017, s. 71–78. Jednakże problem ten dotyczy także innych obszarów edukacji, np. edukacji matematycznej (E. Gruszczyk-Kolczyńska, *Papierowa matematyka, Matematyka. Czasopismo dla nauczycieli*, 1/2013, s. 44–53).

<sup>125</sup> B. Korzeniewski, *Kształtowanie pojęć geograficznych w nauczaniu początkowym*, Warszawa 1985. Z mojego rozeznania wynika, że w tej sprawie niewiele się zmieniło przez ponad ćwierć wieku.

<sup>126</sup> Na tym nie koniec, gdyż często tego typu zadania wykonuje się przy wprowadzeniu wcześniej kierunków świata. Nauczyciele popełniają przy tym wiele błędów. Między innymi to, że pozorny ruch Słońca na niebie wyjaśnia się na ilustracji, zamiast dążyć do przedstawienia dzieciom półkulistego sklepienia niebieskiego.

<sup>127</sup> B. Korzeniewski, *Kształtowanie pojęć geograficznych w nauczaniu początkowym*, dz. cyt., s. 116.

<sup>128</sup> Tamże, s. 78.

<sup>129</sup> Konsekwencją jest to, że uczniowie inaczej określają kierunki świata w realnym otoczeniu (północ–południe i wschód–zachód), inaczej posługując się mapą (*góra–dół* i *wschód–zachód*). Więcej na temat złożoności przenoszenia orientacji w trójwymiarowej przestrzeni na płaską kartkę papieru wyjaśnia E. Gruszczyk-Kolczyńska, *Dziecięca matematyka – dwadzieścia lat później*, Kraków 2015, s. 25–28, 37.

<sup>130</sup> E. Kikas, *The Impact of Teaching on Students' Definitions and Explanations of Astronomical Phenomena*, *Learning and instruction*, 8/1998, s. 439–454.

wyjaśniło pory roku, używając tego samego sformułowania co w książce: „Słońce ociepla półkulę południową i północną inaczej, ponieważ oś Ziemi jest pochylona, a Ziemia obraca się wokół Słońca”. Co trzecie dziecko wyjaśnienia dotyczące cyklu dnia i nocy utożsamiało z porami roku (myląc ruch obiegowy Ziemi z ruchem wokół własnej osi). **Po czterech latach, gdy uczniowie ci byli w IX klasie – tylko czterech z nich przypomniało sobie wytłumaczenie pór roku z klasy piątej.** Kikas doszła do wniosku, że klasyczna forma nauczania – preferująca oglądanie ilustracji i wyjaśnienia słowne podane uczniom do zapamiętania – jest nieefektywna w dłuższej perspektywie.

Pojawia się tu problem – dlaczego nauczyciele zrezygnowali z organizowania dzieciom sytuacji, w których mogłyby one obserwować realne obiekty na rzecz przybliżania im świata przedstawionego na planszach i obrazkach. Uważam, że są co najmniej dwa tego powody:

- plansze edukacyjne i ilustracje znajdujące się w pakietach edukacyjnych są tak realistyczne i barwne, że do złudzenia przypominają obiekty i zjawiska otaczającego świata. Na dodatek przedstawia się na nich to czego dzieci nie mogą zobaczyć *tu i teraz*. Dotyczy to szczególnie obiektów i zjawisk astronomicznych;
- łatwo z nich korzystać w edukacji szkolnej. Zamiast mozolić się z organizowaniem dzieciom np. wycieczki, wystarczy polecić im otworzyć zeszyt ćwiczeń na odpowiedniej stronie... i omówić ilustrację.

Zapewne z tych powodów współcześni nauczyciele wręcz *pokochali* papierową edukację. Na dalekim planie jest to, że jej efektem są często błędne ustalenia edukacyjne. Potwierdza to Iwona Majcher<sup>131</sup>, opisując działalność pedagogiczną nauczyciela, który prezentował dzieciom na zajęciach o kosmosie treści astronomiczne dalece odbiegające od naukowego wyjaśnienia. Pytany o przyczynę przyznał: „Nie czułem się pewnie, ucząc treści przyrodniczych”. Przykład ten dobrze ilustruje, do jakich zniekształceń pedagogicznych prowadzi preferowanie papierowej edukacji przez nauczycieli źle przygotowanych merytorycznie do prowadzenia dzieci od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych.

<sup>131</sup> I. Majcher, Czy księżyc świeci? Pytanie z pretekstem w tle. W: E. Szatan, D. Bronk (red.), *Gdyby Einstein współcześnie chodził do szkoły... Dziecko i twórczość w pedagogice wczesnoszkolnej*, Gdańsk 2008, s. 171–181.

Potwierdza to raport Instytutu Badań Edukacyjnych<sup>132</sup>, w którym stwierdzono, że „**większość nauczycieli przyrodników korzysta z gotowych propozycji zawartych w wybranym do realizacji podręczniku i dostosowanym do niego zeszytach ćwiczeń**”. A dla większości nauczycieli „**podręcznik jest głównym środkiem dydaktycznym stosowanym na lekcji**”... oznacza to, że za najczęstszą metodę nauczania uznaje się metodę słowną „**polegającą na pracy z tekstem**”<sup>133</sup>.

<sup>132</sup> *Podstawa programowa przedmiotów przyrodniczych w opiniach nauczycieli, dyrektorów szkół oraz uczniów*, Warszawa 2013. Raport wskazuje także, że wśród nauczycieli jest grupa „**aktywnych nauczycieli przyrodników**”, którzy „w dużym stopniu angażują się w przygotowanie lekcji według własnego pomysłu” (tamże, s. 244).

<sup>133</sup> Tamże, s. 246–247.

# 3 CO WIADOMO O MOŻLIWOŚCIACH I OGRANICZENIACH UMYSŁOWYCH DZIECI, KTÓRE MOGĄ UTRUDNIAĆ KSZTAŁTOWANIE WIEDZY ASTRONOMICZNEJ: WAŻNIEJSZE USTALENIA PSYCHOLOGICZNE I PEDAGOGICZNE

## 3.1 USTALENIA JEANA PIAGETA I STEFANA SZUMANA W ZAKRESIE TWORZENIA PRZEZ DZIECI WIEDZY O OBIEKTACH I ZJAWISKACH

Nim przedstawię ustalenia Jeana Piageta i Stefana Szumana, kilka uwag ogólnych. Konsekwencją wieloletnich badań nad procesem uczenia się jest teza, że ludzki umysł tworzy wewnętrzne struktury odpowiadające obiektom i zjawiskom świata zewnętrznego. Nazwano je **pojęciami**. Uznaje się, że pojęcia te tworzą swego rodzaju **strukturę**<sup>1</sup>, łącząc się w specyficzny sposób, tworząc wewnętrzny obraz otaczającego świata, zwany jego **reprezentacją**<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Więcej informacji: J. Piaget, *Równoważenie struktur poznawczych – centralny problem rozwoju*, Warszawa 1981, s. 85–138; S.L. Wygotski, *Wybrane prace psychologiczne II: dzieciństwo i dorastanie*, Poznań 2002; J.S. Bruner, *Poza dostarczone informacje*, Warszawa 1966; T. Matuszewski, *Psychologia poznania*, Gdańsk 2002, s. 295–331, 42; T. Matuszewski, Pojęcia, w: *Psychologia. Podręcznik akademicki*, tom 2, red. J. Strelau, Gdańsk 2004, s. 205–230; T. Matuszewski, *Psychologia poznania*, Gdańsk 2011, s. 315–356; E. Nęcka, J. Orzechowski, B. Szymura, *Psychologia poznawcza*, Warszawa 2006, s. 98–135; R. Vasta, M. Haith, S. Miller, *Psychologia dziecka*, Warszawa 2004, s. 295–298.

<sup>2</sup> Na przykład K. Najder (Schematy poznawcze w: M. Materska, T. Tyszka (red.), *Psychologia i poznanie*, Warszawa 1996, s. 38–60) definiuje reprezentację poznawczą jako „umysłowy odpowiednik obiektów – realnie istniejących, jak też fikcyjnych lub hipotetycznych.

Nabywanie pojęć jest ostatnim elementem umysłowego **procesu przetwarzania gromadzonych doświadczeń**<sup>3</sup>. Ważniejsze procesy poznawcze biorące udział w tworzeniu się pojęć to spostrzeganie, uwaga i pamięć oraz rozumowanie. Poznając nowy obiekt lub obserwując zjawisko, człowiek spostrzega, przetwarza informacje i zapamiętuje. Na tej podstawie buduje nowe pojęcie lub aktualizuje wcześniej już posiadane. Proces ten nazwano **uczeniem się**.

Posiadane pojęcia służą człowiekowi do rozumienia otaczającego świata i przewidywania co może się zdarzyć. Dzięki temu może czuć się bezpieczny w swoim otoczeniu – wszak rozumie zmiany, które w nim zachodzą. Bywa jednak, że w procesie poznawania obiektów i zjawisk człowiek nie potrafi rozpoznać niektórych cech lub poradzić sobie z ich bogactwem. Dlatego tworzone konstrukty pojęciowe bywają ubogie a połączenia międzypojęciowe pełne luk. W takich sytuacjach człowiek **uzupełnia brakujące informacje** tzw. danymi subiektywnymi, nie zawsze trafnymi. Oznacza to, że proces tworzenia nowych pojęć obejmuje zarówno dane prawdziwe, jak i subiektywne, nie potwierdzone empirycznie. Konsekwencją dominacji fałszywych danych jest tworzenie wiedzy niezgodnej z prawdą<sup>4</sup>. Jakże są tego skutki, wyjaśniłem w rozdziale 2.

Przejdźmy do ustaleń Jeana Piageta<sup>5</sup>. Rozpatruje on proces tworzenia wiedzy o świecie w kategoriach **asymilacji, akomodacji i równoważenia**

Obiektem reprezentacji może być przedmiot, osoba, kategoria lub relacja. Reprezentacja poznawcza zastępuje swój obiekt w procesach przetwarzania informacji<sup>6</sup>.

<sup>3</sup> P.H. Lindsay, D.A. Norman, *Procesy przetwarzania informacji u człowieka. Wprowadzenie do psychologii*, Warszawa 1984.

<sup>4</sup> A. Markowska M. Lechowicz, W. Grajowski, M. Chrzanowski, K. Spalik, J. Borgensztajn, E. Ostrowska, M. Musialik, Błędne przekonania w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 4/2014, s. 56–66.

<sup>5</sup> Podstawowymi pojęciami w koncepcji J. Piageta (*Równoważenie struktur poznawczych*, dz. cyt.) jest asymilacja, akomodacja i równoważenie struktur poznawczych. W sposób syntetyczny znaczenie tych określeń wyjaśnia współpracownica Jeana Piageta – Alina Szemińska (definicję podaje w przypisach do wydania polskiego, s. 201). Opisuje **asymilację** jako proces przechodzenia od wielokrotnego wykonywania takich samych czynności (Piaget nazywa go *asymilacją kumulującą*), poprzez włączanie nowych przedmiotów do posiadanego już schematu zmysłowo-ruchowego (*asymilacja uogólniająca*) po asymilację rozpoznawczą, określając ją jako zastosowanie nowych, odmiennych schematów. Piagetowskie rozumienie procesu **akomodacji i równoważenia struktur poznawczych** Alina Szemińska (J. Piaget, *Równoważenie struktur poznawczych*, dz. cyt., s. 196) przybliżyła w następujących słowach „... wszelkie struktury umysłowe (schematy zmysłowo-ruchowe, pojęcia, teorie) dążą do zachowania swej spójności. Jeśli nowe elementy lub zmiany środowiska nie dają się włączyć przez



**struktur poznawczych.** Tak ujęty proces uczenia się można także opisać jako nabywanie doświadczeń i tworzenie z nich **schematów poznawczych (reprezentacji)**. Każde nowe doświadczenie związane z poznawanym obiektem lub zjawiskiem jest włączone (dzięki asymilacji) do posiadanych już schematów. Proces ten wywołuje w posiadanych schemacie zmiany zwane akomodacją. Towarzyszy temu poczucie nazywane przez Piageta<sup>6</sup> **stanem nierównowagi**. Jest to dysonans między tym, co człowiek – także dziecko – już wie o danym obiekcie lub zjawisku, a nowo zdobytymi doświadczeniami. Jednym z efektów owej nierównowagi jest **dziecięca ciekawość** – silna potrzeba lepszego poznania obiektu lub zjawiska. Imperatyw ten sprawia, że dziecko jest niestrudzone w dążeniu do zebrania takiej liczby nowych doświadczeń, aby doznać miłego poczucia równowagi, czyli stworzyć w swoim umyśle nowy, bogatszy schemat danego obiektu lub zjawiska.

## USTALENIA JEANA PIAGETA DOTYCZĄCE SPECYFIKI ROZUMOWANIA DZIECI

Prowadzone przez dziesiątki lat badania nad dziecięcym rozumowaniem Jean Piaget opisuje w wielu monografiach<sup>7</sup>. Z ogromu tej wiedzy wybrałem te ustalenia, które dotyczą starszych przedszkolaków i młodszych uczniów. W tym okresie życia dzieci tworzą zadziwiające hipotezy dotyczą-

asymilację do już istniejącej struktury, zagrażając zachowaniu owej struktury, następuje wówczas jej reorganizacja (akomodacja). Dzięki tym procesom powstają nowe formy strukturalne. Niemniej poprzednie formy zachowują i funkcjonują skutecznie w takich samych jak poprzednie warunkach”.

<sup>6</sup> Określenie **stan braku równowagi** w rozumieniu Jeana Piageta definiuje Alina Szemińska jako „związane z nieskończone rosnącym prawdopodobieństwem w systemie ciągłym wymiany między układem nerwowym a środowiskiem. (...) Struktury poznawcze (...) osiągają maksymalnie stabilną równowagę, gdy posiadają zdolność do maksymalnej aktywności i są maksymalnie ‘otwarte’, co umożliwia największą wymianę ze środowiskiem zewnętrznym lub wymianę wewnętrzną dotyczącą wzajemnych oddziaływań struktur wewnętrznych umysłu” (J. Piaget, *Równoważenie struktur poznawczych*, dz. cyt., s. 206).

<sup>7</sup> J. Piaget, *Narodziny inteligencji dziecka*, Warszawa 1966a; J. Piaget, *Studia z psychologii dziecka*, Warszawa 1966b; J. Piaget, *Rozwój ocen moralnych dziecka*, Warszawa 1967; B. Inhelder, J. Piaget, *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*, Warszawa 1970; J. Piaget, *Strukturalizm*, Warszawa 1971; J. Piaget, *Dokąd zmierza edukacja*, Warszawa 1977; P. Fraisse, J. Piaget, *Inteligencja*, Warszawa 1967; J. Piaget, *Psychologia i epistemologia*, Warszawa 1977; J. Piaget, *Równoważenie struktur poznawczych*, Warszawa 1981; J. Piaget, *Mowa i myślenie dziecka*, Warszawa 1992; J. Piaget, B. Inhelder, *Psychologia dziecka*, Wrocław 1993; J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt.; J. Piaget, *Studia z psychologii dziecka*, Warszawa 2006.

ce kształtu Ziemi, wędrówki Słońca po niebie, faz Księżyca itd. Ponieważ ustalenia Piageta pozwalają zrozumieć możliwości i ograniczenia dziecięcego rozumowania, przytoczę ważniejsze z nich.

Na początek garstka historycznych wiadomości. Badania dotyczące dziecięcego rozumowania prowadzone przez Jeana Piageta zostały po raz pierwszy udostępnione w dwóch znakomitych monografiach opublikowanych w trzeciej dekadzie ubiegłego stulecia. Jest to monografia<sup>8</sup> *Mowa i myślenie dziecka* (1923) oraz *Jak sobie dziecko świat przedstawia*<sup>9</sup> (1926). Zmieniły one – w sposób zasadniczy – wiedzę o dziecięcych możliwościach poznawania i tworzenia wiedzy o swoim otoczeniu i tym, co się w nim znajduje. Podstawą była wieloletnia obserwacja funkcjonowania kilkanaściorga dzieci i analiza ich rozumowania w zakresie pojmowania przez nie zmian w wybranych obszarach rzeczywistości, w tym także w zakresie astronomii<sup>10</sup>.

Piaget przyjął założenie, że dziecko poznając otoczenie oprócz gromadzenia informacji z bezpośrednich doświadczeń tworzy system przekonań, także o obiektach i zjawiskach astronomicznych. Przekonania te mogą być efektem luźnego kojarzenia (tzw. synkretyzm<sup>11</sup>) spostrzeżeń lub przemyśleń dotyczących np. funkcjonowania obiektów bądź istoty zjawisk atmosferycznych. Piaget ustalił, że dzieci nie tłumaczą zjawisk w swoim otoczeniu w sposób analogiczny do dorosłych, a wręcz odwrotnie, nadają im nierealny sens, chociaż spójny – jeżeli przyjmie się dziecięcy punkt widzenia.

Warto tu dodać, że Piaget doszedł do tych ustaleń, prowadząc badania metodą rozmowy z dziećmi na sposób sokratejskiej metody majeutycznej<sup>12</sup>.

<sup>8</sup> Jean Piaget publikował książkę *Mowa i myślenie dziecka* jako pierwszą z serii publikacji „Badania nad logiką dziecka”. Drugi tom tej serii to *Sąd i rozumowanie u dziecka* (1924). W Polsce, książka *Mowa i myślenie dziecka* ukazała się po raz pierwszy w roku 1929 (wydawnictwo Książnica-Atlas, Lwów). Wznowienie tej publikacji datowane na rok 1992 uwzględnia korekty wprowadzone przez Jeana Piageta do wydania francuskiego z 1931 roku.

<sup>9</sup> Publikacja *La représentation du monde chez l'enfant* (1926). Pierwsze polskie jej wydanie jest opatrzone datą 1930 i zostało zatytułowane *Jak sobie dziecko świat przedstawia* (Książnica-Atlas, Warszawa). W roku 2006 ukazało się wznowienie tej książki pod nieco zmienionym tytułem *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt.

<sup>10</sup> Opisał je w podrozdziale *Pochodzenie ciał niebieskich* J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt., s. 197–219).

<sup>11</sup> L. Wygotski, *Wybrane prace psychologiczne*, dz. cyt.

<sup>12</sup> **Maieutyka** (W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, Warszawa 2003, s. 76) to metoda rozmowy stworzona przez Sokratesa, której celem jest poszukiwanie prawdy przez wypytywanie. Piaget przyjął, że w trakcie takiej rozmowy dziecko uzmysławia granice swojej wiedzy i tworzy dalsze hipotezy, ujawniając swój sposób myślenia. Prowadząc z dziećmi

W trakcie tak prowadzonej rozmowy dostrzegał, że dzieci powołują się na zasłyszane od dorosłych zwroty lub pod wpływem swojej fantazji zaczynają tworzyć niedorzeczne opowiadania. Wypowiedzi dzieci podzielił na: przekonania zasugerowane, zmyślane i *byle jakie* (np. wynikające ze zmęczenia)<sup>13</sup>. Wydzielił też wypowiedzi świadczące o specyfice procesu myślenia dzieci i te ocenił jako szczególnie cenne. Zaliczył do nich:

- przekonania samorodne, odznaczające się stałością i odpornością na sugestię np. prowadzącego badania. Przekonania te wywodzą się z wcześniej zgromadzonej wiedzy o obiekcie lub zjawisku, o którym dziecko mówi;
- przekonania dotyczące obiektów i zjawisk, z którymi dziecko dotąd nie miało do czynienia lub nie zastanawiało się nad nimi. Przekonania te są tworzone przez dziecko *ah hoc* pod wpływem chwili lub zadanego pytania.

Piaget zauważył, że wraz z wiekiem dziecka zwiększa się liczba odpowiedzi wywodzących się z tych wyjaśnień, którymi dziecko dysponuje. Jest to efekt budowania własnych przekonań dotyczących obiektów i zjawisk w otoczeniu. Stwierdził m.in., że dwu- i trzyletnie dzieci zaczynają wyjaśniać funkcjonowanie obiektów w swoim otoczeniu, zastanawiają się skąd one pochodzą i przypisują im świadomość. Tworzone przez dzieci wyjaśnienia tak daleko odbiegają od realiów, że nazwał je **myśleniem magicznym**. Dzieci wierzą w to, że posiadają taką moc, iż mogą oddziaływać na zjawiska przyrodnicze, np. wpływać na ruch chmur, czy zmienić wędrówkę słońca po niebie<sup>14</sup>.

Piaget rozróżnił kilka faz myślenia magicznego. W fazie pierwszej (nazwanej *fazą partycypacji gestów i rzeczy*) dziecko uważa, że wykonując pewne czynności, może zmieniać zachowanie obiektów. Uważa na przykład, że słońce jest skłonne do podążania za nim<sup>15</sup>, a gestem dłoni może zatrzymać chmurę na niebie. Jest to – zdaniem Piageta – efekt synkretyzmu, a więc

takie rozmowy, badający może więc zorientować się w aspektach, które dziecko bierze pod uwagę, tworząc wyjaśnienia. Dzięki temu można osądzić, w jakim stopniu teoria formułowana przez dziecko jest oparta na prawdziwych lub fałszywych przemyśleniach.

<sup>13</sup> Por. J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt., s. 14–36.

<sup>14</sup> Tamże, s. 131–151.

<sup>15</sup> Tego typu myślenie często wynika z dostrzeżonych relacji. J. Piaget (tamże) wyjaśnia to tak: idąc wzdłuż brzegu jeziora, dziecko może dostrzec odbijające się w nim światło słońca. Wykonując kilkanaście kroków w jednym kierunku dostrzega, że Słońce wciąż świeci na niego, a tym samym dochodzi do wniosku, że poruszając się, wprawia Słońce w ruch.

tendencji dzieci do wyjaśniania zjawisk poprzez proste, obserwowalne relacje i skutki, bez szukania innych przyczyn.

Nieco bardziej skomplikowany rodzaj myślenia magicznego dziecko ujawnia w *fazie partycypacji myśli i rzeczy*. Ustalił, że niektóre dzieci twierdzą, iż mogą zmieniać otoczenie, wyłączając myśląc o czymś. Na przykład intensywnie myśląc o chmurach, są w stanie zmienić ich położenie na niebie. Gdy dzieci dostrzegą, że nie wszystkie zjawiska są w stanie zmieniać, dochodzą samodzielnie do wniosku, że zmieniają je osoby o większych możliwościach sprawczych. Wówczas proszą np., by rodzice *wyłączyli* burzę panującą na dworze, gdyż przypisują im większą władzę<sup>16</sup>. Kierując się tą samą zasadą, dziecko w myślach nakazuje, aby deszcz przestał padać. Taki sposób rozpatrywania otoczenia ma cechy dziecięcego egocentryzmu (dziecko uważa, że jest w centrum świata i wszystko co znajduje się w otoczeniu, ma jemu służyć) oraz rodzącego się przeświadczenia, że otaczający świat funkcjonuje raczej według człowieczej woli, a nie według praw fizycznych.

Ostatnia faza myślenia magicznego – zdaniem Piageta – ujawnia się w czasie, gdy dziecko zaczyna uświadamiać sobie, że swoim oddziaływaniem nie jest w stanie wpływać na otoczenie. Jest wówczas skłonne przypisywać obiektom wolę jeśli chodzi o funkcjonowanie: np. dochodzi do wniosku, że skoro ono ani dorośli nie są w stanie *tu i teraz* zmieniać świata to, otaczający świat zmienia się sam według własnej woli. W tym czasie dzieci są przekonane, że przedmioty w otoczeniu są żywe i świadome, same decydują o swoim zachowaniu.

Taki sposób rozumowania charakteryzuje dzieci ok. 4.–5. roku życia. Tendencję do ożywiania świata przedmiotów Piaget określił jako **animizm** (z języka łacińskiego *anima, dusza*). Zauważył, że dzieci w tym okresie swego życia twierdzą, że to chmury decydują, w którą stronę chcą płynąć. Oto przykład zmian w myśleniu o Słońcu na niebie:

- jeżeli wcześniej dziecko uważało, że Słońce świeci dla niego, żeby mu było ciepło (myślenie magiczne) ponieważ ono tego chce, aby było mu ciepło;
- to teraz jest pewne, że Słońce świeci, ponieważ ono chce, aby było jasno na ziemi (animizm).

Zmiana myślenia z magicznego na animistyczne dowodzi, że pod wpływem nowych informacji i przebudowy istniejącej struktury poznawczej

<sup>16</sup> Myślenie magiczne ujawnia się szczególnie silnie w chwili obawy i wyrzutów sumienia (np. gdy dziecko wykona coś złego uważa, że rodzice już o tym wiedzą).

dzieci budują nowy, bardziej adekwatny – choć jeszcze daleki od naukowego – sposób wyjaśniania świata. W późniejszych latach dzieci ponownie zmieniają swój pogląd i przypisują np. przedmiotom uległość względem oddziałujących na nie sił, np. siły grawitacji. Na zmianę tę ma już wpływ edukacja domowa i szkolna.

Skupmy się na dziecięcych rozumowaniach, z których wynika, że wszystkie obiekty są żywe i świadome, w tym także słońce i księżyc. By upewnić się w takim rozumowaniu, dzieci poszukują informacji – traktując je jako wskaźniki – potwierdzających, że obiekty i zjawiska są żywe i mają świadomość. Takim wskaźnikiem jest dla dzieci posiadanie oczu, ust, uszu i nosa (bo ludzie, istoty żywe, je mają). Dlatego rysując słońce, chmury, kwiaty, dzieci zaznaczają oczy, nos i uśmiechniętą buzię.

Kolejnym wskaźnikiem utwierdzającym dzieci w tych poglądach jest doświadczenie ruchu obserwowanych obiektów. Pod jego wpływem ograniczają liczbę obiektów, które są żywe i mają świadomość. Dlatego uważają, że kamień nie jest żywy, ale żywe jest słońce, księżyc i chmury, ponieważ obserwują pozorny ruch Słońca na niebie i zmiany położeniu Księżyca, przesuwanie się chmury itd.

Z czasem – i pod wpływem domowej i szkolnej edukacji – odniesienie do życia i świadomości ponownie ograniczają do tych obiektów, które poruszają się własnym ruchem. Oznacza to, że zakres życia i świadomości dzieci zawężają do istot żywych – zwierząt i ludzi, rzadko do roślin. Co do kształtowania się dziecięcej wiedzy astronomicznej dodam, że w tym okresie dzieci dochodzą do wniosku, że Słońce i Księżyc tylko pozornie chodzą za nim i jest to tylko złudzenie spowodowane stałym ruchem obiektów na niebie.

Na podstawie wnikliwej analizy dziecięcych pytań oraz odpowiedzi dorosłych, które satysfakcjonują pytające dziecko, Piaget ustalił<sup>17</sup>, że nieco później od pytań o życie i świadomość obiektów i zjawisk dzieci zadają pytania o ich pochodzenie. Początkowo uważają, że wszystko dookoła zostało zrobione przez człowieka lub Boga. Ponieważ dzieci w równym stopniu odnoszą pochodzenie przedmiotów do obiektów sztucznych jak i żywych, Piaget określił tę cechę dziecięcego myślenia jako **artyficyjalizm** (*artificial* z języka francuskiego oznacza *sztuczny*). Stwierdził m.in., że zanim dzieci przyjmą wyjaśnienie zgodne z rzeczywistością o naturalnym pochodzeniu obiektów niebieskich, w swoim myśleniu przechodzą przez stadia pośrednie, wskazując w pewnym okresie, że ciała naturalne mają pochodzenie

<sup>17</sup> J. Piaget, *Mowa i myślenie u dziecka*, dz. cyt.

na wpeł sztuczne i na wpeł naturalne. W przypadku pochodzenia kwadr Księżyca dzieci – jak wskazuje Piaget<sup>18</sup> – uważają początkowo, że naturalny satelita sam zmienia swój kształt, lub robią to ludzie, którzy nieustannie go zakopują lub odkopują po to, aby można było oglądać jego zmienne oblicze. Z czasem dzieci zmieniają swoje wyjaśnienie tłumacząc, że księżycowe kwadry są wynikiem po części naturalnego procesu, a po części wynikiem sztucznych zmian („bo się je poprawia”, „on okrągłeje, a potem robi się do połowy”<sup>19</sup>). Podam przykład fragmentu rozmowy Piageta z pięcioletnim chłopcem<sup>20</sup>:

„Jaki jest Księżyc? – *Całkiem okrągły* – Zawsze? – *Nie, czasem jest połowa*. – Dlaczego połowa? – *Bo czasem go pocięto*. – Wierzysz w to? – *Wierzę*. – Dlaczego go pocięto? – *Aby był jeszcze ładniejszy*. – Kto go pociął? – *Panowie*. – Czy Księżyc może znów stać się okrągły? – *Nie. Później pójda po inne Księżyce, które są połówkami, a potem zrobią cały Księżyc*”.

Chłopiec uważa, że Księżyców jest wiele, a zmiana kształtu jest efektem łączenia i rozcinania tarczy naturalnego satelity. Na podstawie zdobytych informacji chłopiec zbudował teorię na miarę swoich możliwości. Nie wie, jaka jest relacja między poszczególnymi fazami. Dziecku wyraźnie brakuje informacji o ruchu obiegowym Księżyca względem Ziemi oraz orientacji w zakresie odległości naturalnego satelity względem planety. Brak tych danych może powodować, że tworzy nieprawdziwą teorię, która może mieć swoje konsekwencje w zrozumieniu kolejnych zjawisk, np. zjawiska przemienności dnia i nocy.

Przykładem jest artycyjalistyczne wyjaśnienie przez dzieci zjawiska przemienności nocy i dnia<sup>21</sup>: *...bo po dniu robi się ciemno; ...bo małe dzieci muszą iść spać*. Z czasem wyjaśnienia dotyczące nocy i dni przyjmują formę na wpeł naturalną i sztuczną np. *noc jest jedną czarną chmurą, która zastania dzień*. Bywa też, że wyjaśniają noc jako efekt „zniknięcia” Słońca. W tej konwencji utrzymane są też wyjaśnienia dotyczące pochodzenia chmur. Początkowo dzieci tłumaczą, że chmury są czymś stałym, co można dotknąć (*są z kamieni, z ziemi*), potem w wyjaśnieniach pojawiają się kominny i dzieci tłumaczą, że dymy wydobywające się z kominów są powodem istnienia

<sup>18</sup> J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt., s. 199–216.

<sup>19</sup> Tamże, s. 131–151.

<sup>20</sup> Tamże, s. 219.

<sup>21</sup> Tamże, s. 217–218.



chmur na niebie („gdyby nie było domów, to nie byłoby chmur”<sup>22</sup>). Ostatecznie dochodzą do wyjaśnienia całkowicie naturalnego: chmura jest traktowana jako obłok pary.

Oto inny przykład rozumowania dziecka podany przez Piageta<sup>23</sup>. Dotyczy on alternatywnego wyjaśnienia cyklu dnia i nocy. Dziecko wyjaśniło, że kiedy w Europie była noc, w Ameryce był dzień. Okazało się jednak, że u podstaw tego wyjaśnienia nie było rozumienie efektu obrotu Ziemi, lecz dziecko dysponowało wyobrażeniem Ziemi jako „warstwowego ciasta”: pod płaską ziemią-Europą jest płaska ziemia-Ameryka, a w nocy słońce opadło przez warstwę europejską i oświetliło dolną warstwę amerykańską. W rozumowaniu dziecko połączyło swoją wiarę, że Ziemia jest płaska, z informacjami przekazanymi przez dorosłych, że kiedy jest noc w Europie, jest to dzień w Ameryce.

Apogeum myślenia animistycznego i artyficyalistycznego przypada zdaniem Piageta na przełom 4.–5. roku życia dzieci, ale poglądy te mogą utrzymywać się nawet do 12. roku życia<sup>24</sup>.

Aktywność wywołaną takim imperatywem Stefan Szuman<sup>25</sup> nazywa **działaniem poznawczym**, kierowanym przez dziecko na nowo poznawany obiekt lub zjawisko. W ten sposób dąży ono do rozpoznawania i porównywania tego, co w danej chwili poznaje z tym, co wcześniej wiedziało. Dzięki zaangażowaniu zmysłów (np. patrzenie, dotykanie) i działaniu (np. manipulacja) tworzy w swoim umyśle nową, bogatszą wersję poznawanego obiektu i zjawiska.

Jednocześnie dziecko stawia dorosłemu pytania dotyczące tego, z czym się styka i co poznaje. To, co jest szczególnie cenne w ustaleniach Szumana, dotyczy włączania wyjaśnień dorosłego do konstruowanego systemu wiedzy przez pytające dziecko. Otóż ustalił on, że:

- dziecko stawia pytania dorosłemu, gdy jest zaniepokojone tym, że czegoś nie wie i spodziewa się, że dorosły to wyjaśni;
- odpowiedź dorosłego włącza do swojego rozumowania, doznając poczucia *już wiem*.

<sup>22</sup> Tamże, s. 232.

<sup>23</sup> Tamże, s. 228–229.

<sup>24</sup> Tamże, s. 184–196.

<sup>25</sup> Por. S. Szuman, *Rola działania w rozwoju umysłowym małego dziecka*, Wrocław 1955, s. 79–98. Rozprawa ta została umieszczona w publikacji S. Szuman, *Dzieła wybrane*, tom 1, dz. cyt., s. 58–99.

Wyjaśnienia podawane przez dorosłego dziecko traktuje jako uzupełnienie swojej osobistej wiedzy. Dlatego przyjmuje wyjaśnienia dorosłego jako prawdziwe, nie sprawdzając ich i nie poddając weryfikacji. Takie społeczne wzbogacanie posiadanej wiedzy przez dzieci jest bliskie poglądom Wygotskiego, które omówię w następnym podrozdziale.

Mimo niewątpliwej wartości naukowej i edukacyjnej ustalenia Szumana są rzadko cytowane przez współczesnych pedagogów i psychologów. Chcąc to chociaż częściowo zmienić, przedstawiam szczególnie cenne – moim zdaniem – przemyślenia tego autora z zapomnianej niestety publikacji *Osobowość i charakter*<sup>26</sup>. „W dzieciństwie przyswajamy sobie poglądy naszego otoczenia i środowiska w sposób mimowolny, bezwiedny, bezkrytyczny. Gromadzimy w ten sposób trzon pojęć o najróżniejszych rzeczach i poglądów w różnej dziedzinie, który stanowi punkt wyjścia, rozwoju i rozgałęzienia się naszych późniejszych poglądów osobistych. Na ogół jednak dziecko nie wie, że ma poglądy, i właściwie jeszcze ich nie posiada bo nie reprezentuje ich, tj. nie ściera się swymi poglądami z otoczeniem i nie walczy o swe poglądy, przeciwstawiając je innym poglądom (...) Kto widzi coś, nie wiedząc jak widzi, nie ma poglądu na to, że widzi inaczej od drugich, że to jest jego punkt widzenia, jego osobisty pogląd. Aby zdać sobie sprawę z odrębności swoich zapatrywań, trzeba je skonfrontować z innymi zapatrywaniami, a to następuje zwykle dopiero w okresie dojrzewania i młodości wskutek ścierania się woli młodych z przekonaniami dorosłych (...) Poglądy młodych są też ich poglądami głównie dzięki przeciwstawności, są rewolucyjne, burzące poglądy „przestarzałe”. (...) Poglądy pokolenia dojrzałego urabia przede wszystkim doświadczenie, czyli korektura wysuniętych w wieku młodości na plan pierwszy poglądów – przez doświadczenie (...) Im więcej prób i zwycięskich starć przeszedł dany czyjś pogląd tym więcej się gruntuje, tym bardziej staje się przekonaniem ugruntowanym i gruntownym. Im bardziej się zbliża do prawdy, tym pogląd staje się przekonaniem prawdziwszym”. Dalej dodaje: „Dojrzałe poglądy opierają się na trafnych, ścisłych pojęciach, a te znów na prawdziwych sądach. Pojęć takich nie wytwarzają umysły ograniczone, powierzchowne, niekonsekwentne, nieprzenikliwe, mało krytyczne, naiwne. One to właśnie idą ślepo śladami przestarzałej już tradycji i trzymają się kurczowo panującej opinii, są naiwnie ortodoksyjne i uparcie dogmatyczne albo też produkują poglądy fantastyczne, chimeryczne, sprzeczne

<sup>26</sup> S. Szuman, *Osobowość i charakter*, Warszawa 2014, s. 249–257.

same w sobie (...) Aby zdobyć przekonania słuszne, trzeba poza rozumem jeszcze odwagi, obiektywizmu, dobrej woli i uczciwości”.

## 3.2 SPOŁECZNY KONTEKST BUDOWANIA DZIECIĘCEJ WIEDZY ASTRONOMICZNEJ – W PERSPEKTYWIE USTALEŃ LWA S. WYGOTSKIEGO

O nieprzemijającej wartości ustaleń Lwa S. Wygotskiego<sup>27</sup> świadczy to, że są cytowane i interpretowane w publikacjach z dziedziny psychologii dziecka. Na przykład Rudolf Schaffer w *Psychologii dziecka*<sup>28</sup> podaje współczesne odczytanie ustaleń Wygotskiego w rozdziale *Dziecko jako praktykant*. Korzystam z nich w *Dziecięcej astronomii*, gdyż pomagają mi one w ustaleniu roli dorosłych w kształtowaniu się dziecięcej wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych.

Lew Wygotski wskazał m.in., że dziecko dziedziczy tzw. **narzędzia kulturowe**<sup>29</sup> w formie osiągnięć technologicznych (np. mapy, globus, telurium) oraz systemu pojęć, symboli i teorii naukowych. Opanowanie tych *narzędzi kulturowych* pomaga dziecku efektywniej funkcjonować w życiu społecznym i korzystać z istniejących udogodnień technicznych i społecznych<sup>30</sup>. Problem w tym, że dzieci stosunkowo łatwo korzystają z tych udogodnień, ale mają spore trudności w zrozumieniu tak zwanej wiedzy teoretycznej, która im towarzyszy i jest przekazywana przez dorosłych<sup>31</sup>.

Najbliżsi dorośli z otoczenia dzieci mają naturalną skłonność sprawowania opieki nad nimi, służenia im pomocą i radami. Natomiast dzieci

<sup>27</sup> W Polsce ukazały się następujące publikacje L.S. Wygotskiego: *Nowe kierunki psychologii. I, Psychologia strukturalna* (Lwów 1936), *Narzędzia i znak w rozwoju dziecka*, dz. cyt., *Mowa i myślenie*, Warszawa 1989), *Wybrane prace psychologiczne*, dz. cyt.). Zawierają one wyniki badań nad rozwojem umysłowym dziecka wraz z interpretacją Wygotskiego. Dodam, że badania te zostały zrealizowane w drugim i trzecim dziesięcioleciu ubiegłego stulecia. Mimo to nie tracą na aktualności, a sposób w jaki autor rozpatruje proces uczenia się dzieci, stanowi inspirację do podejmowania pogłębionych badań.

<sup>28</sup> H.R. Schaffer, *Psychologia dziecka*, dz. cyt., s. 216–245.

<sup>29</sup> L. Wygotski, *Narzędzie i znak w rozwoju dziecka*, dz. cyt.

<sup>30</sup> R. Schaffer odczytując na nowo teorię Lwa Wygotskiego, napisał: „opanowanie tego typu narzędzi pomaga dzieciom wieść życie w określony sposób, uznawany przez społeczeństwo za skuteczny i właściwy” (R. Schaffer, *Psychologia dziecka*, dz. cyt., s. 219).

<sup>31</sup> E. Filipiak, *Z Wygotskim i Brunerem w tle: słownik pojęć kluczowych*, Bydgoszcz 2011, s. 63.

dysponują zdolnościami czerpania z tych pomocy i ich wskazówek<sup>32</sup>. Jednakże przeszkodą w takim porozumiewaniu się jest to, że dorośli mówiąc do dzieci, rzadko biorą pod uwagę ich możliwości i ograniczenia umysłowe. Utrudnia to porozumiewanie się (negocjowanie) w kwestii znaczenia zwrotów i słów. Język dorosłych nasycony jest bowiem symbolami, których zrozumienie dokonuje się w wyniku negocjowania znaczeń<sup>33</sup>. Gdyby dorośli wsłuchiwali się uważniej w dziecięce pytania i właściwie odpowiadali na nie, kłopoty w porozumiewaniu byłyby zdecydowanie mniejsze. Tak się jednak rzadko dzieje; wyjaśniłem to wcześniej, przedstawiając relację pomiędzy dziecięcymi pytaniami a odpowiedziami dorosłych.

Zjawisko kłopotów w porozumiewaniu się dorosłych z dziećmi Wygotski określa **strefą oddalonego rozwoju**<sup>34</sup> w kontraście do **strefy najbliższego rozwoju**<sup>35</sup>, która warunkuje dobre efekty procesu uczenia się w relacji dziecko–dorosły. *Strefa oddalonego rozwoju* w porozumiewaniu pojawia się, gdy przekazywane treści przekraczają znacząco aktualne możliwości poznawcze dziecka. Sprawia to, że nie jest ono w stanie pojąć tych treści. Dodam, że zakres aktualnych możliwości dziecka (wyznaczonych strefą najbliższego rozwoju) wyznaczają pytania, jakie ono kieruje do dorosłego<sup>36</sup>. Pytania te odnoszą się do zagadnień, które dzieci są w stanie pojąć, a więc przyjąć i uporządkować w swoim umyśle. Trzeba tu podkreślić, że informacje podawane w ramach strefy oddalonego rozwoju mogą być – zdaniem Wygotskiego – bardziej zrozumiałe dla dzieci, jeżeli dorosły przedstawi im je w nieco uproszczonej wersji, uzupełniając je doświadczeniami bądź znanymi dzieciom przykładami. Wówczas mogą zmieścić się w dziecięcej *strefie najbliższego rozwoju* i zostać przyswojone przez dziecko.

W tym miejscu chciałbym poświęcić nieco uwagi przechodzeniu w rozumowaniu dzieci z intuicji do zarysu wiedzy, z wiedzy potocznej do naukowej. Wyróżnić tu można **tworzenie pojęć potocznych i naukowych**. Wygotski<sup>37</sup> zauważył, że pojęcia naukowe nie wynikają z potocznych tylko kształtują się równoległe<sup>38</sup>. Pojęcia potoczne nazwał spontanicznymi i są one – zdaniem autora – kształtowane w sposób przypadkowy, zaś naukowe

<sup>32</sup> R. Schaffer, *Psychologia dziecka*, dz. cyt., s. 222.

<sup>33</sup> J. Bruner, *Kultura edukacji*, Kraków 2006, s. 30.

<sup>34</sup> L.S. Wygotski, *Wybrane prace psychologiczne*, dz. cyt., s. 531–547.

<sup>35</sup> Tamże, s. 531–547.

<sup>36</sup> Zwrócił na to uwagę S. Szuman, *Rozwój pytań dziecka...*, dz. cyt.

<sup>37</sup> L. Wygotski, *Mowa i myślenie*, Warszawa 1934, s. 372 i nast.

<sup>38</sup> Tamże.

nie są przez dzieci przyswajane w sposób mechaniczny<sup>39</sup>. Ustalił<sup>40</sup>, że dzieci dysponując pojęciami spontanicznymi, lepiej charakteryzują konkretny obiekt lub zjawisko, natomiast trudniej im słownie prawidłowo je zdefiniować (opisać najważniejsze cechy). Odwrotnie jest w przypadku pojęć naukowych. Odwołując się do tego typu pojęć, dzieciom łatwiej jest podać właściwe cechy przedmiotu, niż wytypować ten, który stanowi ich konkretyzację. Ponadto pojęcia spontaniczne dzieci budują w realnych sytuacjach, gdy mają bezpośredni dostęp do obiektów i zjawisk. Natomiast w tworzeniu wiedzy naukowej większą rolę odgrywa pośrednie poznawanie świata, a więc poprzez informacje podawane przez dorosłych, zawarte w podręcznikach, publikacjach popularnonaukowych itd. Wyjaśniłem to w rozdziale 2.

Rozwój naukowego pojmowania świata ściśle zależy od posiadanej już struktury pojęciowej. Zdaniem Wygotskiego<sup>41</sup> proces tworzenia się struktury pojęć odbywa się na zasadzie relacji skojarzeniowych. W trakcie dojrzwania umysłowego dzieci tworzą pojedyncze lub bardziej złożone skojarzenia, kierując się relacjami przyczynowo-skutkowymi lub kontekstem sytuacyjnym. Proste **uogólnione spostrzeżenia** tworzone przez dzieci Wygotski nazywa *synkretami*, a bardziej złożone *konkretami*, gdyż pełnią one rolę **uogólnionych wyobrażeń**<sup>42</sup> i stanowią bazę do kształtowania się *przedpojęć* i *pojęć*. Cechą *synkretów* i *konkretów* jest – jego zdaniem – niehierarchiczny sposób porządkowania informacji, natomiast *przedpojęcia* i *pojęcia* tworzą relacje dwustopniowe (góra–dół), a *pojęcia* wielostopniowe relacje ogólności i szczegółowości<sup>43</sup>. Zdaniem Wygotskiego rozwijanie się pojęć naukowych dokonuje się na zasadzie stałego uogólniania. Przy czym umysł dziecka nie

<sup>39</sup> Tamże, s. 200–218.

<sup>40</sup> Wygotski analizując niebezpieczeństwa związane z kształtowaniem się pojęć wskazuje, że gdy nauczyciel odwołuje się do pojęć spontanicznych dzieci, te mają duże trudności w budowaniu na ich podstawie uogólnionych wniosków. Na przykład dokonując w sposób przypadkowy obserwacji Słońca, Księżycy i gwiazd, dzieciom trudno będzie na ich podstawie zbudować uogólnione wnioski. Podobne trudności będą miały dzieci, których pojęcia mają charakter naukowy jednak będzie się od nich oczekiwać praktycznego ich zastosowania (tamże, s. 372–401).

<sup>41</sup> Tamże, s. 394–396.

<sup>42</sup> Tamże.

<sup>43</sup> Relacje pojęciowe budowane w umyśle ujawniają się w mowie dziecka. I tak np. myślenie synkretyczne uwidacznia się w bezpośrednim łączeniu informacji. Jest to tendencja do łączenia informacji dostępnych w sposób bezpośredni, na zasadzie prostych analogii. Na przykład dzieci często łączą ze sobą informacje, które nie mają ze sobą nic wspólnego poza jednością czasu i miejsca.

przekreśla poprzedniego sposobu myślenia czy wcześniejszych wyobrażeń, a jedynie obok nich konstruuje nowe.

W podobny sposób rozwój struktury pojęciowej, a więc reprezentacji<sup>44</sup>, opisał Jerome S. Bruner<sup>45</sup>. Ustalił, że **w umyśle dziecka budowana jest nie jedna, ale kilka różnych reprezentacji**. Pierwsza z nich pojawia się bardzo wcześnie i związana jest z poznawaniem zmysłowym. Tę reprezentację nazywał enaktywną (*enactiv*)<sup>46</sup>. Autor tłumaczy, że pierwsze odzwierciedlenie świata w umyśle dziecka to efekt gromadzonych i porządkowanych informacji zmysłowych. Zdaniem Brunera ta forma uczenia się nie zanika<sup>47</sup>, w miarę rozwoju niejako równolegle zaczyna się ujawniać druga forma – **reprezentacja ikoniczna** (*iconic*). Jest to obrazowe odzwierciedlenie świata w umyśle:

- ile na pierwszym poziomie reprezentacji dzieci poznawały świat głównie w chwili, gdy miały do niego bezpośredni dostęp, mogły go dotykać i manipulować nim;
- o tyle ma poziomie *reprezentacji ikonicznej* nie muszą już bezpośrednio dotykać przedmiotu, aby go poznawać. Wystarczy, że będą na niego patrzeć.

Tymi sposobami poznawania obiektów dysponują dzieci już w pierwszym roku życia. Towarzyszy temu rozwijająca się zdolność koncentracji uwagi na tym, co znajduje się w najbliższym otoczeniu. Istotne jest także to, że opisane sposoby poznawania świata wzajemnie się uzupełniają, gdyż inne informacje dziecko gromadzi za pośrednictwem dotyku i manipulacji, a inne, gdy czyni to pod kontrolą wzroku. W miarę rozwoju dziecko zdobywa jeszcze jeden sposób poznawania świata – jest to tworzenie **reprezentacji symbolicznych** za pośrednictwem mowy i porozumiewania się werbalnego z innymi. Naśladując dorosłych, dzieci zaczynają posługiwać się prostymi wyrazami, z których potem tworzą całe zdania. Słowa są symbolami (nazwami obiektów, czynności, doznań itd.), którymi dziecko coraz precyzyjniej opisuje otoczenie, znajdujące się tam obiekty oraz zjawiska. Dodać tu trzeba, że do reprezentacji symbolicznych – oprócz komunikatów werbalnych – należą także tzw. mowa ciała, a więc gesty, mimika i sposób poruszania się.

<sup>44</sup> Przypominam, że reprezentacja to subiektywnie zdobyte informacje i selektywnie tworzona wiedza osoby o obiektach i zjawiskach. Por. J. Bruner, *Poza dostarczone informacje*, dz. cyt., s. 526–543.

<sup>45</sup> J. Bruner, *Studies in cognitive growth*, New York 1966.

<sup>46</sup> Więcej: tamże.

<sup>47</sup> Dowodem jest to, że także dla dorosłego sposobem poznania nieznanego obiektu jest manipulacja pod kontrolą wzroku. Dopiero w następnej kolejności zastanawiamy się, do czego on służy, jak został zrobiony itd.



Bruner podkreśla, że sposoby poznawania i określania świata (enaktywny, ikoniczny i symboliczny) przeplatają się i wzajemnie uzupełniają. To, z jaką sprawnością dzieci korzystają z ich koordynacji, świadczy o ich możliwościach intelektualnych. Ważne jest jednak, aby w procesie wspomagania dzieci w rozwoju umysłowym kierować się przedstawioną kolejnością tworzenia się reprezentacji oraz tym, że w umyśle dziecka łączą się one i uzupełniają. Dlatego rozwijając możliwości umysłowe dzieci, trzeba pamiętać o tym, że:

- małe dzieci z łatwością tworzą reprezentacje enaktywne i ikoniczne. Poznając obiekty, najczęściej korzystają z dotyku i manipulacji wykonanych pod kontrolą wzroku. Natomiast towarzyszące temu słowa traktują jako nazwy swoich doświadczeń;
- dla trochę starszych dzieci także ważne jest tworzenie reprezentacji enaktywnych i ikonicznych, ale coraz większe znaczenie ma możliwość tworzenia reprezentacji symbolicznych. Potrafią bowiem wymieniać informacje z innymi w kwestii właściwości poznawanych obiektów, ich przeznaczenia oraz w jaki sposób powstały;
- w miarę rozwoju umysłowego dzieci zmieniają się proporcje w sposobach poznawania obiektów na korzyść reprezentacji symbolicznej. Nie umniejsza to jednak roli reprezentacji enaktywnej i ikonicznej. Tworzenie tych reprezentacji może bowiem być źródłem wiedzy (uzupełnionej przez reprezentację symboliczną) oraz stanowić punkt odniesienia we wnioskowaniu o prawdziwości słownych informacji.

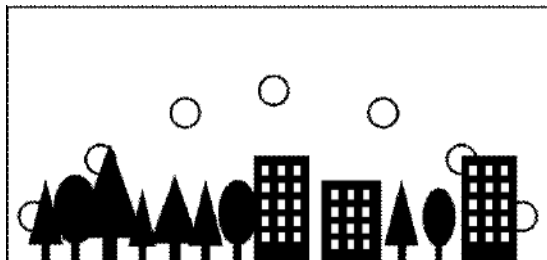
Dodam tu, że jedną z głównych przyczyn niedoskonałości w tworzeniu dziecięcej astronomii są odstępstwa od przedstawionych prawidłowości rozwojowych w procesie uczenia się organizowanego przez dorosłych.

### 3.3 WYBRANE POGŁĄDY WSPÓŁCZESNYCH PSYCHOLOGÓW I PEDAGOGÓW DOTYCZĄCE PROCESU ROZWIJANIA INTUICJI I TWORZENIA PRZEZ DZIECI ZARYSÓW POJĘĆ DOTYCZĄCYCH KOSMOSU

W podrozdziale tym przedstawię, w jaki sposób pedagodzy i psychologowie korzystają z ustaleń Piageta, Szumana, Wygotskiego i Brunera w interpretacji badań, których celem jest pogłębienie wiedzy o intuicjach i zarysach pojęć astronomicznych tworzonych przez dzieci.

Zacznę od znanej **teorii systemu ram** autorstwa Marviniego Minsky'ego<sup>48</sup>. Korzysta on z tezy Wygotskiego, że umysł tworzy dwa typy pojęć, i nazywa je pojęciami niższymi i wyższymi. Do niższych zalicza pojęcia spontaniczne (potoczne), a do wyższych pojęcia naukowe – bardziej uogólnione. Ustalił, że na ich podstawie dziecięcy umysł konstruuje wyjaśnienia dotyczące przyczyny powstawania zjawisk oraz dąży do przewidywania w jakim kierunku się one rozwiną. Ponadto pojęcia spontaniczne – zawierające esencję codziennych doświadczeń – zachowane są w strukturze pojęciowej i są stale aktywne. Dzięki temu dziecięcy umysł nie musi ciągle budować nowych reprezentacji obiektu, gdy się z nim ponownie styka lub gdy widzi go z innej perspektywy. Sprawia to, że w trakcie oglądania poruszającego się obiektu dziecko jest przekonane, że go zna (jest to ten sam obiekt), chociaż wygląda inaczej.

Wyjaśnię to na przykładzie pozornego ruchu Słońca na niebie. Gdy dziecko stworzy w swoim umyśle obraz słońca jako świecącej tarczy, nie przeszkadza mu to, że o różnych porach dnia inaczej widzi słońce (słońce o wschodzie, świecące w południe i zachodzące wieczorem). Niezmienny obraz tarczy słonecznej pomaga dziecku także wnioskować o trajektorii słońca. Mimo że dziecko może zarejestrować w swoim umyśle tylko niektóre fazy pozornego ruchu Słońca – czyni to bowiem nieregularnie (metodą próbek czasowych) – potrafi wyobrazić sobie ciągłą drogę, którą pozornie pokonuje ono, wędrując po nieboskłonie. Pokazałem to na schemacie 11 z uwzględnieniem kontekstu krajobrazowego.



SCHEMAT 11. Efekty regularnej obserwacji pozornego ruchu Słońca na niebie, w którym jest ono często przysyłane przez obiekty krajobrazu

<sup>48</sup> M. Minsky, Frame-system theory, w: P.N. Johnson-Laird, P.C. Wason (red.), *Thinking: readings in cognitive science*, Cambridge MA 1977.

Dziecko kojarzy zmiany w położeniu słońca, wypełnia lukę między ostatnio zapamiętanym położeniem a nową lokalizacją<sup>49</sup>. Miński wyjaśnia, że umożliwia to proces tworzenia pojęć – w umyśle stale „otwarte są” spontaniczne pojęcia pozwalające uaktualniać informacje na temat obserwowanego obiektu<sup>50</sup>. Mechanizm poznawczy opisany w teorii systemu ram sugeruje, że jest to cecha każdego ludzkiego umysłu.

Susan Carey<sup>51</sup> nazywa tę wrodzoną cechę umysłu **rdzeniem reprezentacji** (*core cognition*). Dowodem jej istnienia jest słabnące zainteresowanie dziecka tym samym stale działającym bodźcem i rosnące zaciekawienie wywołane – jak twierdzi – nową informacją podaną przez inną osobę (habituacja)<sup>52</sup> oraz wrodzona umiejętność wczucia się w sposób myślenia drugiej osoby<sup>53</sup>. Mechanizm ten bazuje na – wspólnym dla wszystkich ludzi – sposobie tworzenia doświadczeń sensorycznych i motorycznych oraz korzystania z nich. Wszystko to – zdaniem Carey – jest znaczące dla tworzenia rdzenia reprezentacji, gdyż pozwala tworzyć dziecku związki przyczynowe, które stanowią bazę dla kształtowania się wiedzy o otaczającym świecie. Nieco bardziej złożona jest rola informacji słownej w tworzeniu rdzenia reprezentacji. Dzieci – z omówionych wcześniej względów – mają trudności w pełnym zrozumieniu przekazywanych informacji. Mimo to informacje te stanowią także materiał do konstruowania wyjaśnień na temat przyczyn

<sup>49</sup> Wydaje się, że tę przerwę w obserwacji łatwiej będzie wypełnić wyobrażeniem, jeśli odległość nie będzie duża. Tym samym im częściej i dłużej oglądamy Słońce (analogicznie Księżyc) na niebie, tym łatwiej dostrzeżemy jego ruch. Inaczej mówiąc, im odległość między klatkami obserwacji będzie większa, tym trudniej będzie wyobrazić sobie ruch na niebie. W praktyce oznacza to, że obserwacja obiektów niebieskich prowadzona techniką próbek czasowych będzie tym skuteczniejsza, im częściej będzie stosowana.

<sup>50</sup> W podobny sposób teoria systemu ram może wyjaśniać także wyobrażenie faz Księżycy. Trudności w budowaniu umysłowych reprezentacji obiektu mogą wynikać z błędnego skategoryzowania obiektu poznania. M. Chi, J. Slotta, N. de Leeuw (*From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concept, Learning and Instruction*, 4/1994, s. 27–43) wychodzą z założenia, że umysł porządkuje pojęcia na obiekty i zjawiska. Błędne zakwalifikowanie pojęcia może skutkować trudnością w zrozumieniu wyjaśnień dorosłych oraz zmianie własnych przekonań.

<sup>51</sup> S. Carey, *Conceptual change in childhood*, dz. cyt.; S. Carey, E. Spelke, *Science and core knowledge*, dz. cyt., s. 515–533.

<sup>52</sup> Więcej informacji o badaniach nad habituacją podaje P. Zimbardo, *Psychologia i życie*, Warszawa 1999, s. 162.

<sup>53</sup> Więcej o dziecięcych teoriach umysłu podają: A. Putko (*Dziecięcya „teoria umysłu” w fazie jawnej i utajnionej a funkcje wykonawcze*, Poznań 2008), H. Borowiec (*Dziecięcya teorie umysłu, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, Lublin, 28/2010, z. 1, s. 7–15) i in.

powstawania zjawisk w otoczeniu. Susan Carey<sup>54</sup> nazywa je **teoriami** i upodabnia do **teorii naukowych**<sup>55</sup>.

Dodam, że opisany przez Carey sposób poznawania świata przez dzieci należy do koncepcji konstruktywistycznych<sup>56</sup>. Uwzględnia ona bowiem fakt, że wiedza konstruowana jest w umyśle tylko w procesie aktywnego zaangażowania, a więc konfrontowania swoich przemyśleń. Niektóre ustalenia Carey zostały potwierdzone w badaniach dotyczących budowania dziecięcych intuicji i zarysów pojęć w zakresie fizyki<sup>57</sup>, psychologii<sup>58</sup>, biologii<sup>59</sup>, jak również astronomicznych<sup>60</sup>, chociaż nieco inaczej nazywanych. Na przykład:

- *naïve beliefs (naiwne wierzenia)* – takich określeń używa Alfonso Caramazza, Michael McCloskey i Bert Green<sup>61</sup>,
- *children's science (dziecięca nauka)*, określenie używane przez Johna Gilberta, Rogera Osborna i Petera Fenshama<sup>62</sup>,

<sup>54</sup> Por. S. Carey, *Conceptual change in childhood*, dz. cyt., s. 200–201. Podobnego określenia używają A. Gopnik i H. Wellman (Why the child's theory of mind really is a theory, dz. cyt., s. 145–171).

<sup>55</sup> W polskiej literaturze teorie naukowe interpretuje się jako system wewnętrznie spójnych zdań pełniących rolę pragmatyczną (np. wyjaśniającą). Por. J. Kmita, *Wykłady z logiki i metodologii nauk*, Warszawa 1975, s. 169–204.

<sup>56</sup> Za: R. Schaffer, *Psychologia rozwojowa*, Kraków 2010, s. 119–123.

<sup>57</sup> Por.: M. McCloskey, Naïve Theories of Motion, dz. cyt., s. 299–324. E. Spelke, Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory, w: S. Carey, R. Gelman (red.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*, New Jersey 1991, s. 133–169.

<sup>58</sup> W tym ujęciu mówi się o teoriach umysłu, a więc wiedzy i świadomości dzieci o wewnętrznym życiu drugiego człowieka, o jego myślach i przyczynach zachowania itd. Badania w tym nurcie bazują m.in. na ustaleniach Piageta dotyczących realizmu dziecięcego, w których badacz ten pytał dzieci o to, czym są np. słowa, myśli, sny, a więc zagadnienia natury niematerialnej, a przynależne umysłowi. Zdaniem A. Gopnik i H. Wellmana (Why the child's theory of mind really is a theory, dz. cyt., s. 145–171) teorie umysłu stanowią podstawę do budowania teorii umysłowych, np. wyjaśniających zachowanie się przedmiotów. Por. H. Borowiec, Dziecięce teorie umysłu, dz. cyt., s. 7–15.

<sup>59</sup> G. Solomon, Birth, kind and naïve biology, *Developmental Science*, 5/2002, s. 213–218; K. Springer, Acquiring a Naïve Theory of Kinship through Inference, *Child Development*, 66/1995, s. 547–558.

<sup>60</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental models of the earth..., dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Day/Night Cycle, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>61</sup> A. Caramazza, M. McCloskey, B. Green, Naïve beliefs in "sophisticated" subjects: Misconceptions about trajectories of objects, *Cognition*, 9/1981, 117–123.

<sup>62</sup> J. Gilbert, R. Osborne, P. Fensham, Children's Science and Its Consequences for Teaching, *Science Education*, 66/1982, s. 623–633.

- *intuitive theories (intuicyjne teorie)* w terminologii stosowanej przez Michaela McCloskeya<sup>63</sup>, Susan Carey<sup>64</sup>,
- *misconceptions (błędne koncepcje)*, sformułowanie używane przez Josepha Nussbauma i Josepha Novaka<sup>65</sup>, Johna Clementa<sup>66</sup>, Stellę Vosniadou i Williama Brewera<sup>67</sup>,
- *folk theories (ludowe teorie)* określenie Willetta Kemptona<sup>68</sup>,
- *alternative framework (alternatywne struktury/ramy)* określenie używane przez Rosalind Driver, Jacka Easley<sup>69</sup> oraz Jamesa Wandersee, Joela Mintzesa i Josepha Novaka<sup>70</sup>.

Z przytoczonych przykładów wynika, że poznanie procesu przechodzenia z intuicji do zarysów pojęć u dzieci jest atrakcyjne dla wielu uczonych. Jest to obszar badań nowy i dlatego badacze tworzą własne określenia, często bez powoływania się na ustalenia innych o podobnym znaczeniu<sup>71</sup>. O atrakcyjności tego obszaru badań świadczą rozprawy, w których autorzy przedstawiają teorie, dążąc do wyjaśnienia, jak dzieci tworzą zarysy pojęć, zastępując wcześniejsze ich formy nowszymi, precyzyjniejszymi. Oto kilka przykładów.

Alison Gopnik<sup>72</sup> twierdzi, że **pod względem sposobów budowania teorii dzieci zachowują się podobnie do naukowców**. Potwierdzają to

<sup>63</sup> M. McCloskey, *Intuitive Physics*, dz. cyt.; M. McCloskey, *Naive theories of motion*, dz. cyt.

<sup>64</sup> S. Carey, *Conceptual change in childhood*, dz. cyt.; S. Carey, *Conceptual Differences Between Children and Adults*, *Mind & Language*, 3/2007, s. 167–181.

<sup>65</sup> J. Nussbaum, J. Novak, *An assessment of children's concepts of the earth...*, dz. cyt., s. 535–550.

<sup>66</sup> J. Clement, *Students' preconceptions in introductory mechanics*, *American Journal of Physics*, 50/1982, s. 66–71.

<sup>67</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental models of the earth...*, dz. cyt., s. 535–585.

<sup>68</sup> W. Kempton, *Two theories of home heat control*, w: D. Holland, N. Quinn (red.), *Cultural models in language and thought*, Cambridge 1987, s. 222.

<sup>69</sup> R. Driver, J. Easley, *Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students*, *Studies in Science Education*, 5/1978, s. 61–84.

<sup>70</sup> J. Wandersee, J. Mintzes, J. Novak, *Research on alternative conceptions in science*, w: D.L. Gabel (red.), *Handbook of research on science teaching and learning*, New York 1994, s. 177–210.

<sup>71</sup> Podobieństwo tych określeń dostrzega: S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585 oraz S. Özsoy, *Is the Earth Flat or Round? Primary School Children's Understandings of the Planet Earth: The Case of Turkish Children*, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4/2012, s. 407–415.

<sup>72</sup> A. Gopnik, *Dziecko filozofem*, Warszawa 2010, s. 250–254; A. Gopnik, H.M. Wellman, *Why the child's theory of mind really is a theory*, dz. cyt., s. 145–171.

dziecięce eksperymenty<sup>73</sup>, w trakcie których – w podobny do naukowców sposób – odkrywają prawa rządzące światem. W eksperymentach tych gromadzą nie tylko informacje o obiektach i zjawiskach, lecz także – zdaniem Gopnik – sprawdzają swoje przypuszczenia. Wielokrotnie powtarzane czynności pozwalają dzieciom sprawdzić, czy efekt działania zawsze będzie taki sam. Efektem tego są budowane w umyśle dziecka mapy przyczynowe i teorie alternatywne. Te drugie przypominają różne warianty rzeczywistości. Tworzone przez dzieci alternatywne warianty rzeczywistości pomagają im zrozumieć otaczający świat. Wyjaśniając zjawiska otaczającego świata, dzieci korzystają z tych konstruktów, dążąc do weryfikacji swoich przemyśleń. Dzięki temu mogą zbudować wyjaśnienia i przypuszczenia najbliższe prawdzie. Gopnik przyjmuje więc, że konstrukty te są efektem zdobytej przez dzieci wiedzy o otaczającym świecie.

**To, co różni wyjaśnienia dziecięce od teorii naukowych, to – zdaniem Gopnik – poziom precyzji konstruowanego wyjaśnienia oraz wewnętrzna spójność tworzonej teorii.** Ograniczone możliwości intelektualne małych dzieci sprawiają, że nie są one w stanie uwzględnić wszystkich informacji i stworzyć za ich pomocą skomplikowanych interpretacji<sup>74</sup>. Innym elementem różniącym teorię naukową od dziecięcego wyjaśnienia jest to, że dziecięce konstrukty umysłowe są w dużej mierze nieuświadomione i silnie związane z wyobrażeniami<sup>75</sup>. Cechuje je także słabe powiązanie z innymi wyjaśnieniami. O ile w nauce teorie uzupełniają się wzajemnie, dziecięce przemyślenia nie tworzą struktury – nie są ze sobą powiązane, często są sprzeczne. Taką sprzeczność przekonań (dualizm) dostrzegł także Jean Piaget<sup>76</sup> podczas opisywania rozwoju poznawczego dzieci. Zauważył, że przy przechodzeniu z myślenia przedoperacyjnego na poziom myślenia operacyjnego dzieci łączą co najmniej dwie sprzeczne informacje. Efekt łączenia intuicji z zarysami pojęć jest sprzeczny, jeżeli rozpatrywać go z punktu widzenia myślenia osoby rozumującej na poziomie operacji konkretnych lub formalnych. Jest jednak typowy dla dzieci, które przechodzą z jednego poziomu rozumowania na drugi, dojrzalszy.

<sup>73</sup> Por. A. Gopnik, *Dziecko filozofem*, dz. cyt., s. 250–254. O stosowaniu metody eksperymentu pisał Piaget wskazując, że już w pierwszych dwóch latach życia dzieci przeprowadzają proste eksperymenty. Więcej J. Piaget, B. Inhelder, *Psychologia dziecka*, Wrocław 1989, s. 8–14.

<sup>74</sup> Por. L. Wygotski, *Wybrane prace psychologiczne*, dz. cyt., s. 232–243.

<sup>75</sup> S. Szuman, *Osobowość i charakter*, dz. cyt., s. 249–250.

<sup>76</sup> J. Piaget, *Mowa i myślenie dziecka*, dz. cyt., s. 109–110.



Najczęściej omawianym zagadnieniem jest zjawisko zmieniania przez dzieci wcześniej zbudowanych koncepcji na inne, doskonalsze i czasami diametralnie odmienne<sup>77</sup>. **Psycholodzy prowadzący badania w tym nurcie zauważyli też zbieżność dziecięcych teorii z teoriami ludów pierwotnych i teoriami naukowymi**<sup>78</sup>. Cytowana wcześniej Alison Gopnik twierdzi, że dochodzenie do teorii naukowej odbywa się poprzez ulepszenie teorii wcześniejszych. Jej zdaniem dzieci, podobnie jak naukowcy, po sformułowaniu teorii posługują się nią do momentu, aż przestanie być ona aktualna – gdy pojawią się sytuacje, w których przestaje być ona wystarczająca. Stanowisko to wydaje się być zbieżne z opisem odkrycia naukowego przedstawionego przez Karla Poppera<sup>79</sup>. Zauważył on, że naukowcy posługują się konkretną teorią tylko do momentu, gdy przestaje ona wyjaśniać zjawiska otoczenia. Gdy pojawi się sytuacja, w której teoria przestaje być wystarczająca, zaczynają poszukiwać nowych alternatywnych wyjaśnień (teorii), które lepiej wyjaśniają zjawisko. W trakcie fazy przejściowej naukowcy budują nowe wyjaśnienie, by następnie w miejsce poprzedniej teorii umieścić nową. Zdaniem Gopnik<sup>80</sup> dzieci czynią podobnie. **Porzucają poprzednie teorie na rzecz lepszych, bardziej dostosowanych do aktualnych informacji.**

<sup>77</sup> Por. S. Carey, *Conceptual Differences Between Children and Adults*, dz. cyt., s. 167–181; A. diSessa, *Knowledge in Pieces*, w: G. Forman, P. Pufall (red.), *Constructivism in the Computer Age*, New Jersey 1998, s. 49–70; S. Vosniadou., *Capturing and modeling the process of conceptual change*, *Learning and Instruction*, 4/1994, s. 45–69; M. Minsky, *Frame-system theory*, dz. cyt., s. 355–376.

<sup>78</sup> Podobieństwo rozwoju ontogenetyczne (osobniczego) i filogenetycznego (gatunkowego) pojawia się co pewien czas w publikacjach naukowych różnych dziedzin. Jako pierwszy podobieństwo dostrzegł biolog Ernst Haeckel (1834–1919), który sformułował prawo biogenetyczne mówiące, że rozwój embrionalny osobnika stanowi skrócone powtórzenie jego rozwoju rodowego. Kontynuatorem jego myśli jest Henri Poincaré (1854–1912), więcej: H. Poincaré, *Wartość nauki*, Warszawa 1988). Claude Lévi-Strauss na jego podstawie sformułował koncepcję powszechników kulturowych (C. Lévi-Strauss, *Myśl nieoswojona*, dz. cyt. Autor wyjaśnia to zjawisko, wprowadzając termin *bricolage'u*). W psychologii na podstawie badań nad rozwojem poznawczym podobne wnioski wysnuł J. Piaget (*Narodziny inteligencji dziecka*, dz. cyt.; *Psychologia i epistemologia*, dz. cyt.; *Mowa i myślenie u dziecka*, dz. cyt.) oraz J. Bruner (*Proces kształcenia*, Warszawa 1964). Implikacje wynikające z tego zagadnienia wskazał także R. Duda (*Zasada paralelizmu w dydaktyce*, *Dydaktyka matematyki*, 1/1981, s. 127–137).

<sup>79</sup> K. Popper, *Logika odkrycia naukowego*, Warszawa 1977.

<sup>80</sup> A. Gopnik, H.M. Wellman, *Why the child's theory of mind really is a theory*, dz. cyt., s. 145–171.

Inaczej zmianę dziecięcych wyjaśnień interpretuje Susan Carey<sup>81</sup>. Twierdzi, że wrodzony mechanizm reprezentacji (opisany rdzeń reprezentacji) pozwala dzieciom tworzyć w umyśle większe struktury. Na ich podstawie umysł może konstruować przekonania i wierzenia. Nie są one częścią reprezentacji, ale tworzą niejako osobny konstrukt nazywany przez nią *intuicyjnymi teoriami*. W kwestii procesu zmieniania przez dzieci własnych przemyśleń Carey twierdzi, że dziecięcy umysł stale modyfikuje je, porównując z nowymi informacjami. Pod tym względem koncepcja Carey przypomina tłumaczenie Gopnik. Jednak o ile Gopnik uważa, że zmiany w wyjaśnieniach dokonują się radykalnie i kończą gwałtownym porzućciem poprzedniej teorii, o tyle Carey uważa, że **istnieje psychologiczna ciągłość konstruowanych teorii umysłowych**. Nawiązuje tu do koncepcji tworzenia teorii naukowych Thomasa Kuhna<sup>82</sup>, który twierdzi, że w historii odkryć naukowych nie tylko dąży się do tworzenia nowych pojęć, lecz także poszukuje się takich, które obalają istniejące teorie naukowe. Kuhn zwraca też uwagę, że w rozwoju myśli cywilizacyjnych odnotowano wiele sytuacji dokonania odkrycia z przypadku (zbieg okoliczności). Z tezą tą zgadza się Susan Carey, ale twierdzi, że **dzieci nie do końca porzucają wcześniejszą teorię, lecz obok niej konstruują nowszą pod wpływem nowych doświadczeń**<sup>83</sup>.

Nieco inaczej tłumaczy proces tworzenie przez dzieci wyjaśnień Andrea diSessa<sup>84</sup>. Twierdzi on, że **dzieci konstruują swoje wyjaśnienia za każdym razem na nowo**. Nie dysponują gotowymi odpowiedziami, a jedynie szybko scalają dostępne informacje i tworzą z nich wyjaśnienia. Tę cechę umysłu nazywa *wiedzą w karwałkach* (*Knowledge in Pieces Theory*) i odnosi ją także do ludzi dorosłych. Uważa, że teorie to w rzeczywistości zbiory przemyśleń zbudowane z doświadczeń – nazywając je powierzchownymi interpretacjami rzeczywistości fizycznej (*phenomenological principles*, diSessa używa skrótu: *p-prims*). To właśnie na podstawie tych drobnych cząstek wiedzy – zdaniem diSessa – człowiek buduje swoje wyjaśnienia. Podstawą teorii p-primów są ustalenia badawcze prowadzone wśród ekspertów i amatorów. Prymitywne wyjaśnienia amatorów (nienaukowców) okazują się być

<sup>81</sup> S. Carey, *Conceptual change in childhood*. Cambridge MA 1985; S. Carey, *Conceptual Differences Between Children and Adults*, dz. cyt., s. 167–181.

<sup>82</sup> T. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, dz. cyt.

<sup>83</sup> Koncepcja „pierwszego” wrodzonego mechanizmu wciąż nie zostaje wyjaśniona i pozostaje w świetle domysłów. Por. R.H. Schaffer, *Psychologia rozwojowa. Podstawowe pojęcia*, Kraków 2010, s. 119–123; K. Najder, *Schematy poznawcze...*, dz. cyt., s. 38–60.

<sup>84</sup> A. diSessa, *Knowledge in Pieces...*, dz. cyt., s. 49–70.

błędnie powiązаныmi elementami (p-primami)<sup>85</sup>. Zmiany w obrębie koncepcji dokonują się na zasadzie dołączania (asymilacji – używając terminologii Piageta) nowych p-primów lub poprzez ich zupełną reorganizację (w teorii Piageta – akomodacja), która służy lepszemu ich uporządkowaniu, zachowaniu przy tym większej spójności i systematyczności. Poglądy Andrea diSessa wydają się przeczyć istnieniu umysłowych teorii, gdyż uważa, że są to bardzo luźne powiązania p-primów.

Skupmy się nad sytuacjami, w których dzieci odpowiadają szybko i pewnie (jakby bez zastanowienia) i na dodatek zmieniają swoje zdanie w trakcie wypowiedzi. Wyjaśniając tę kwestię, Vosniadou<sup>86</sup> – podobnie do diSessa – nawiązuje do konstruktów p-primów i twierdzi, że stanowią one część większej całości i to z nich umysł konstruuje własne teorie. Jednakże jest przekonana<sup>87</sup>, że **istnieje pewien fragment teorii, która nie ulega zmianie**. Jest to wcześniej opisana rama w ujęciu Stelli Vosniadou (stąd nazwa jej koncepcji: *The Framework Theory* – teoria ram). Przypominam, że w jej ujęciu ramy mają charakter teorii i są odpowiedzialne za wyjaśnianie wielu zjawisk jednocześnie (nie tylko jednej, jak twierdził diSessa)<sup>88</sup>. Wśród dowodów podawanych przez Vosniadou znajdują się badania nad modelami mentalnymi kształtu Ziemi, którymi dysponują dzieci w wieku szkolnym. Wyjaśnia ona, że nieprawidłowe modele umysłowe dzieci są efektem prób uporania się z niespójnością informacji o sferycznym kształcie Ziemi i założeniem, że grawitacja działa w sposób góra–dół<sup>89</sup>.

<sup>85</sup> W swoich badaniach diSessa porównywał wypowiedzi naukowców z wypowiedziami amatorów na temat zjawisk fizycznych i na tej podstawie sformułował swoją teorię p-primów. Dla przykładu, rozumienie działania siły w teorii impulsu diSessa interpretuje jako kilka błędnych klas p-primów. Osoby operujące tą teorią łączą inne p-primy niż osoby operujące teorią grawitacji.

<sup>86</sup> S. Vosniadou, Capturing and modeling the process of conceptual change, dz. cyt., s. 45–69.

<sup>87</sup> W tej kwestii Vosniadou zgadza się z poglądami M. Minsky'ego *Frame-system theory*, dz. cyt.

<sup>88</sup> Jako dowód Vosniadou podaje, że „główna różnica między nowicjuszem a ekspertem nie polega na tym, że wiedza fizyczna początkującego jest podzielona na części, a eksperci są powiązani z fizycznymi prawami i zasadami, ale wiedza nowicjusza jest powiązana z ontologicznymi i epistemologicznymi założeniami, które zapewniają radykalnie różne ramy wyjaśniające dla fundamentalnie podobnych empirycznych przekonań niż zasady i prawa fizyki” (w: S. Vosniadou, Capturing and modeling the process of conceptual change, dz. cyt., s. 65).

<sup>89</sup> S. Vosniadou, W.F. Brewer, Mental models of the earth..., dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W.F., Mental models of the day/night cycle, dz. cyt., s. 123–183. Więcej na temat badań Vosniadou przedstawiłem w rozdziale 4.

W badaniach nad tworzeniem zarysów pojęć przez dzieci współcześni naukowcy nawiązują do tezy Wygotskiego o roli narzędzi kulturowych. Vosniadou uważa, że pierwsze tworzone przez dzieci wyjaśnienia (nazywa je *modelami* mentalnymi – *mental models*<sup>90</sup>) nie są *nabywane kulturowo*. Jest to efekt samodzielnego rozwiązywania przez dzieci problemów poznawczych. Uważa, że występujące w nich błędne koncepcje (*misconceptions*<sup>91</sup>) są skutkiem intuicyjnych ograniczeń (*entrenched presuppositions*<sup>92</sup>). Jest to naturalny etap procesu przechodzenia z intuicji do wiedzy naukowej. W odniesieniu np. do kształtu Ziemi silnie związane są z oglądanym na co dzień obrazem płaskości Ziemi oraz doświadczeń związanych z sytuacją, w której obiekt rzucony do góry opada w dół. Efektem tego są przekonania, w których dzieci lokalizują ludzi tylko u góry planety. Zdaniem Vosniadou jest to efekt tendencji dzieci do przenoszenia wiedzy na temat zjawiska grawitacji na całą planetę<sup>93</sup>, a nie skutek edukacji lub konfrontacji własnych przekonań z poglądami innych osób<sup>94</sup>. Twierdzi, że z czasem owe wewnętrzne intuicje (generujące wstępne teorie wyjaśniające – *initial model*) ulegają częściowo wpływom kulturowym – efekt wiedzy szkolnej, pochodzącej z przekazów medialnych itd. W tym okresie przemyślenia dzieci przypominają hybrydy złożone z własnych wcześniejszych wyjaśnień i informacji otrzymanych od dorosłych. Charakteryzują one modele uproszczone (*synthetic model*) dziecięcych rozumowań. Ostatnim etapem tworzenia zarysów pojęć

<sup>90</sup> S. Vosniadou, W.F. Brewer, *Mental models of the earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W.F. Brewer, *Mental models of the day/night cycle*, dz. cyt., s. 123–183. Dodam tu, że teoria **modeli mentalnych** została sformułowana w celu wyjaśnienia rozumowania dedukcyjnego. Rozumowanie to P. Johnson-Laird (*Modele umysłowe a myślenie probabilistyczne*, w: Z. Chlewiński (red.), *Modele umysłowe*, Warszawa 1999, s. 219) wyjaśnia w następujący sposób: „polega na skonstruowaniu modelu (lub zbioru modeli) opartego na przesłankach i wiedzy ogólnej, sformułowaniu wniosku, który jest prawdziwy w tym modelu (zbiorze modeli) i formułuje on *explicite* coś, co jest tylko zawarte *implicite* w przesłankach, a następnie sprawdzeniu trafności tego wniosku przez wyszukiwanie alternatywnych modeli przesłanek, w których jest on fałszywy. Jeśli nie ma takich kontrprzykładów, to wniosek jest dedukcyjnie poprawny, tzn. musi być prawdziwy przy założeniu, że przesłanki są prawdziwe”.

<sup>91</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental models of the earth...*, dz. cyt., s. 535–585.

<sup>92</sup> S. Vosniadou, C. Ioannides, *From conceptual development to science education: A psychological point of view*, *International Journal of Science Education*, 20/1998, s. 1213–1230.

<sup>93</sup> S. Vosniadou, W. Brewer *Mental models of the earth...*, dz. cyt., s. 535–585.

<sup>94</sup> S. Vosniadou, C. Ioannides, *From conceptual development to science education...*, dz. cyt., s. 1213–1230.

jest dominacja wyjaśnień naukowych (*scientific model*). Nim jednak dzieci osiągną ten poziom wyjaśnień, będą systematycznie eliminować zbędne informacje. Jest to proces złożony, gdyż umysł dziecka kurczowo się trzyma tych ustaleń, które są silnie związane z codziennym wyobrażeniem<sup>95</sup>.

Vosniadou, za diSessa i w przeciwieństwie do Carey uważa, że pierwsze przekonania dzieci budują pod wpływem chwili. W zależności od intensywności podejmowanych przez dziecko wysiłków intelektualnych oraz od liczby zgromadzonych informacji następuje analiza dostępnych informacji i budowanie wyjaśnień zbliżonych do naukowych. Vosniadou podaje przykłady świadczące o tym, że dzieci zastanawiają się nad tym, co mówią. Cytuje wypowiedzi dzieci świadczące o namyśle typu: „nie..., zaraz..., tak nie może być”, a następnie konstruowaniu innych wyjaśnień<sup>96</sup>. Wypowiedzi takie świadczą o tym, że dzieci budują swoje wyjaśnienia pod wpływem chwili (tu i teraz). Vosniadou skłania się także ku stwierdzeniu, że **dziecko nie zmienia modeli tylko gromadzi je obok siebie i porządkuje je na zasadzie nowsze-starsze**. Modele wyjaśniające nie są więc zastępowane (jak uważa Gopnik) ale odsuwane na bok i tworzą tło dla bardziej odpowiednich wyjaśnień (jak u Carey). Tego typu wyjaśnienia wydają się potwierdzać także badania nad obrazowaniem mózgu<sup>97</sup>.

Przejdźmy do ustaleń Georgii Panagiotaki, Gavina Nobesa oraz Anity Potton<sup>98</sup> zainspirowanych krytyką tezy Vosniadou o istnieniu wcześniej omówionej teorii ram. Uczeni ci doszli do wniosku, że dzieci nie konstruują teorii naukowych *sensu stricte*. Natomiast zgadzają się co do tego, że dzieci tworzą wyjaśnienia odpowiadające naukowym twierdzeniom. Są one jednak – ich zdaniem – dalekie od teorii naukowych. Skłaniają się ku koncepcji p-primów diSessa i jego *Teorii Wiedzy w Kawalkach*. Uważają jednak, że p-primy nie są jedynie formą osobistych doświadczeń, ale mogą być także nabywane w trakcie wyjaśnień dorosłych, szkolnej edukacji i pod wpływem

<sup>95</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental models of the earth..., dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Day/Night Cycle, dz. cyt., s. 123–183. Badania te zostały szerzej opisane w rozdziale 4.

<sup>96</sup> Tamże.

<sup>97</sup> S. Masson, P. Potvina, M. Riopela, L. Foisy, 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.* 8/2014, s. 44–55.

<sup>98</sup> G. Panagiotaki, G. Nobe, A. Potton, Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth, *Journal of Experimental Child Psychology*, 104/2009, s. 52–67.

mediów (przekaz kulturowy). Przykładem jest dziecięca wiedza o Ziemi – jej kształcie i miejscu w przestrzeni kosmicznej. Nie może być efektem codziennych doświadczeń, została więc przyswojona z wypowiedzi dorosłych. Gdyby teoria ram Vosniadou była słuszna, wówczas dzieci sztywno trzymałyby się płaskiego wyobrażenia Ziemi – jako ramy – do wyjaśnienia innych zjawisk. Tymczasem – jak wskazują badania przeprowadzone przez Panagiotaki, Nobesa oraz Potton<sup>99</sup> – dzieci zmieniają poglądy dotyczące płaskości Ziemi, gdy mają dostęp do przekonujących je informacji. Przyczyną tych kontrowersji są – zdaniem Panagiotaki, Nobesa i Pottona – stosowane metody badań. Vosniadou stawiała dzieciom pytania otwarte dając możliwość stworzenia własnej pełnej odpowiedzi. W efekcie często otrzymywała odpowiedzi odbiegające od naukowych wyjaśnień. Natomiast Panagiotaki, Nobes i Potton posłużyli się arkuszem z kafeterią odpowiedzi, spośród, której dzieci miały wybrać tę odpowiedź, która ich zdaniem najlepiej pasuje do pytania. W takich sytuacjach okazało się, że dzieci znacznie częściej wskazują prawidłowe odpowiedzi<sup>100</sup>.

Na tej podstawie Panagiotaki, Nobes i Potton doszli do wniosku, że **dzieci nie trzymają się sztywno swoich wyobrażeń** (dotyczący np. kształtu Ziemi), a więc nie kierują się wewnętrzną ramą w rozumieniu teorii Vosniadou. Natomiast przechowują w swoim umyśle informacje przekazywane przez dorosłych i media w sposób urywkowy, fragmentaryczny. Dlatego posługują się określeniem **fragmentacja** (*fragmentation*). Informacjami tymi dzieci uzupełniają własne domysły i tworzą nowe przemyślenia, które – po jakimś czasie – służą do tworzenia spójnej teorii akceptowanej kulturowo.

W Polsce nie przeprowadzono dotąd pogłębionych badań nad kształtowaniem się wiedzy astronomicznej u dzieci. Jeżeli rozpatrywano te kwestie,

<sup>99</sup> Tamże.

<sup>100</sup> Wykonując dwa badania – jedno po drugim – z zastosowaniem dwóch różnych narzędzi badawczych (raz z pytaniami otwartymi, potem z zamkniętymi – własnego autorstwa) wykazali, że różnica między odpowiedziami tych dzieci sięgała nawet 63%. Por. G. Panagiotaki, G. Nobe, A. Potton., *Mental models and other misconceptions...*, dz. cyt., s. 52–67. Mimo tych argumentów uważam, że ustalenia Panagiotaki, Nobes i Potton nie są kompletne. W analizach dziecięcego sposobu rozumowania koncentrują się oni głównie na tym, w jakim stopniu dziecięce wyjaśnienie są podobne do naukowych. Zbyt mało uwagi poświęcają analizie dziecięcych rozumowań, które odbiegają od naukowego poglądu. Tymczasem taka analiza jest szansą ustalenia reguł, według których dzieci tworzą procedury intelektualne. Ich poznanie jest istotne dla praktyki pedagogicznej. Znając bowiem tok rozumowania, jakim kierują się dzieci, będzie można ustalić, w jaki sposób trzeba je wspomagać w rozwoju intelektualnym, aby szybciej przeszły na poziom wyjaśnień naukowych.



czyniono to na marginesie badań w obszarze przyrody nieożywionej. Przy czym Ludwik Kelemen<sup>101</sup> i Marian Lelonek<sup>102</sup> kształtowaniu się wiedzy astronomicznej u dzieci poświęcają nie więcej niż akapit tekstu. Nieco szerzej zajmuje się tymi problemami Danuta Al-Khamisy<sup>103</sup>, chociaż głównym celem jej badań jest wiedza z przyrody nieożywionej dzieci w ostatnim roku wychowania przedszkolnego i w klasach początkowych. Pytała je o to, co to jest: Słońce, Księżyc, gwiazda i noc oraz *dlaczego Słońce wschodzi rano, a wieczorem zachodzi i dlaczego raz Księżyc jest okrągły, a raz nie*. Odpowiedzi dzieci sześcioletnich podzieliła na trzy poziomy, bez podania choćby szacunkowych danych dotyczących liczby dzieci, których rozumowanie lokuje się na wymienionych poziomach<sup>104</sup>. Zdaniem Al-Khamisy:

- poziom pierwszy odpowiada myśleniu animistycznemu i artystycylistycznemu. Dzieci kończące okres przedszkolny tłumaczyły Słońce jako „gorącą kulę, bo Bóg tam pali w piecu, żeby było widać to w dzień”, Księżyc jako obiekt, który „zmienia swój kształt, bo tak sobie wymyśla słonko lub zakłada sobie inną maskę księżycową, to taki kuzyn Słońca”; gwiazdy jako „małe kuleczki, mają promyki, w nocy chodzą i rozrzuca je po niebie Mikołaj, potrzebne są do nocy, aby świeciły”. Noc niektóre dzieci traktują jako wyzwanie: „jest ciemno, po to, żeby ludzie spali, bo Bóg tak chce” oraz wyjaśniają poprzez: „czarne chmury, które zakrywają słońce, by ludzie odpoczęli i ono też”;
- poziom drugi obejmuje dziecięce wyjaśnienia, w których łączą one samodzielnie zdobyte informacje z tymi, które przekazują im dorośli. Oto przykłady wyjaśnień: „Słońce jest żółte lub czerwone, okrągłe, zrobione z promyków. Jak jest bez promieni, to jest zima i nie grzeje, zachodzi, bo noc je zasłania”, „Księżyc to takie Słońce, które świeci w nocy, jest żółty ma same plamki, są tam góry, nie ma powietrza ani drzew, zmienia się po to, żeby się różnił od słońca, które jest zawsze okrągłe”, „[noc] jest zrobiona z czarnych chmur”;

<sup>101</sup> L. Keleman, Rozumienie pojęć przez uczniów szkoły podstawowej, w: W. Szewczuk (red.), *Psychologia rozumienia*, Warszawa 1968, s. 227–242.

<sup>102</sup> M. Lelonek, *Kształtowanie pojęć z przyrody nieożywionej w nauczaniu początkowym*, Warszawa 1984.

<sup>103</sup> D. Al-Khamisy, *Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześcioletnich*, Warszawa 1996. W publikacji tej problemy kształtowania wiedzy astronomicznej u dzieci przedstawione są we fragmentach tekstów znajdujących się na stronach od 53 do 62.

<sup>104</sup> Niestety w żadnym fragmencie swojej książki (cytowanej w poprzednim przypisie) autorka nie przedstawia liczby przebadanych przez siebie osób, a wszystkie dane liczbowe podaje procentowo.

- poziom trzeci to dziecięce wyjaśnienia zbliżone do naukowych. Na przykład: „Słońce to rozgrzana kula gazowa”, „Księżyc to satelita Ziemi”. Na tym poziomie dzieci formułują wyjaśnienia wynikające z porównania znanych im obiektów astronomicznych, np. „gwiazdy to też planety tak jak Ziemia, tylko daleko od niej”. W tego typu wyjaśnieniach nie ma już cech animistycznego i artyficyalistycznego myślenia, np. „noc to jest ciemność wtedy, gdy Słońce świeci na jednej półkuli Ziemi a na drugiej nie, bo Ziemia się kręci, wtedy jest noc, a gdzie indziej dzień, np. w Polsce jest noc a w Australii dzień”.

Autorka twierdzi, że duża część dzieci sześciolletnich (35,8%) posługuje się wyjaśnieniami animistycznymi i artyficyalistycznymi. Natomiast typowe dla dzieci kończących przedszkole są wyjaśnienia na drugim opisywanym poziomie (46,8%). Interpretacje Al-Khamisy dotyczące dziecięcej wiedzy o Słońcu, Księżycu i Ziemi są utrzymane w konwencji ustaleń Piageta o rozumowaniu przyczynowo-skutkowym u dzieci. Dodam tu, że Al-Khamisy sporo uwagi poświęca edukacji dzieci, o czym świadczy jej autorski program kształcenia dzieci w zakresie przyrody nieożywionej. Twierdzi, że zajęcia opracowane według tego programu mogą skutecznie rozwijać naukowe pojęcia u dzieci<sup>105</sup>.

<sup>105</sup> Badania, które prowadziła Al-Khamisy, nie były skierowane na ustalanie pojęć astronomicznych, tylko poznanie ogólnie pojęć przyrody nieożywionej. Należy dodać, że głębsza analiza programu autorki wskazuje, że założyła ona, iż pokazanie globusa jest wystarczającym wyjaśnieniem kształtu Ziemi.

# 4 MODELE MENTALNE DZIECI OPRACOWANE PRZEZ STELLĘ VOSNIADOU I WILLIAMA BREWERA O KSZTAŁCIE ZIEMI, ZJAWISKU DNIA I NOCY ORAZ BUDOWIE UKŁADU SŁONECZNEGO

## 4.1 PROCEDURY BADAWCZE STOSOWANE PRZEZ VOSNIADOU I BREWERA

W rozdziale 1, w części zawierającej zarys historii badań nad wiedzą astronomiczną, krótko omawiałem kolejno tworzone przez badaczy modele mentalne dzieci dotyczące kształtu Ziemi. Ponieważ modele mentalne dzieci pełnią istotną rolę w moich badaniach, uznałem za stosowne szerzej omówić ważniejsze badania, które były podstawą ich opracowania. Szczególnie ważne są – w mojej ocenie – badania Stelli Vosniadou i Williama Brewera. Stały się bowiem podstawą wnioskowania o możliwościach i ograniczeniach umysłowych dzieci w tworzeniu wiedzy astronomicznej. Dodam tu, że nie liczba dzieci objętych badaniami Vosniadou i Brewera ma znaczenie, ale interpretacja wyników badań i wyprowadzone uogólnienia, którym nadali oni formułę dziecięcych modeli mentalnych.

Stella Vosniadou i William Brewer<sup>1</sup> przebadali 60 dzieci amerykańskich z klasy I, III i V szkoły podstawowej<sup>2</sup>, stosując autorski zestaw pytań – rodzaj kwestionariusza – według których prowadzono wywiady z bada-

<sup>1</sup> Badania te zostały przedstawione na konferencji *Third International Conference on Thinking* zorganizowanej w 1987 r. w Honolulu, i zostały opublikowane w formie materiałów pokonferencyjnych przez W. Brewera, D.J. Herdricha oraz S. Vosniadou, *A cross-cultural study of children's development of cosmological models: Samoan and American data*. Kilka lat później badania te zostały opisane przez S. Vosniadou i W. Brewera w artykule: *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585.

<sup>2</sup> Badania przeprowadzono w miejscowości Champaign (stan Illinois, USA). Wiek dzieci badanych był następujący: 20 pierwszoklasistów, dzieci w wieku od 6;4. do 7;5. roku życia, 20 trzecioklasistów, dzieci w wieku od 9;3. do 10;3. roku życia oraz 20 pięcioklasistów, dzieci w wieku od 10;3. do 11;9. roku życia.

nymi dziećmi<sup>3</sup>. Opracowując go korzystali z ustaleń Josepha Nussbauma i Josepha Novaka<sup>4</sup>, którzy wcześniej wyodrębnili pięć typów dziecięcych wyobrażeń kształtu Ziemi<sup>5</sup>. Na uwagę zasługuje także zastosowana przez Vosniadou i Brewera procedura badawcza. Prowadząc wywiady z dziećmi, odrzucili wypowiedzi niepełne i nie do końca zrozumiałe; do dalszych badań zakwalifikowali wyjaśnienia dzieci, które charakteryzowały się spójnością i logicznością argumentów. Oto przykład dziecięcych wyjaśnień słownych i rysunkowych, które spełniały przyjęte przez nich kryteria:

- Ziemia ma kształt okrągły, należy patrzeć na nią w dół, żeby ją zobaczyć.
- Istnieje krawędź, koniec Ziemi, z której ludzie mogą spaść.
- W rysunkach przedstawiających Ziemię dzieci zaznaczają jej kształt w formie okręgu i wewnątrz tego kręgu umieszczają ludzi.
- Na rysunku przedstawiającego Ziemię w formie dysku (koło) lokalizują gwiazdy i księżyc poza kołem oznaczającym Ziemię i słownie wyjaśniają, że np. *pod Ziemią znajduje się ziemia* (gleba) lub *woda*.

Tego typu wyjaśnienia Vosniadou i Brewer uznali za spójne i logiczne, i na ich podstawie konstruowali własne wersje modeli dziecięcego rozumowania. Jeżeli podczas rozmowy z dzieckiem chociaż raz wystąpiła niespójność, wówczas nie były one brane pod uwagę<sup>6</sup>. Przykładem takiej niespój-

<sup>3</sup> Kwestionariusz składał się z 48 pytań, z czego tylko 15 dotyczyło kształtu Ziemi (pozostałe dotyczyły zjawiska dnia i nocy, miejsca Ziemi w przestrzeni kosmicznej). Pytanie i polecenie narysowania swoich przemyśleń były następujące: 1. *Jaki jest kształt Ziemi?*, 2. *Z której strony patrzymy, aby zobaczyć Ziemię?*, 3. *Co jest ponad Ziemią?*, 4. *Co jest pod Ziemią?*, 5. *Co jest po bokach Ziemi?*, 6. *Czy potrafisz narysować obraz Ziemi? (narysuj ją)*, 7. *Teraz na tym rysunku pokaż mi, dokąd zmierza księżyc i gwiazdy... Teraz narysuj niebo*. 8. *Pokaż mi, gdzie mieszkają ludzie?*, 9. *Oto zdjęcie domu. Ten dom jest na ziemi, prawda?* 10. *Jeśli będziesz szedł przez wiele dni w linii prostej, dokąd dojdiesz?*, 10. *Czy kiedykolwiek dotrzesz do końca lub krańca Ziemi?*, 11. *Czy istnieje koniec lub krawędź Ziemi?*, 12. *Czy możesz spaść z tego końca lub krawędzi?*, 13. *Gdzie upadniesz?*, 14. *Teraz chcę, żebyś mi pokazał, gdzie jest Champaign [miejsce, w której prowadzono badania]. Gdzie są Chiny?*, 15. *Teraz powiedz mi, co jest tutaj poniżej Ziemi?* Dodam, że odpowiedzi na pytanie 2 (z której strony patrzymy na Ziemię) okazało się niejednoznaczne i z powodu kontrowersji zrezygnowano z niego w kolejnych badaniach.

<sup>4</sup> J. Nussbaum, J. Novak, *An Assessment of Children's Concepts of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–550.

<sup>5</sup> Szerzej opisałem je w rozdziale 1. Zwróciłem tam uwagę, że badania te były kontynuowane i rozszerzane. W rezultacie ustalono sześć modeli mentalnych kształtu Ziemi.

<sup>6</sup> Dodam, że przyjęte kryteria zostały uznane przez S. Vosniadou i W. Brewera (*Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 134–135) za: T.S. Kuhnem (*The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago, London 1977),

ności jest sytuacja, w której dziecko raz twierdzi, że *Ziemia ma krawędź, z której można spaść*, a zaraz potem uważa, że *Ludzie mogą żyć tylko u dołu planety*. Decyzje dotyczące spójności i logiczności wypowiedzi dzieci – lub ich braku – poddawali ocenie niezależnym sędziom kompetentnym. Jeżeli wystąpiły wątpliwości, jeszcze raz analizowali dziecięce wypowiedzi. Stosując taką procedurę badawczą, opisali dziecięce modele mentalne kształtu Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy.

## 4.2 MODELE MENTALNE KSZTAŁTU ZIEMI

Na podstawie opisanej wcześniej procedury badawczej Vosniadou i Brewer opracowali modele mentalne kształtu Ziemi. Oto skrócony opis tych modeli, poczynając od tego, który jest najbardziej zbliżony do naukowego:

1. **Model okrągłej Ziemi** (*spherical earth model*). Dzieci, których wyjaśnienia były na tyle logiczne i spójne, że zaliczono je do tego modelu, dysponowały rozumowaniem zbliżonym do naukowego. Kształt Ziemi określały słownie jako kulę. Na rysunku przedstawiały kształt Ziemi w formie *koła*, a obiekty niebieskie (Księżyc i gwiazdy) wokół tego koła. Do modelu okrągłej Ziemi zaliczono też rysunki dzieci, w których Księżyc i gwiazdy były rysowane poza kołem, tak jakby kosmos zaczynał się poza niewidzialną granicą kuli ziemskiej<sup>7</sup>.

Rozpatrywano też odpowiedzi dzieci na pytania: *Gdzie znajduje się miejscowość, w której mieszkasz?* oraz *Gdzie znajdują się Chiny?* Uznawano, że dziecko ma wyobrażenie zbliżone do naukowego, jeśli lokalizowało swoją miejscowość (Champaign) oraz Chiny wewnątrz narysowanego kręgu (dysku) przedstawiającego Ziemię. Jeżeli z wyjaśnienia dziecka wynikało, że Państwo Środka znajduje się poza kręgiem (przedstawiającym Ziemię), wypowiedź tę uznano za uproszczoną. Dziecko traktowało narysowany okrąg jako kontynent, a nie całą kulę ziemską.

który wskazuje, że teoria powinna być dokładna, spójna i prosta wewnątrznie. Dokładna w znaczeniu zgadzania się z wynikami istniejących obserwacji i eksperymentów. Spójna tym w znaczeniu, że powinna zgadzać się wewnątrznie. Pod pojęciem prostoty Kuhn rozumie teorię, która porządkuje dane, stosując możliwie maksymalne ograniczenie liczby elementów klasyfikacyjnych (por. tamże, s. 322).

<sup>7</sup> Dzieci, których rozumowania zaliczono do tego modelu wyjaśniały, że ludzie żyją na Ziemi tuż przy okręgu, tylko dwoje dzieci zaznaczyło ludzi na okręgu.

*Ziemia nie ma końca* (krawędzi), z której można by spaść zaliczano do modelu okrągłej Ziemi<sup>8</sup>.

Istotne były też odpowiedzi dzieci na pytanie: *Dokąd dojdiesz, gdy będziesz szedł cały czas w jednym kierunku?* Wczuwając się w konkretność rozumowania dzieci, akceptowano wyjaśnienia, w którym opowiadały one o samolocie (*który doleci...*), o statku (*który doplynie...*), o samochodzie (*który dojedzie...*). Dowodem na rozumienie kulistości Ziemi były wypowiedzi, z których wynikało, że podróżując, dotrze się do tego samego miejsca, z którego się wyszło (rozpoczęło podróż).

2. **Model spłaszczonej Ziemi** (*flattened sphere model*). Dzieci, których rozumowania zaliczono do tego modelu opisywały Ziemię jako „spłaszczoną kulę” lub „gruby naleśnik”<sup>9</sup>, a życie ludzi lokalizowały na zewnętrznej krawędzi Ziemi (najczęściej na górnej części spłaszczonej kuli). Obiekty niebieskie dzieci umieszczały dookoła tak przedstawianej Ziemi. Uznano, że dzieci te wiedzą, że dookoła Ziemi znajduje się przestrzeń wypełniona gwiazdami. Wypowiadając się o lokalizacji Chin, umieszczały je po niewidocznej stronie Ziemi, a zjawisko grawitacji tłumaczyły tym, że z Ziemi nie da się spaść. Uważały także, że idąc w jednym kierunku, dojdzie się do tego samego miejsca<sup>10</sup>.
3. **Model dwoistej Ziemi** (*dual earth model*). Niektóre dzieci podczas opisywania Ziemi tłumaczyły, że są dwie Ziemie: jedna jest okrągła i znajduje się na niebie a druga jest płaska i na niej żyją ludzie. Opis okrągłej Ziemi przypominał Księżyc (w pełni) widoczny na niebie. Wyjaśnienia dotyczące płaskości Ziemi dzieci łączyły z lokalizacją ludzi żyjących na Ziemi.

Gwiazdy i Księżyc dzieci umiejscawiały nad narysowanym kołem albo wokół niego. Położenie Chin i własnej miejscowości przedstawiały wewnątrz okręgu lub na płaskim terenie. W zależności od przyjętego punktu odniesienia, dzieci powoływały się na kulistość Ziemi *oglądaną na niebie* i stwierdzały, że *z Ziemi nie da się spaść i można ją okrążyć* (według modelu spłaszczonej Ziemi) lub – przyjmując

<sup>8</sup> Podczas interpretacji pojawiła się trudność, ponieważ wydawało się, że niektóre dzieci traktowały koniec Ziemi jako granicę atmosfery i kosmosu. Dlatego też w kolejnych badaniach doprecyzowano tego typu pytanie: *Czy Ziemia ma krawędź, z której można spaść?*

<sup>9</sup> Uznano, że dzieci te nie miały kłopotów z traktowaniem Ziemi zarówno jako kuli, jak i płaskiej. Dodam, że modele kształtu Ziemi jako spłaszczonego obiektu były podobne do Ziemi-jaja.

<sup>10</sup> Istnieje jednak uzasadniona obawa, że wyjaśnienia te są związane z ruchem wzdłuż spłaszczonej części kuli, która pozwala krążyć w koło, by wrócić do tego samego miejsca.



wyobrażenie horyzontalne – uznawały, że z Ziemi można spaść. Innymi słowy dziecko twierdziło, że Ziemia widziana na niebie nie ma granicy, ale jest płaska, ma taką barierę, której przekroczenie może się źle skończyć.

4. **Model pustej Ziemi** (*hollow sphere model*). Do niego zaliczano objaśnienia dzieci, w których tłumaczyły, że Ziemia zbudowana jest z dwóch półkul (*górną – niebo i dolną – ziemia*) i życie ludzi odbywa się wewnątrz tych dwóch półkul. Wyjaśnieniom tym zapewne towarzyszyło wyobrażenie szklanego akwarium lub piłki pustej w środku, wewnątrz której trwa życie<sup>11</sup>. Do modelu pustej Ziemi zaliczano także rysunki dzieci, które przedstawiały Ziemię jako koło i lokalizowały teraz żyjących ludzi wewnątrz kuli, a obiekty niebieskie – gwiazdy i Księżyc – w górnej jego części, nad nim lub poza nią. Niektóre dzieci rysowały kulę do połowy wypełnioną ziemią (glebą) i ludzi na jej powierzchni. Położenie Chin lokalizowały na płaskiej linii wewnątrz koła. Gdy pytano o kształt Ziemi dzieci – które prezentowały wyobrażenie pustej Ziemi – mówiły, że *Ziemia jest kulista, gdy widzimy ją z zewnątrz, ale wygląda na płaską, bo żyjemy w jej środku*.
5. **Model okrągłej płaskiej Ziemi** (*disc earth model*). Dzieci opisujące ten model wyobrażały sobie Ziemię jako dysk (*monetę*). Twierdziły też, że Ziemia jest otoczona wodą, pod ziemią znajduje się „inna” ziemia lub woda<sup>12</sup>. Na rysunkach dzieci prezentowały okrąg, wewnątrz którego lokalizowały ludzi żyjących na Ziemi. Księżyc i gwiazdy umieszczały nad rysowanym kołem lub w jego wnętrzu. Podobnie umieszczały Chiny (wewnątrz okręgu). Istotną cechą rozumowań zaliczanych do tego modelu były wyjaśnienia, że *Ziemia ma krawędź, z której można spaść*. Uznano, że dzieci prezentujące ten model nie miały też wyobrażenia przestrzeni otaczającej Ziemi.
6. **Model prostokątnej Ziemi** (*rectangular earth model*). Rozumowania dotyczące kształtu Ziemi były podobne do poprzednio opisanych

<sup>11</sup> Wyobrażenie to przypomina mitologiczny i biblijny opis świata wewnątrz jaja. Przedstawia on Ziemię otoczoną wodą (u dołu) i niebo (u góry) lub XIX-wieczną koncepcję pustej Ziemi. Tego typu opis pojawił się także w badaniach J. (Children’s conceptions of the earth as a cosmic body..., dz. cyt., s. 83–93). K. Rejmer, *Zapomniana historia nauki, czyli fantazje i facjacje naszych dziadków*, Warszawa 2018, s. 10–16) tłumaczy, że w XIX wieku na nowo przypomniano koncepcję pustej Ziemi. Przykładem takiego wyobrażenia świata jest opis Juliusza Verne’a w książce *Podróż do wnętrza Ziemi*.

<sup>12</sup> Model ten przypomina wyobrażenia mitologiczne wczesnych cywilizacji Grecji, sumeryjskiej, indyjskiej i chińskiej.

z tą różnicą, że dzieci rysowały kształt Ziemi jako czworokąt zbliżony w kształcie do prostokąta lub kwadratu. Rysowały obiekty słoneczne nad wierzchołkiem takiego czworokąta lub wewnątrz niego i używały poziomej linii do przedstawienia granicy nieba i ziemi. Umieszczały ludzi, a także swoją miejscowość i Chiny w czworokącie przedstawiającym Ziemię. Twierdziły, że *Ziemia ma krawędzie* (koniec), *z których można spaść*. Na pytanie, co znajduje się pod Ziemią, dzieci wyjaśniały, że jest tam *inna* ziemia. Uznano, że dzieci opisujące ten model nie doświadczają problemu ziemskiej sferyczności i decydują się na to, aby jej kształt przedstawić w formie znanych sobie figur geometrycznych.

W trakcie klasyfikowania wypowiedzi dzieci do przedstawionych modeli mentalnych pojawiła się trudność merytoryczna – niektóre wypowiedzi wykazywały się takimi cechami, że nie można ich było zakwalifikować do żadnego z sześciu opisanych modeli. Vosniadou i Brewer wprowadzili więc dodatkową kategorię, którą nazwali **modele mieszane**<sup>13</sup>.

W rozpatrywaniu opisanych modeli interesujące jest oszacowanie częstości występowania ich w rozumowaniach dzieci w poszczególnych grupach wiekowych. Jest to trudne ze względu na stosunkowo małą liczbę dzieci uczestniczących w badaniach Vosniadou i Brewera. W tej sytuacji postanowiłem przytoczyć dane dotyczące badanych grup dziecięcych kierując się informacjami podanymi przez tych autorów w opisie badań<sup>14</sup>.

W tabeli 3 przedstawiłem liczebność badanych dzieci z uwzględnieniem klasy, do której uczęszczały. W pierwszej kolumnie tabeli podaję nazwy modeli mentalnych kształtu Ziemi z uwzględnieniem modelu mieszanego. W trzech kolejnych kolumnach podaję liczebność i wiek badanych dzieci z klasy I, III i V, uczęszczających do amerykańskich szkół podstawowych. W ostatniej rubryce jest liczba wszystkich badanych dzieci.

<sup>13</sup> W publikacji S. Vosniadou i W. Brewer (*Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585) znalazłem jeden przykład rozumowania dziecięcego zaliczanego do kategorii mieszanych. **Dziecko umiejscowiło ludzi zamieszkujących Ziemię z obu stron dysku.** Takiego wyjaśnienia nie można było zakwalifikować ani do modelu płaskiej Ziemi, ani do modelu kulistej Ziemi. Taka podwójna interpretacja nie była brana pod uwagę przy klasyfikacji dziecięcych poglądów do jednego z sześciu opisanych modeli mentalnych kształtu Ziemi.

<sup>14</sup> Tamże.

TABELA 3. Modele mentalne kształtu Ziemi w badaniach Vosniadou i Brewera<sup>15</sup>

<b>Modele mentalne kształtu Ziemi</b>	<b>I Klasa Wiek dzieci: 6;4–7;5</b>	<b>III Klasa Wiek dzieci: 9;3–10;3</b>	<b>V klasa Wiek dzieci: 10;3–11;9</b>	<b>Suma</b>
Model okrągłej Ziemi	3	8	12	23
Model spłaszczonej Ziemi	1	3	0	4
Model pustej Ziemi	2	4	6	12
Model dwoistej Ziemi	6	2	0	8
Model płaskiej, okrągłej Ziemi	0	1	0	1
Model czworokątnego dysku	1	0	0	1
Model mieszany	7	2	2	11
Suma	20	20	20	60

Z danych liczbowych zawartych w tabeli wynika, że do opisanych wcześniej modeli zaliczono często wypowiedzi pojedynczych dzieci. Na tej podstawie trudno jest nawet określić różnice indywidualne między wiekiem dzieci, a tym, do którego modelu zaliczono ich rozumowania dotyczące kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi żyjących na niej itd.

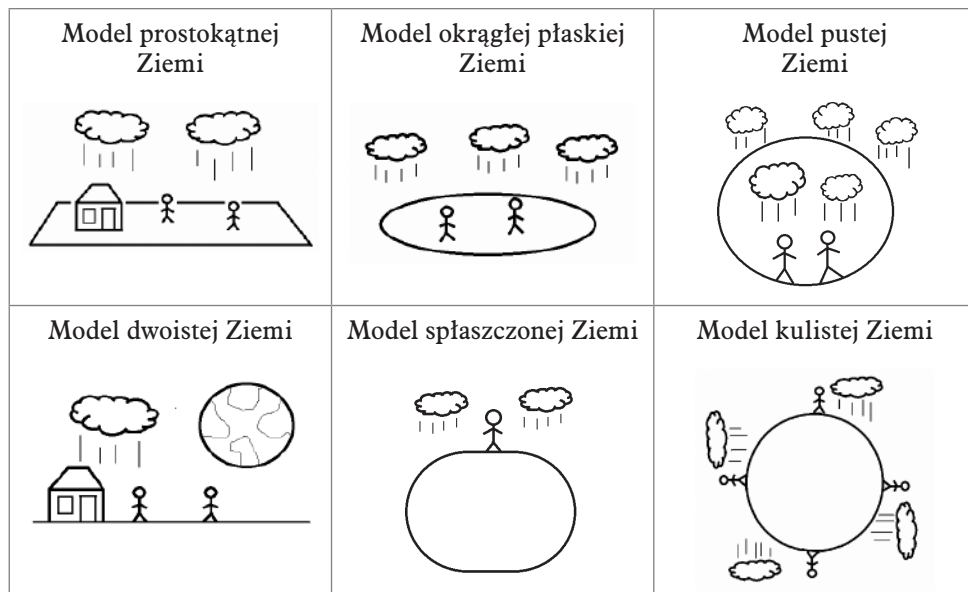
Dodam, że głównym celem badań Vosniadou i Brewera było ustalenie, jakimi modelami mentalnymi dysponują dzieci od 6. do 11. roku życia. Natomiast nie interesowały ich różnice indywidualne w rozumowaniu dzieci w kolejnych grupach wiekowych. Mimo to można zauważyć, że wraz z wiekiem rośnie liczba dzieci manifestujących wyjaśnienia zbliżone do naukowych. Jest to jednak banalne stwierdzenie zważywszy, że z wiekiem dzieci coraz precyzyjniej rozumują, wykazując się logiką zbliżoną do człowieka dorosłego i w większym stopniu korzystają z wiedzy edukacyjnej.

Dopełnieniem opisanych modeli kształtu Ziemi są schematyczne rysunki. Zostały one opracowane w sposób podobny jak zrobiła to na podstawie swoich badań Stella Vosniadou i William Brewer<sup>16</sup> (patrz: schemat 12). Zawierają one graficzne ujęcie najważniejszych elementów charakterystycznych dla opisanych modeli. Rysunki te pomogą zwizualizować różnice i podobieństwa rozumowań dzieci zaliczonych do danego modelu. Przedstawiam je w kolejności odwrotnej do omówionych modeli mentalnych

<sup>15</sup> Tamże.

<sup>16</sup> Żaden z tych rysunków – podobnie do graficznych prezentacji Vosniadou i Brewera – nie jest wzorowany na dziecięcych rysunkach, co autorzy mocno podkreślają (tamże).

dzieci, gdyż w ten sposób można łatwiej dostrzec specyfikę przechodzenia na dojrzsze wyobrażenia kształtu Ziemi, lokalizację ludzi oraz intuicje grawitacji w formie pokazania padającego deszczu.



SCHEMAT 12. Schematy graficzne modeli mentalnych kształtu Ziemi ustalone przez Vosniadou i Brewera<sup>17</sup> uwzględniające kształt Ziemi, lokalizację ludzi i wyobrażenie padającego deszczu

Model prostokątnej Ziemi nawiązuje do specyficznej logiki, którą posługują się dzieci przedszkolne w ujmowaniu w swoich rysunkach otoczenia<sup>18</sup>: rysują płaską Ziemię (jest to kreska), na której osadzają człowieka i otaczające go drzewa, domy itp. Nad tym wszystkim świeci słońce (na niebie), płyną chmury, z których pada deszcz. Jest to niewątpliwie punkt wyjścia do kształtowania się w umysłach dzieci coraz dojrzszych wyobrażeń o Ziemi i niebie, lokalizacji człowieka na zmieniającym się kształcie Ziemi.

W kolejnych schematach modeli mentalnych można dostrzec **proces** **zmieniania się** **dziecięcych** **poglądów** **na** **kształt** **Ziemi**: **od** **płaskiej** **Ziemi** **widzianej** **z** **perspektywy** **ziemskiej**, **poprzez** **kształt** **płaskiej** **Ziemi**

<sup>17</sup> Por. tamże.

<sup>18</sup> W tej interpretacji kieruję się ustaleniami S. Szumana (*Sztuka dziecka*, Warszawa 1990) dotyczącymi etapów rozwoju dziecięcego rysunku, a także jego tezą, że dzieci w swoich rysunkach przedstawiają to, co wiedzą, a więc własne rozumienie świata.

**widzianej z perspektywy z góry (z kosmosu), po wnioskowanie o kulistości Ziemi.** Przechodzenie z jednej wizji Ziemi do innej jest dla dzieci tak skomplikowane i trudne mentalnie, że konstruują modele pośrednie (uproszczone). Dzieje się to pod wpływem wypowiedzi dorosłych o kulistości Ziemi. Dzieci dążą do pogodzenia tego, o czym mówią dorośli ze swoimi doświadczeniami świadczącymi o płaskości Ziemi. Rozwiązują ten dylemat w taki sposób: *jestem przekonany, że Ziemia jest płaska, ale dorośli twierdzą, że jest okrągła.* Ponieważ wielokrotnie widziały pękniętą piłkę, wydmuszkę jaka łączy więc swoje przekonanie płaskości Ziemi umieszczając ją w środku pustej kuli jako krążek, nad którym osadzają ludzi, przedmioty itp. Słońce i Księżyc lokują nad Ziemią po wewnętrznej lub zewnętrznej stronie pustej kuli.

Pod wpływem edukacji domowej i szkolnej, wiedzy dostarczanej przez publikatory (telewizję, filmy popularnonaukowe itp.) dzieci powoli, stopniowo przyswajają sobie wiedzę o kulistości Ziemi i posługują się rozumowaniem zbliżonym do naukowego.

W schematach rysunkowych reprezentujących dziecięce modele mentalne kształtu Ziemi można też dostrzec zmiany w lokowaniu ludzi na Ziemi. Przebiegają one od osadzania ludzi wewnątrz rysunku okrągłej płaskiej Ziemi, poprzez umieszczanie ich wewnątrz pustej Ziemi i wreszcie – z uwzględnieniem intuicyjnego rozumienia grawitacji – na powierzchni całego globu ziemskiego. Uwzględnienie intuicyjnego rozumienia grawitacji wskazuje na rolę edukacji, zwłaszcza w zakresie poznawania praw przyrody i geograficznego pojmowania rozmieszczenia lądów, na których przecież żyją ludzie. Potwierdzeniem tej ewolucji są rozumowania dzieci dotyczące padającego deszczu uwzględnione w modelach Vosniadou i Brewera.

O tym, że Vosniadou i Brewer mieli świadomość atrakcyjności naukowej opracowanych modeli kształtu Ziemi świadczy to, że dążyli do sprawdzenia, w jakim stopniu odnoszą się one do rozumowań dzieci wychowanych w innych kulturach. Wymienić tu trzeba zrealizowane przez nich badania dzieci – odnoszące się do kształtu Ziemi, lokalizacji człowieka na Ziemi oraz Słońca i Księżyca – z wysp Samoa<sup>19</sup>, z Grecji<sup>20</sup>, z Indii<sup>21</sup> oraz

<sup>19</sup> W. Brewer, D.J. Herdrich, S. Vosniadou, *A cross-cultural study of children's development of cosmological models...*, dz. cyt.

<sup>20</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon...*, dz. cyt., s. 605–629; M. Kampeza, R. Konstantinos, *Transforming the representations of preschool-age children...*, dz. cyt., s. 141–158.

<sup>21</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

wśród dzieci Indian z plemienia Lakota mieszkających w USA<sup>22</sup>. W wyniku tych badań ustalono, że rozumowania badanych dzieci mieszczą się w opisanych sześciu modelach. Przyczyniło się to do uznania **opisanych przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera modeli mentalnych kształtu Ziemi. Zaczęto uznawać je za uniwersalne**. Tezę tę potwierdzono w badaniach w Estonii<sup>23</sup>, Szwecji<sup>24</sup>, Holandii<sup>25</sup>, Anglii<sup>26</sup> i Turcji<sup>27</sup>.

## 4.3 MODELE MENTALNE ZJAWISKA DNIA I NOCY

W 1994 roku Vosniadou i Brewer opublikowali<sup>28</sup> drugą część swoich wyników badań dotyczących opisu dziecięcych modeli mentalnych relacji Ziemia–Księżyc–Słońce (nazywanego przeze mnie modelami Układu Słonecznego) z uwzględnieniem wyjaśnień zjawiska dnia i nocy<sup>29</sup>. W badaniach tych rozpatrywano dziecięce wypowiedzi:

<sup>22</sup> I.A. Diakidoy, S. Vosniadou, J.D. Hawks, 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, s. 159.

<sup>23</sup> E. Kikas, The Impact of Teaching on Students' Definitions and Explanations of Astronomical Phenomena, dz. cyt., s. 439–454; T. Hannust, E. Kikas, Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning, *Early Childhood Research Quarterly*, 22/2007, s. 89–104.

<sup>24</sup> K. Ehrlén, Drawings as representations of children's conceptions, *International Journal of Science Education*, 31/2008, s. 41–57.

<sup>25</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

<sup>26</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, Is the world round or flat? Children's understanding of the earth, *European Journal of Developmental Psychology*, 3/2006, s. 124–141.

<sup>27</sup> S. Özsoy, Is the Earth Flat or Round?..., dz. cyt., s. 407–415; M.A. Kurnaz, Turkish Students' Understandings about Some Basic Astronomy Concepts: A Cross-Grade Study, *World Applied Sciences Journal*, 19/2012, s. 986–997.

<sup>28</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Day/Night Cycle, dz. cyt., s. 123–183.

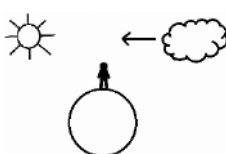
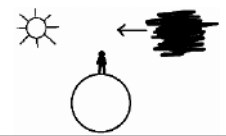
<sup>29</sup> W tym miejscu trzeba wyjaśnić, że podstawowym narzędziem stosowanym przez Vosniadou i Brewera był zestaw pytań kierowanych do dzieci. Mogły one udzielić odpowiedzi werbalnych lub wypowiedzieć się w formie rysunków. Narzędzie to Vosniadou i Brewer nazwali kwestionariuszem. Część z tych pytań dotyczyła kształtu Ziemi, ludzi i chmur. Wyniki badań obejmujące odpowiedzi dzieci na pierwszą część pytań opublikowali w: *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585. Drugą część pytań (dotyczącą głównie zjawiska dnia i nocy) opublikowali dwa lata później (*Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183).



- Werbalne, dotyczące kwestii: *Gdzie jest Słońce w nocy?, Jak to się dzieje?, Czy Ziemia się rusza?, Czy Słońce się rusza?, Powiedz mi raz jeszcze, jak to się dzieje?, Czy Księżyc się rusza?, Czy Księżyc rusza się wraz z tobą, gdy chodzisz?, Czy Księżyc porusza się, gdy śpisz?, Dlaczego Księżyc się rusza?, Gdzie są gwiazdy w nocy?, Gdzie są gwiazdy w ciągu dnia?, Czy gwiazdy poruszają się?*
- Rysunkowe, w sytuacji: osoba prowadząca badanie narysowała koło (reprezentujące Ziemię), a po lewej stronie umieściła na nim sylwetkę człowieka, następnie poleciła: *Zrób tak, aby ta osoba miała dzień... Teraz zrób tak, aby ta osoba miała noc.*

Po zebraniu werbalnych i rysunkowych wypowiedzi dzieci Vosniadou i Brewer odrzucili wypowiedzi niespójne i nielogiczne (analogicznie do wcześniej przedstawionych badań<sup>30</sup>). Pozostałe odpowiedzi uporządkowali tworząc 16 modeli przedstawiających dziecięce wyobrażenia zjawiska dnia i nocy. W tej liczbie uwzględniono modele mieszane (niespójne lub dwuznaczna) oraz tzw. nieidentyfikowane (niezrozumiałe dla prowadzących badania). W tabeli 4 przedstawię modele wraz z krótkimi opisami Vosniadou i Brewera (bez opisu modeli mieszanych i niezdefiniowanych) z podziałem na modele wstępne, uproszczone i naukowe.

TABELA 4. Modele zjawiska dnia i nocy ustalone przez Vosniadou i Brewera<sup>31</sup>

L.p.	Nazwa modelu	Graficzna prezentacja modelu	Przykładowy opis
<i>Modele wstępne dotyczące dnia i nocy, formułowane na codziennej obserwacji (horyzontalnej)</i>			
1	Słońce jest zasłanianie przez chmury		<i>Chmury, ciemność lub noc zastaniają słońce.</i>
2	Dzień jest zmieniany przez noc		<i>Dzień przesuwa się w inne miejsce i zastępuje go ciemność.</i>

<sup>30</sup> Tak jak w poprzednio opisanych badaniach, Vosniadou i Brewer korzystali z sędziów kompetentnych dla sprawdzenia słuszności przyjętych przez siebie kryteriów.

<sup>31</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

L.p.	Nazwa modelu	Graficzna prezentacja modelu	Przykładowy opis
3	Słońce przemieszcza się „w kosmos”		<i>Słońce wędruje w przestrzeń kosmiczną (jest dzień) po czym wraca (jest noc).</i>
<b>Modele uproszczone, na podstawie przekonania, że Słońce wykonuje znaczący ruch dla zjawiska dnia i nocy</b>			
4	Słońce idzie na/do Ziemi (a Księżyc idzie do góry)		<i>Słońce wędruje po niebie, (jest dzień), idzie do dołu/ do Ziemi (za góry, do wody), a potem pojawia się Księżyc i powstaje noc</i>
5	Słońce przechodzi na dół, na inną stronę Ziemi (pojawia się Księżyc)		<i>Słońce wędruje po niebie i jest dzień. Potem przemieszcza się na dół (pod Ziemię lub na jej drugą stronę) i pojawia się Księżyc – jest noc</i>
6	Słońce przemieszcza się (bez wskazania kierunku), w jego miejsce pojawia się Księżyc		<i>Słońce wędruje po niebie – jest dzień, potem przemieszcza się w dół, idzie do innego miasta – jest noc</i>
7	Słońce i Księżyc krążą wokół Ziemi		<i>Słońce i Księżyc okrążają Ziemię każdego dnia. Jeśli Słońce jest u góry – jest dzień, jeśli u góry jest Księżyc – jest noc</i>
<b>Modele uproszczone, na podstawie przekonania, że Ziemia wykonuje znaczący ruch dla powstawania zjawiska dnia i nocy</b>			
8	Ziemia krąży wokół Słońca (Księżyc jest nieokreślony)		<i>Ziemia kręci się wokół Słońca. Jeśli Słońce jest u góry – jest dzień. Jeśli nie widać Słońca, to jest noc</i>
9	Ziemia obraca się (górze–dół) a Słońce jest stałe (Księżyc nieokreślony)		<i>Ziemia kręci się a Słońce zostaje w jednym miejscu. Jeśli z kręcącej się Ziemi widać Słońce – jest dzień. Jeśli nie widać – jest noc</i>

L.p.	Nazwa modelu	Graficzna prezentacja modelu	Przykładowy opis
10	Ziemia obraca się, a Słońce i Księżyc są stałe po przeciwnych stronach		<i>Ziemia obraca się w kierunku Słońca – jest dzień, a kiedy obraca się w kierunku Księżyca – jest noc</i>
11	Ziemia obraca się bokiem (Księżyc nieokreślony)		<i>Ziemia odwraca się od Słońca. Jeśli z obracającej się Ziemi widać Słońce – jest dzień, jeśli nie – jest noc</i>
12	Ziemia obraca się bokiem <sup>32</sup> , a Księżyc i Słońce są stałe, po przeciwnych stronach obracającej się Ziemi		<i>Kiedy Ziemia porusza się po swojej orbicie tą stroną, gdzie jest Słońce – to ta strona Ziemi ma dzień, a po drugiej stronie (gdzie jest Księżyc) – jest noc</i>
13	Ziemia obraca się w nieokreślonym kierunku (Księżyc nie ma określonego miejsca)		<i>Jeżeli z obracającej się Ziemi widać Słońce – jest dzień, jeśli nie, jest noc</i>
<b>Model naukowy, na podstawie przekonania, że Ziemia obraca się wokół własnej osi ze wschodu na zachód dla powstawania zjawiska dnia i nocy</b>			
14	Ziemia obraca się wokół własnej osi ze wschodu na zachód. Księżyc krąży wokół Ziemi. Słońce jest nieruchome		<i>Ziemia obraca się w kierunku zachodnim, dzień jest tam, gdzie świeci Słońce. Kiedy nie ma Słońca, powstaje noc. Słońce stoi, a Księżyc krąży wokół Ziemi</i>

Z opisu zaprezentowanych charakterystyk wynika, że modele przedstawione w kategorii wstępne, uproszczone i naukowy mają wiele wspólnego. Dlatego Vosniadou i Brewer utworzyli z nich osiem, modeli wyróżniając wstępne uproszczone i naukowe. Podaję ich opis, gdyż korzystam z nich, interpretując wyniki badań własnych.

- **Model wstępny: Słońce jest zasłaniane i następuje noc.** Dzieci wyjaśniają następstwo nocy poprzez zasłonięcie Słońca (Słońce znika, jest

<sup>32</sup> Dodam, że mało precyzyjne określenie „Ziemia porusza się bokiem” wynikało ze sposobu prowadzenia badania. Zapewne gdyby zamiast metody rysunkowej dzieci mogły operować grudkami plasteliny, z których zrobiłyby wcześniej Słońce, Ziemię i Księżyc, być może określenie to byłoby bardziej precyzyjne.

niewidoczne) przez chmury, które je „blokują”. Noc dla tych dzieci powstaje wówczas, gdy ciemna chmura zasłania Słońce. Analogicznie wyjaśniają powstawanie dnia, wiążąc je z „zablokowaniem” gwiazd i Księżyc<sup>33</sup>.

- **Model wstępny: Słońce wschodzi w przestrzeń.** Ruch tego obiektu nie jest określony najczęściej w górę i w dół. Słońce może być też zasłanianie przez góry i drzewa. Jeśli się za nimi schowa, wówczas powstaje noc, jeżeli chowa się za nimi Księżyc, powstaje dzień. Charakterystyczne w wypowiedziach dzieci zakwalifikowanych do tego modelu Ziemi jest to, że obiekty niebieskie, w tym Słońce, poruszają się w przestrzeni.
- **Model wstępny: Słońce i Księżyc pojawiają się naprzemiennie.** Dzieci nie określają bliżej ruchu tych obiektów niebieskich. Jednakże o ile we wcześniejszych modelach pomiędzy ruchem Słońca i Księżycy nie było zależności – w tym modelu – dzieci tłumaczą, że gdy wschodzi Słońce (wynurza się z za blokady), jest dzień, a gdy Księżyc wschodzi, zaczyna się noc. Jest to więc ruch naprzemienny.
- **Model uproszczony: Słońce i Księżyc poruszają się naprzeciw, wokół okrągłej Ziemi.** Dzieci lokalizują Słońce i Księżyc jako poruszające się wokół Ziemi jakby naprzeciw siebie. W takim wyobrażeniu dzień powstanie w wyniku uniesienia do góry Słońca i schowania się Księżycy pod Ziemię. Natomiast noc jest skutkiem pojawienia Księżycy i schowania się Słońca pod Ziemią. Prezentując takie poglądy dzieci nie przedstawiają najbliższej okolicy (płaskiego horyzontu obecnego w modelach wstępnych), a w swoich wyjaśnieniach traktują Ziemię jako glob (stąd zakwalifikowanie do kategorii modeli pośrednich, między wstępnymi a naukowymi).
- **Model uproszczony: Słońce i Księżyc obracają się wokół Ziemi jeden raz w ciągu dnia.** W poprzednim modelu w rozmowaniach dzieci ruch obiektów niebieskich był nieokreślony. W rozumowaniach zaliczanych do tego modelu ruch Księżycy i Słońca jawi się dzieciom po jednej linii (orbicie?) z uwzględnieniem relacji czasowej. Słońce i Księżyc pojawiają się nad Ziemią raz na jeden dzień. Kiedy u góry jest Słońce – mamy dzień, gdy na niebie (u góry) jest Księżyc – mamy noc.
- **Model uproszczony: Ziemia i Księżyc krążą wokół Słońca po różnych orbitach.** Rozumowania dzieci zaliczone do poprzednich modeli

<sup>33</sup> Podobnie opisywał J. Piaget (1926), który tłumaczył, że ten sposób wyjaśnienia jest modyfikacją wyjaśnień artystycznych (J. Piaget, *Jak dziecko sobie wyobraża świat*, dz. cyt., s. 199–250).

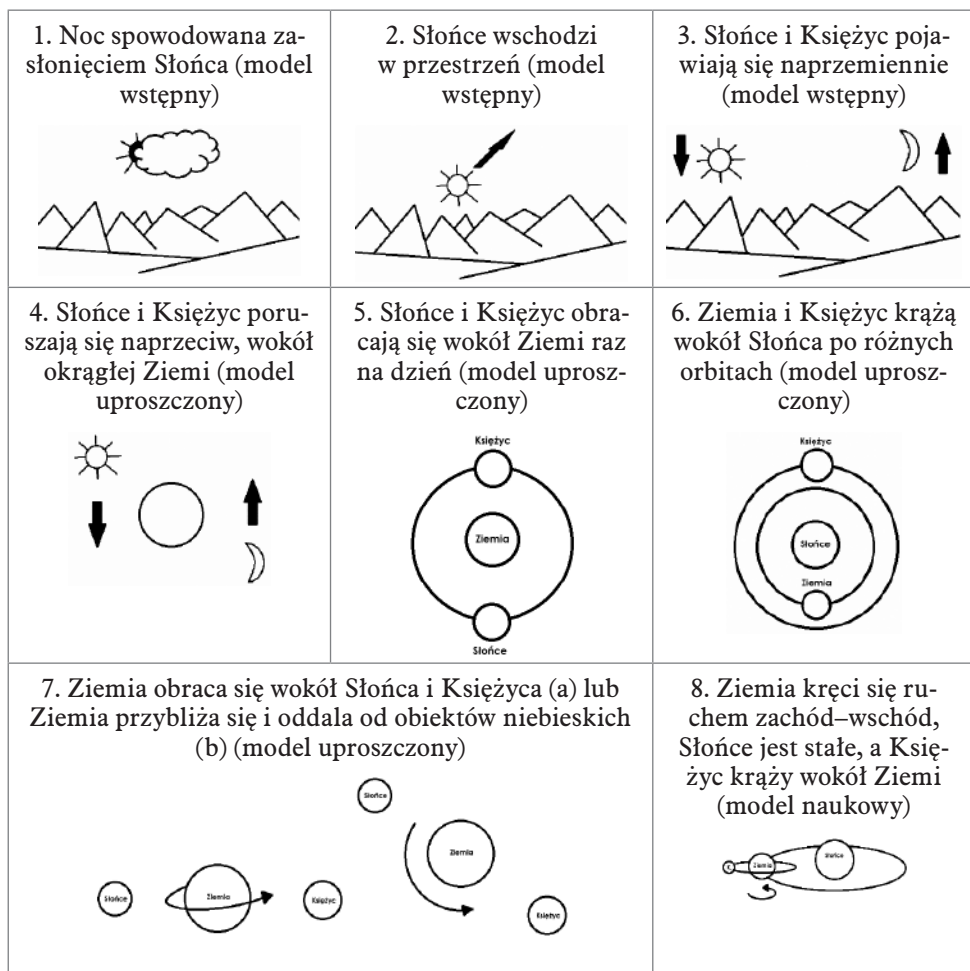
przypominają układ geocentryczny. Natomiast rozumowania dzieci zaliczone do tego modelu są już zbieżne z układem heliocentrycznym. Ziemia wraz z Księżycem poruszają się dookoła Słońca, ale ich ruch odbywa się pod odmiennych orbitach. Niektóre dzieci twierdziły już, że jest to ta sama trajektoria. Zjawisko dnia i nocy wyjaśniają podobnie jak w modelu poprzednim: kiedy u góry jest Słońce – mamy dzień, gdy na niebie (u góry) jest Księżyc – mamy noc.

- **Model uproszczony: Ziemia obraca się wokół Słońca i Księżyca.** Wypowiedzi dzieci zaliczane do tego modelu wyjaśniają powstawanie dnia i nocy nie jako ruchu obiegowego Ziemi wokół Słońca (jak to było przedstawiane w poprzednich modelach), ale jako ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi. W swoich wyjaśnieniach dzieci nie potrafiły jeszcze opisać ruchu Ziemi – twierdziły, że Ziemia obraca się, a więc przybliżyła się do Słońca i oddala od niego, kręci się ze wschodu na zachód lub z zachodu na wschód. To, że ten typ wyjaśnień zaliczany jest do modeli nienaukowych wynika z tego, że dzieci tłumaczą obecność i ruch Słońca oraz Księżyca jako opozycyjne.
- **Model naukowy: Ziemia kręci się ruchem zachód–wschód, Słońce jest stałe, a Księżyc krąży wokół Ziemi.** Dzieci błędnie tłumaczą zjawisko pojawienia się dnia i nocy obrotem Ziemi wokół własnej osi (ze wschodu na zachód). Dzień jest efektem oświetlenia przez Słońce pewnej płaszczyzny Ziemi. Księżyc nie bierze udziału w tworzeniu nocy.

Konsekwentnie do przedstawienia wyników badań Vosniadou i Brewera oraz opracowania modeli kształtu Ziemi przedstawiam wizualizację modeli zjawiska dnia i nocy (schemat 13). Opracowałem je, kierując się schematami Vosniadou i Brewera<sup>34</sup>. Dziecięce wyjaśnienia dotyczące ruchu obiektów są oznaczone strzałkami lub liniami podobnymi do trajektorii orbitalnych.

Przejdźmy do problemów edukacyjnego wspomaganie dzieci w przechodzeniu z modeli wstępnych, poprzez uproszczone, do naukowych. Vosniadou i Brewer ustalili, że dzieci rozpoczynające edukację szkolną posiadają już pewne informacje związane ze zjawiskiem dnia i nocy. Chcąc je skonkretyzować, opracowałem tabelę 5. W kolumnie pierwszej wymieniam opisane wcześniej modele mentalne dotyczące dnia i nocy. W trzech kolejnych kolumnach wymieniam liczbę badanych dzieci z uwzględnieniem ich wieku i klasy, do której uczęszczały w szkołach amerykańskich.

<sup>34</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.



SCHEMAT 13. Wizualizacja modeli mentalnych cyklu dnia i nocy opracowana przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera

Zacznę od wyjaśnienia: w badaniach Vosniadou i Brewera uczestniczyło 60 dzieci (po 20 z każdej grupy wiekowej). Jednakże do modeli wstępnych, uproszczonych i naukowego nie zaliczono wyjaśnień dzieci, w których przedstawiały rozumowania niespójne, przeczące sobie nawzajem (mieszane) i niezrozumiałe (niesklasyfikowane). Do wypowiedzi logicznych i spójnych (spełniających kryteria badaczy) zaliczono tylko 38 z 60 wypowiedzi badanych dzieci. Mimo to na podstawie danych liczbowych można zorientować się w relacjach pomiędzy wiekiem dzieci a modelem, do którego zaliczono ich rozumowania. W rozumowaniach dzieci:



- z klasy pierwszych dominują wyjaśnienia zaliczane do modeli wstępnych (13), tylko wyjaśnienia niektórych dzieci zaliczono do modeli uproszczonych (3);
- z klasy trzeciej dominują wyjaśnienia zaliczane do modeli uproszczonych (7), pojedyncze dzieci (2) wykazały się rozumowaniem zaliczanym do modelu wstępnego oraz jedno dziecko rozumowało zgodnie z modelem naukowym;
- z klasy piątej dominują wyjaśnienia zaliczane do modeli uproszczonych (11) i jedno dziecko wykazało się rozumowaniem typowym dla modelu wstępnego.

TABELA 5. Rozkład sklasyfikowanych modeli mentalnych zjawiska dnia i nocy w badaniach Vosniadou i Brewera<sup>35</sup>

<b>Modele mentalne zjawiska dnia i nocy</b>	<b>I Klasa Wiek dzieci: 6;4–7;5</b>	<b>III Klasa Wiek dzieci: 9;3–10;3</b>	<b>V klasa Wiek dzieci: 10;3–11;9</b>	<b>Suma</b>
Noc spowodowana zaśnieżeniem Słońca	13	2	1	16
Słońce wschodzi w przestrzeń				
Słońce i Księżyc pojawiają się naprzemiennie				
Słońce i Księżyc poruszają się naprzeciw, wokół okrągłej Ziemi	3	7	11	21
Słońce i Księżyc obracają się wokół Ziemi raz na dzień				
Ziemia i Księżyc krążą wokół Słońca po różnych orbitach				
(A) Ziemia obraca się wokół Słońca i Księżyca lub (B) Ziemia przybliża się i oddala od obiektów niebieskich				
Ziemia kręci się ruchem zachód–wschód, Słońce jest stałe, a Księżyc krąży wokół Ziemi	0	1	0	1
<b>Suma</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>38</b>

<sup>35</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

Na podstawie tych danych można też zorientować się co do możliwości i ograniczeń umysłowych w stosunku do abstrakcyjnego charakteru wiedzy astronomicznej. Na podstawie tego, że **w grupie uczniów w wieku 10–11 lat ani jedno badane dziecko nie wyjaśniło zjawiska dnia i nocy w sposób zbliżony do naukowego** można wnioskować, że do zrozumienia naukowych argumentów będących podstawą wnioskowania o następstwie dnia i nocy konieczne jest przejście na rozumowanie formalne (w sensie Jeana Piageta). To, że w grupie dzieci nieco młodszych było jedno, które wykazało się rozumowaniem zbliżonym do naukowego, można wyjaśnić zjawiskiem różnic indywidualnych w rozwoju. Szczególnie zdolne dzieci potrafią wyprzedzać w rozwoju operacyjnego rozumowania swoich rówieśników o kilka lat. Takich dzieci jest jednak stosunkowo mało.

Przejdźmy do omówienia związków pomiędzy rozumowaniami dzieci dotyczącymi kształtu Ziemi a rozumowaniami dzieci dotyczącymi zjawiska dnia i nocy. Jest to możliwe, gdyż w opracowaniu mentalnych modeli dotyczących kształtu Ziemi i zjawiska dnia i nocy brano pod uwagę wyniki badań, w których uczestniczyły te same dzieci. Z danych liczbowych zawartych w tabeli 3 i 5 wynikają następujące wnioski:

- dzieci, które twierdzą, że Ziemia jest okrągła, nie mają większych trudności z wyjaśnieniem zjawiska dnia i nocy. Niektóre dzieci dodają, że tam, gdzie jest noc, tam jest Księżyc, jakby był on odpowiedzialny za powstawanie nocy;
- dzieci, które twierdzą, że Ziemia jest płaska lub jest dyskiem, napotykają trudności z wyjaśnieniem cykliczności dnia i nocy.

Oznacza to, że we wspomaganiu dzieci w przejściu na naukowy sposób wyjaśniania zjawisk astronomicznych trzeba brać pod uwagę szerszy kontekst wiedzy astronomicznej, pamiętając o tym, że poszczególne zakresy tej wiedzy wzajemnie się uzupełniają i warunkują. Dodam, że podobny wniosek – rozszerzony o inne jeszcze zakresy wiedzy astronomicznej – wynika też z moich badań, które przedstawiam w rozdziale 6 i 7.

## 4.4 ZASTOSOWANIE MODELI MENTALNYCH KSZTAŁTU ZIEMI I ZJAWISKA DNIA I NOCY W BADANIACH NAD KSZTAŁTOWANIEM SIĘ WIEDZY ASTRONOMICZNEJ U DZIECI WYCHOWYWANYCH W RÓŻNYCH KULTURACH

Konsekwencją uznania przez Vosniadou i Brewera związku pomiędzy modelami mentalnymi zjawiska dnia i nocy a uproszczonymi formami pojmowania Układu Słonecznego jest podjęcie badań nad tym, jakimi koncepcjami Układu Słonecznego dysponują dzieci. W badaniach tych uczestniczyła Hinduska Ala Samarapungavan, a to umożliwiło objęcie badaniami grupy dzieci hinduskich uczęszczających do klasy pierwszej i trzeciej<sup>36</sup>. Celem tych badań było ustalenie czy rozumowania dzieci hinduskich dadzą się uporządkować w kategorie wyznaczone opisanymi wcześniej modelami Układu Słonecznego (relacja Ziemia–Księżyc–Słońce).

Do oceny dziecięcych przemyśleń zastosowano opracowany wcześniej zestaw pytań w części dotyczącej rozumienia przez dzieci dnia i nocy<sup>37</sup>. Podczas zadawania tych pytań pokazywano dodatkowo dzieciom sześć brył, z których miały wybrać tę, która – ich zdaniem – najbardziej przypomina im Ziemię, *na której mieszkają wszyscy ludzie*. Wśród prezentowanych brył były:

- cienki prostopadłościan imitujący model kwadratowego dysku-Ziemi;
- walcowaty krążek przypominający model płaskiej Ziemi o kształcie okręgu;
- kula traktowana jako zbliżony do modelu naukowego Ziemi;
- kula ze spłaszczoną częścią powierzchni;
- kula z wydrążonym wnętrzem – przedmiot imitujący pustą Ziemię.

Oprócz wymienionych brył posługiwano się także stożkiem, który pełnił rolę kontrolną. Bryły były jednokolorowe, wykonane ze styropianu. Po uporządkowaniu tak zorganizowanych badań opracowano osiem modeli mentalnych Układu Słonecznego.

1. **Model naukowy: Ziemia krąży wokół Słońca, wokół Ziemi krąży Księżyc.** Dzieci prezentujące ten model prawidłowo zidentyfikowały Słońce, Ziemię i Księżyc. Wskazały, że pośrodku znajduje się

<sup>36</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>37</sup> Zastosowane narzędzi zostało szerzej opisane w: S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585.

nieruchome Słońce, a obiekty niebieskie krążą wokół Słońca. Przyczyn zjawiska dnia i nocy upatrywały w ruchu Ziemi. Twierdziły np., że jeśli Ziemia się zatrzyma to – w miejscu oświetlonym przez Słońce – będzie trwał dzień.

2. **Model uproszczony, heliocentryczny: Ziemia wraz z Księżycem poruszają się po innych trajektoriach wokół Słońca.** Dziecko prezentujące ten model (było tylko jedno) wskazało, że Księżyc *podróżuje* wraz z Ziemią dookoła Słońca. Wyjaśniając zjawisko dnia i nocy wskazało, że Ziemia obraca się ze wschodu na zachód.
3. **Model uproszczony, heliocentryczny: Słońce i Księżyc są nieruchome a Ziemia porusza się dookoła Słońca.** Dzieci wyjaśniały zjawisko dnia i nocy poprzez ruch obiegowy Ziemi.
4. **Model uproszczony, heliocentryczny: Słońce i Księżyc są nieruchome a Ziemia porusza się dookoła Słońca i Księżyca.** Rozumowania dzieci zaliczane do tego modelu wyjaśniały następstwo dnia i nocy poprzez zbliżanie się lub oddalanie Ziemi od Słońca i przybliżanie się do Księżyca. Dzieci uważały, że gdy Ziemia zbliża się do Księżyca, zaczyna się noc.
5. **Model uproszczony, geocentryczny: Ziemia znajduje się na wielkim oceanie i porusza się dookoła własnej osi.** Przypominam, że cechą charakterystyczną modeli geocentrycznych jest umieszczanie Ziemi pośrodku innych obiektów niebieskich. Z wyjaśnień dzieci zakwalifikowanych do tego modelu wynikało, że Ziemia obraca się dookoła własnej osi między Księżycem i Słońcem (jedno z dzieci wskazało, że Ziemia unosi się na powierzchni wody). Oglądając schemat Układu Słonecznego dzieci twierdziły, że *nie ma na nim Ziemi*, lub że przedstawia on *nocne niebo*.
6. **Model uproszczony, geocentryczny: Ziemia jest nieruchoma i znajduje się w przestrzeni, dookoła niej krążą w koło Słońce i Księżyc.** Wypowiedzi dzieci zaliczane do tego modelu tłumaczyły powstanie dnia poprzez oświetlenie części powierzchni Ziemi przez Słońce. Noc była dla tych dzieci efektem pojawienia się Księżyca po drugiej stronie Ziemi.
7. **Model wstępny, geocentryczny: Ziemia jest nieruchomym dyskiem, Słońce i Księżyc na przemian unoszą się nad Ziemią lub chowają pod nią.** Rozumowania zaliczane do tego modelu dominowały u dzieci hinduskich (15 z 38 badanych dzieci). Niektóre dzieci twierdziły, że widziały *tonące* słońce na horyzoncie. Vosniadou interpretuje takie wyjaśnienia jako konsekwencję sformułowań obecnych w bodaj wszystkich

językach świata, *Słońce wstaje rano*. Oglądając ilustrację przedstawiającą schemat Układ Słoneczny dzieci wskazywały, że nie zostało na nim przedstawione Słońce.

8. **Model wstępny, geocentryczny: Ziemia jest dyskiem, dzień i noc zależą od przysłonięcia Słońca lub Księżyca.** W wyjaśnieniach dzieci – których opisy zostały zakwalifikowane do tego modelu – zarówno Ziemia, Księżyc, jak i Słońce są nieruchome. Zjawisko powstawania nocy jest wynikiem zasłonięcia Słońca przez chmurę. Dzieci, które tak myślały, nie rozpoznawały na ilustracji Układu Słonecznego.

Rozpatrzmy relację pomiędzy wiekiem badanych dzieci a ich rozumowaniem, które zostało zakwalifikowane do jednego z ośmiu przedstawionych modeli. Kierując się informacjami podanymi w opisie badań przez Vosniadou, Brewera i Samarapungavan<sup>38</sup>, opracowałem tabelę 6. Zbudowałem ją analogicznie jak tabele 4 i 5. W pierwszej kolumnie wymieniam modele mentalne zjawiska Układu Słonecznego opracowane na podstawie dziecięcych wyjaśnień dotyczących zjawiska dnia i nocy. W dwóch kolejnych kolumnach podaję informację o wieku badanych dzieci i klasie szkolnej, do której uczęszczają. Dodam tu, że zgodnie z przyjętą procedurą Vosniadou, Brewer i Samarapungavan oprócz omówionych modeli wyróżnili kategorię „niezakwalifikowane” i objęły nią te wypowiedzi, które nie były spójne i logiczne wewnętrznie lub niezrozumiałe dla prowadzących badania. Były cztery takie wypowiedzi. Nie uwzględniam ich w danych liczbowych przedstawionych w tabeli 6.

Wśród badanych uczniów z pierwszej klasy (6–7 lat) uczęszczających do szkół hinduskich dominowały rozumowania dzieci (11) zaliczone do modelu *Ziemia jest nieruchomym dyskiem, Słońce i Księżyc na przemian unoszą się nad Ziemią lub chowają pod nią*. Troje dzieci z tej grupy wiekowej wykazało się rozumowaniem charakterystycznym dla modelu *Ziemia jest dyskiem, dzień i noc zależą od przysłonięcia Słońca lub Księżyca*, a dwoje dzieci rozumowaniami zaliczanymi do *Słońce i Księżyc są nieruchome, a Ziemia porusza się dookoła Słońca*. Ponieważ przedstawione w tabeli modele ułożone są od zbliżonych do naukowych do wstępnych, należy przypuszczać, że troje dzieci z tej grupy wykazało się przyspieszonym rozwojem umysłowym lub miało – co nie jest wykluczone – szczęście do dorosłych, którzy wspomagali je w rozwoju umysłowym, z uwzględnieniem wiedzy astronomicznej.

<sup>38</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

TABELA 6. Popularność modeli mentalnych Układu Słonecznego ustalona w badaniach wśród dzieci indyjskich przez Ali Samarapungavan, Stellę Vosniadou i Williama Brewera<sup>39</sup>

<b>Modele mentalne zjawiska Układu Słonecznego opracowane na podstawie dziecięcych wyjaśnień dotyczących zjawiska dnia i nocy</b>	<b>I Klasa Wiek dzieci: 6;4 – 7;5</b>	<b>III Klasa Wiek dzieci: 9;3 – 10;3</b>	<b>Suma</b>
Ziemia krąży wokół Słońca, wokół Ziemi krąży Księżyc	1	5	6
Ziemia wraz z Księżycem poruszają się po innej trajektorii	0	1	1
Słońce i Księżyc są nieruchome, a Ziemia porusza się dookoła Słońca	2	2	4
Słońce i Księżyc są nieruchome, a Ziemia porusza się dookoła nich	0	1	1
Ziemia znajduje się na wielkim oceanie i porusza się dookoła własnej osi	0	2	2
Ziemia jest nieruchoma i znajduje się w przestrzeni, dookoła niej krążą w koło Słońce i Księżyc	0	2	2
Ziemia jest nieruchomym dyskiem, Słońce i Księżyc na przemian unoszą się nad Ziemią lub chowają pod nią	11	4	15
Ziemia jest dyskiem, dzień i noc zależy od przysłonięcia Słońca lub Księżycza	3	0	3
Suma	17	17	34

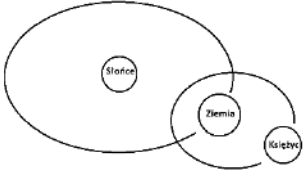
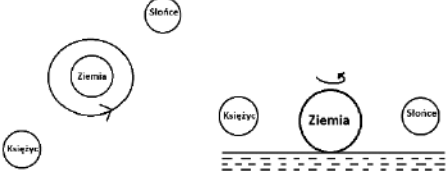
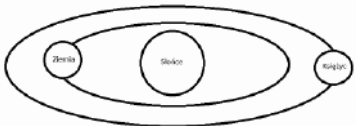
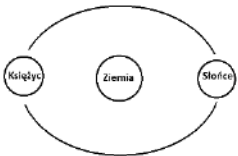
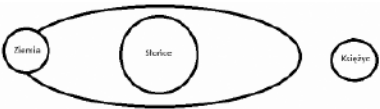
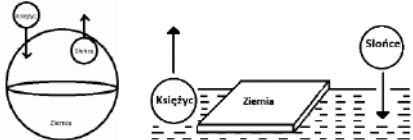
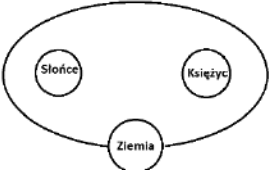
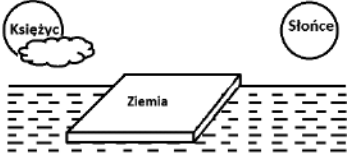
Wypowiedzi badanych dzieci z klasy trzeciej (9–10 lat) szkół hinduskich charakteryzowały się większymi różnicami indywidualnymi. I tak najwięcej – bo pięćdziesięć dzieci – wykazało się wyjaśnieniami, które zakwalifikowano jako zbliżone do naukowych (5 na 17 badanych uczniów klasy trzeciej). Wypowiedzi pojedynczych dzieci rozłożyły się liczbowo na modele uproszczone. Aż czworo dzieci z tej grupy wykazało się rozumowaniami zaliczonymi do modelu wstępnego, czyli takiego, który dominował u badanych pierwszoklasistów.

Przedstawiam graficzną prezentację modeli (schemat 14). Opracowałem je, kierując się schematami Samarapungavan, Vosniadou i Brewera<sup>40</sup>.

<sup>39</sup> Tamże, s. 491–521.

<sup>40</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.



Modele heliocentryczne	Modele geocentryczne
<p><b>Model naukowy:</b> Ziemia krąży wokół Słońca, wokół Ziemi krąży Księżyc</p> 	<p><b>Model uproszczony, geocentryczny:</b> Ziemia znajduje się na wielkim oceanie i porusza się dookoła własnej osi</p> 
<p><b>Model uproszczony, heliocentryczny:</b> Ziemia wraz z Księżycem poruszają się po innej trajektorii</p> 	<p><b>Model uproszczony, geocentryczny:</b> Ziemia jest nieruchoma i znajduje się w przestrzeni, dookoła niej krążą w koło Słońce i Księżyc</p> 
<p><b>Model uproszczony, heliocentryczny:</b> Słońce i Księżyc są nieruchome, a Ziemia porusza się dookoła Słońca</p> 	<p><b>Model wstępny, geocentryczny:</b> Ziemia jest nieruchomym dyskiem, Słońce i Księżyc na przemian unoszą się nad Ziemią lub chowają pod nią</p> 
<p><b>Model uproszczony, heliocentryczny:</b> Słońce i Księżyc są nieruchome, a Ziemia porusza się dookoła nich</p> 	<p><b>Model wstępny, geocentryczny:</b> Ziemia jest dyskiem, dzień i noc zależą od przysłonięcia Słońca lub Księżycyca</p> 

SCHEMAT 14. Modele heliocentryczne i geocentryczne Układu Słonecznego ustalone na podstawie badań wśród dzieci indyjskich przeprowadzone przez Ali Samarapungavan, Stellę Vosniadou i Williama Brewera

Kolejność modeli uporządkowałem poczynając od modelu naukowego. Ponieważ stanowią one jedynie orientacyjne zobrazowanie, nie należy oczekiwać, że dzieci zilustrują je, udzielając odpowiedzi na pytania<sup>41</sup>.

Ustalenie uniwersalnych modeli kosmologicznych (tak samo jak modelu kształtu Ziemi i zjawiska dnia oraz nocy) było etapem określenia nie tyle stanu wiedzy dzieci na temat obiektów i zjawisk astronomicznych, co także ustalenia, jak dzieci budują wyjaśnienia na podstawie dostępnych im informacji. W ten sposób powstały modele mentalne kształtu Ziemi, zjawiska dnia i nocy oraz Układu Słonecznego opisane wcześniej. Dysponując szerokim wachlarzem wyobrażeń astronomicznych dzieci oraz okresami rozwojowymi, w których się one ujawniają, zaczęto badać zjawisko wiedzy astronomicznej dzieci pod różnym kątem.

## 4.5 CO WIADOMO O ROZUMIENIU PRZEZ DZIECI ZIEMSKIEJ GRAWITACJI NA PODSTAWIE BADAŃ REALIZOWANYCH PRZEZ VOSNIADOU I BREWERA ORAZ NUSSBAUMA I NOVAKA

Vosniadou i Brewer<sup>42</sup> kontynuując badania Nussbauma i Novaka nad dziecięcymi rozumowaniami dotyczącymi zjawiska grawitacji, skupili się na tym, jak dzieci lokalizując ludzi i zachowanie przedmiotów na Ziemi. Pokazując ilustrację człowieka znajdującego się u dołu kuli, pytali: *Czy ten człowiek może żyć u dołu Ziemi?*?. Wiele dzieci przedszkolnych tłumaczyło, że człowiek ten upadłby. Następnie pytali: *Jeśli ten człowiek ma piłkę i rzuci nią, gdzie się ona potoczy?*. Większość dzieci przedszkolnych oraz z klas I i III uważała, że piłka spadnie w kierunku przeciwnym do środka Ziemi. Kolejnym etapem były badania, w których analizowano odpowiedzi dzieci greckich na te pytania i porównywano je z wypowiedziami dzieci amerykańskich. Okazało się, że większość przedszkolaków i amerykańskich pierwszoklasistów uważała, że kula spadnie w kierunku przeciwnym do środka Ziemi. Pogląd ten podziela również większość greckich dzieci<sup>43</sup>.

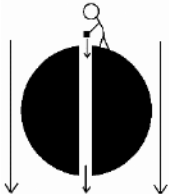
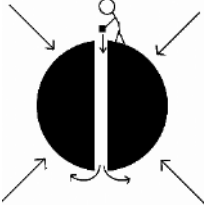
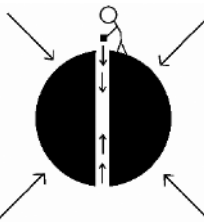
**Dodać tu trzeba, że w badaniach tych dzieci inaczej opisywały działanie grawitacji wobec przedmiotów (piłki), a inaczej wobec osób.**

<sup>41</sup> Tamże.

<sup>42</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon..., dz. cyt., s. 605–629.

<sup>43</sup> Tamże.

Na przykład, jeżeli dzieci były przekonane, że przedmioty mogły spaść z Ziemi, to niektóre uważały także, że człowiek nie mógłby spaść, a jedynie przewrócić się. Innymi słowy dzieci te projektowały odmienne działanie grawitacji wobec osób, a inne wobec rzeczy. Vosniadou i Brewer<sup>44</sup> stwierdzili, że gdy dzieci uwolnią się od swoich założeń, będą w stanie rozwinąć naukowy model Ziemi jako kuli, z przyciąganiem grawitacji do środka.

Graficzne przedstawienie modelu	Opisy tych modeli mentalnych
	<p><b>Przyciąganie ma swoje źródło poniżej planety.</b> Dzieci tłumaczyły, że przedmiot wrzucony do tunelu przeleci przez Ziemię i będzie dalej lecieć w kierunku kosmosu poniżej Ziemi. Gdyż tam – zdaniem dzieci – znajduje się źródło przyciągania.</p>
	<p><b>Przyciąganie ma swoje źródło w dolnej części planety.</b> Dzieci lokalizują źródło przyciągania u dołu planety. Uważają, że wrzucony obiekt przeleci przez tunel i zatrzyma się przy jego drugim otworze, lub wyleci i zatrzyma się na Ziemi po drugiej stronie. Zdaniem tych dzieci Ziemia jest przyciągającym magnesem, jednak lokalizacja miejsca przyciągania nie jest ustalona.</p>
	<p><b>Przyciąganie ma swoje źródło w środku planety.</b> Do tej kategorii zaliczono wypowiedzi dzieci, w których zlokalizowały źródło przyciągania ziemskiego w centralnym miejscu planety. Takie poglądy są już zbliżone do naukowego.</p>

SCHEMAT 15. Graficzne modele mentalne działania grawitacji na Ziemi opracowane przez Josepha Nussbauma i Josepha Novaka<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Por. S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, *Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning*, w: G. Sinatra, P. Pintrich (red.), *Intentional Conceptual Change*, New Jersey 2003, s. 377–406.

<sup>45</sup> Tamże.

Nieco więcej ustaleń dotyczących rozumienia przez dzieci grawitacji dostarczają wyniki wcześniejszych badań prowadzonych przez Josepha Nussbauma i Josepha Novaka<sup>46</sup>. W swoich badaniach przyjęli, że Ziemia ma kształt kuli i wykorzystali eksperyment myślowy Leonharda Eulera (1707–1783). Zwracali się do dzieci, aby wyjaśniały, jak zachowa się przedmiot wrzucony do tunelu przekopanego przez środek Ziemi. Wyniki tych badań w formie modeli mentalnych Nussbaum i Novak przedstawili w formie graficznej w następujący sposób (schemat 15).

Nussbaum i Novak ustalili, że rozwój wyobrażeń na temat źródła wektora grawitacji ewoluuje w dziecięcym umyśle. Zanim przyjmą, że przyciąganie ziemskie skierowane jest do środka planety, są przekonane, że cała planeta podlega takim samym prawom grawitacji jak przedmioty, które widzą na co dzień. Z obserwacji wiedzą, że podzuczając przedmiot do góry, po chwili upada on na ziemię. Analogicznie tłumaczą zachowanie się przedmiotu wrzuconego do dziury w Ziemi. Twierdzą, że przedmiot taki przeleci przez planetę i będzie dalej leciał w kierunku kosmosu (w nieskończoność). Z czasem jednak zmieniają swoje zdanie wskazując, że przedmiot zatrzyma się „u dołu” planety tak jakby powoli przesuwali źródło wektora grawitacji na planetę, aż zaczną wyjaśniać, że obiekt zatrzyma się pośrodku planety.

Wyjaśnienie sposobu działania źródła grawitacji jest związana z wyobrażeniem sobie położenia i poruszania się istot i obiektów na Ziemi, takich jak ludzie, piłki, chmury i drzewa. Jak pokazały badania Vosniadou i Bewera<sup>47</sup>, przyjęcie naukowego wyobrażenia kształtu Ziemi zależy od prawidłowego wyobrażenia sobie sposobu działania siły grawitacji.

<sup>46</sup> J. Nussbaum, J. Novak, *An Assessment of Children's Concepts of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–550.

<sup>47</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585.

# 5 PODSTAWY METODOLOGICZNE PROGRAMU *DZIECIĘCA* *ASTRONOMIA*

## 5.1 MOTYWY PODJĘCIA BADAŃ NAD *DZIECIĘCĄ* *ASTRONOMIĄ*: BADANE PROBLEMY, WAŻNIEJSZE ZAŁOŻENIA I USTALENIA TERMINOLOGICZNE

Dziecięcą wiedzą astronomiczną zainteresowałem się zafascynowany rozmowami o przyczynach powstawania zjawiska dnia i nocy, faz Księżyca itd. Zaskoczyła mnie mieszanina wniosków wyprowadzanych przez dzieci z bezpośredniej obserwacji, gdy z przekonaniem tłumaczyły mi, że *Ziemia jest płaska*, a *Słońce krąży wokół Ziemi*. Jednocześnie posługiwały się określeniami: kula ziemską, kometa, galaktyka itp. Określenia te – zapewne zasłyszane – dzieci stosowały na równi z wyjaśnieniami zaczerpniętymi z baśni i podań, np.: *Jak Słońce jest zmęczone, to idzie spać...*, *Na Księżycu mieszka Pan Twardowski...*, *Gdy zobaczę spadającą gwiazdę, spełni się moje marzenie...*

Postanowiłem więc przyjrzeć się dotąd prowadzonym badaniom dziecięcej wiedzy astronomicznej oraz ich wynikom. Okazało się, że w literaturze anglojęzycznej zrealizowano sporo takich badań, w przeciwieństwie do nader ubogiej wiedzy dotyczącej dzieci polskich.

Jednakże wypowiedzi dzieci, w których mieszały się fachowe określenia z wyjaśnieniami ze świata baśni uświadomiły mi, że wiedzy tej nie można bezpośrednio odnosić do dzieci wychowywanych w polskiej tradycji. Zainteresowałem się więc kształtowaniem wiedzy astronomicznej w polskich przedszkolach i klasach początkowych. Ze zdziwieniem stwierdziłem, że wiedza astronomiczna rozmawiających ze mną dzieci nijak się ma do tego, czego uczą się w przedszkolu i szkole. Oznacza to, że źródłem przemyśleń dzieci dotyczących obiektów i zjawisk astronomicznych są osobiste obserwacje otaczającego świata, wyjaśnienia zawarte w bajkach i baśniach oraz

informacje podawane w telewizji, rozpowszechniane w internecie, trudne do zrozumienia ze względu na profesjonalny język.

Chcąc lepiej poznać specyfikę kształtowania dziecięcego rozumienia zjawisk astronomicznych, postanowiłem ustalić, co sądzą psycholodzy o możliwościach i ograniczeniach umysłowych dzieci. Jean Piaget<sup>1</sup> – na podstawie rozmów z dziećmi o zjawiskach i obiektach astronomicznych – ustalił, że posługują się one wnioskowaniem, które nazwał **dwoistością stanów i przekształceń**. Lew Wygotski<sup>2</sup> – omawiając proces tworzenia się w umysłach dzieci pojęć – przyjął, że dziecięce pojmowanie zjawisk astronomicznych ma cechy **pojęć spontanicznych**. Natomiast Edyta Gruszczyk-Kolczyńska<sup>3</sup> nazywa je **dziecięcymi intuicjami**, zalecając dorosłym wspomaganie dzieci w tworzeniu zarysów pojęć, które w trakcie edukacji mają być doskonałe. Z takimi przemyśleniami przystąpiłem do realizacji dwóch kolejnych projektów badawczych. I tak:

- w pierwszym projekcie dążyłem do ustalenia jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dysponują polskie dzieci na początku XXI wieku. Czy dominują w nich własne doświadczenia, czy gotowa wiedza przekazywana przez dorosłych w edukacji domowej, szkolnej, czy też informacje podawane w publikacjach (czasopisma dla dzieci, audycje telewizyjne, internet). W jakim stopniu faktyczna wiedza astronomiczna dzieci polskich (intuicje i zarysy pojęć) jest podobna lub różna od wiedzy dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych. Ten zakres badań zrealizowałem w ramach pierwszego projektu badawczego, który nazwałem **intuicje i zarysy pojęć astronomicznych dzieci** wychowywanych w polskim systemie edukacyjnym;
- celem drugiego projektu badawczego było ustalenie, jak starsze przedszkolaki i uczniowie klas początkowych tworzą intuicje i jak zmieniają je w zarysy pojęć astronomicznych w miarę rosnących możliwości intelektualnych, także pod wpływem dostępnych im informacji. Ustalenia te są przyczynkiem do wiedzy o możliwościach i ograniczeniach umysłowych dzieci w tej dziedzinie poznawania świata. Rozwojowe ujęcie dochodzenia do zarysów pojęć astronomicznych ma istotne znaczenie w ustalaniu koncepcji edukacyjnych oraz ich

<sup>1</sup> J. Piaget, *Mowa i myślenie*, dz. cyt. za: R. Vasta, M. Haith, S.A. Miller, *Psychologia dziecka*, Warszawa 1995, s. 270–286.

<sup>2</sup> S.L. Wygotski, *Wybrane prace psychologiczne II: dzieciństwo i dorastanie*, dz. cyt.

<sup>3</sup> E. Gruszczyk-Kolczyńska, *Dziecięca matematyka...*, dz. cyt., s. 186–194.



realizacji. Pozwala wytyczyć ciągłość edukacyjną w zakresie wspomaganie dzieci w szybszym przechodzeniu od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych. Sądzę, że wnioski z badań dotyczących procesu kształtowania intuicji i zarysów pojęć astronomicznych są niezbędne do organizowania skutecznej edukacji. Taki zakres badań zrealizowałem w ramach drugiego projektu badawczego, który nazwałem: **procesem rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych**.

Badania realizowane w ramach tych trzech projektów określam hasłem *Dziecięca astronomia*. Pracowałem nad nimi ponad osiem lat<sup>4</sup>. Prowadziłem je zgodnie z kanonem badań jakościowych, według zaleceń teorii ugruntowanej<sup>5</sup>. Chociaż nad wymienionymi projektami pracowałem oddzielnie, to każdy następny wynikał z poprzedniego i był zapowiedzią następnego. Na przykład, gdy ustaliłem jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznymi dysponują polskie dzieci, zacząłem realizować projekt, którego celem było ustalenie procesu, w którym dzieci przechodzą z intuicji do zarysu pojęć astronomicznych.

Kończąc prezentację motywów i zarysu programów badawczych składających się na *Dziecięcą astronomię*, określe pokrótce przyjęte założenia metodologiczne. Jak już zaznaczyłem, badania z obszaru *Dziecięcej astronomii* zrealizowałem w formie trzech projektów, w których każdy zależał od poprzedniego i stanowił jego rozwinięcie. Taka strategia badań jest zgodna z zaleceniami **teorii ugruntowanej**<sup>6</sup>. Przyjmuje się w niej, że badacz na początku swych dokonań może – z oczywistych powodów – nie mieć pełnego wglądu w zakres badanych problemów i dysponować odpowied-

<sup>4</sup> W trakcie tego czasu zrealizowałem następujące projekty badawcze: (1) *Dziecięca astronomia. Modele kompetencji astronomicznych starszych przedszkolaków i młodszych uczniów w zakresie kształtu Ziemi, jej miejsca w kosmosie oraz zjawiska dni i nocy* (grant Akademii Pedagogiki Specjalnej, nr BSTP 4/16-I); (2) *Dziecięca astronomia. Jak starsze przedszkolaki i mali uczniowie wyjaśniają kształt Ziemi, miejsce Ziemi w kosmosie oraz zjawisko dni i nocy* (grant Narodowego Centrum Nauki, nr 2017/01/X/HS6/01980); (3) *Dziecięca astronomia. Skuteczność tutoringu rówieśniczego* (Akademia Pedagogiki Specjalnej, nr grantu: BSTP 15/18-I).

<sup>5</sup> Zasadność obrania tej drogi badawczej omówię w drugiej części tego rozdziału.

<sup>6</sup> Por. G. Godawa, *Funkcjonowanie rodziny dziecka objętego domową opieką hospitacyjną. Studium tanatopedagogiczne*, Toruń 2016, s. 181–195; K. Charmaz, *Teoria ugruntowana. Praktyczny przewodnik po analizie jakościowej*, Warszawa 2009; A. Słysz, *Perspektywa zastosowania metodologii teorii ugruntowanej w badaniach rozwoju*, *Psychologia rozwojowa*, 1/2005, s. 13–17; K.T. Konecki, *Studia z metodologii badań jakościowych. Teoria ugruntowana*, Warszawa 2000.

nią liczbą danych do opracowania atrakcyjnego naukowo programu badań. Dlatego zaleca się diagnozę wycinka tej rzeczywistości, która go badawczo fascynuje. Jest to szansa ustalenia dalszych, nieznanych jeszcze zależności, a nawet odkrycia zjawisk, których badacz nie był świadomy, podejmując swoje badania.

Takim wstępnym rozeznaniem w złożoności kształtowania się dziecięcej wiedzy astronomicznej była – w moim wypadku – realizacja projektu badawczego *iIntuicje i zarysy pojęć astronomicznych dzieci*. Po ustaleniu, jakimi intuicjami i zarysami pojęć dysponują przedszkolaki i uczniowie klas początkowych, można było przejść do wniknięcia w proces ich kształtowania, z uwzględnieniem intelektualnych kompetencji dzieci. Jest to klasyczny sposób naukowego ustalania relacji pomiędzy obiektem, czyli tym, co dzieci wiedzą o zjawiskach i obiektach astronomicznych, a procesem, czyli w jaki sposób dzieci dochodzą do tej wiedzy. Uznałem, że poznanie tych relacji jest warunkiem określania działalności pedagogicznej, która ma wspomóc dzieci w przechodzeniu od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych.

Ponieważ w opracowaniu projektów badawczych korzystałem z literatury anglojęzycznej, pozostaje do omówienia problem różnic między terminologią stosowaną w opisie **stanu wiedzy** astronomicznej dzieci i w rozpatrywaniu **procesu uczenia się**, a dokładnie **przechodzenia dzieci z intuicji do zarysów pojęć astronomicznych**. Jak już zaznaczyłem, zdecydowana większość badań o kształtowaniu się wiedzy astronomicznej w umysłach dzieci ujęta jest w kategoriach **modeli mentalnych**. Są one opracowane w konwencji rozwojowej: od prostych modeli do bardziej złożonych (od wstępnych), poprzez uproszczone, do naukowych. W obrębie każdego opisuje się logiczne i spójne rozumowania dzieci przedszkolnych i szkolnych dotyczące obiektów i zjawisk astronomicznych.

Ponadto w raportach z badań, na podstawie, których opracowano modele mentalne dzieci w ujęciu rozwojowym, pomija się z reguły problem, w jaki sposób – według jakich prawidłowości psychologicznych i pedagogicznych – dzieci kształtowały swoją wiedzę astronomiczną. Powodem zapewne jest to, że celem tych badań jest budowanie teorii, a nie odniesienia dla praktyki pedagogicznej.

Tymczasem dla projektowania skutecznych koncepcji edukacyjnych – także w zakresie nauczania astronomii – potrzebna jest wiedza o procesie uczenia się dzieci oraz czynnikach mających wpływ na efekty tego procesu. Ponieważ takich ustaleń jest żenująco mało, skorzystałem z pojęć, jakie stosuje się w opisie nabywania przez dzieci pojęć i umiejętności

matematycznych<sup>7</sup>. Używa się tam sformułowań typu *dziecięce intuicje*<sup>8</sup> i rozpatruje się przechodzenie dzieci (a więc proces uczenia się) do tworzenia *zarysów pojęć matematycznych*<sup>9</sup>. Uznałem bowiem, że abstrakcyjność wiedzy astronomicznej ma wiele wspólnego z charakterem pojęć matematycznych. Dlatego rozpatrywanie procesu uczenia się dzieci od przechodzenia z intuicji do zarysów pojęć matematycznych jest przydatne do opisu i analizy kształtowania się wiedzy astronomicznej przez dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym. Konsekwencją przyjęcia tej tezy jest posługiwanie się sformułowaniami *intuicje astronomiczne* oraz *zarysy pojęć astronomicznych* w rozważaniach o procesie kształtowania wiedzy astronomicznej w umysłach dzieci. Dodam, że posługiwanie się tymi określeniami nie jest sprzeczne z konwencją modeli mentalnych, wszak rozróżnienia się w nich modele wstępne (czyli intuicje astronomiczne), uproszczone (zarysy pojęć astronomicznych) i naukowe (konstrukty pojęciowe zbliżone do naukowych).

<sup>7</sup> Por. E. Gruszczyk-Kolczyńska, E. Zielińska, *Dziecięca matematyka – dwadzieścia lat później*, dz. cyt., rozdziały: 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14.

<sup>8</sup> Pod pojęciem *dziecięce intuicje* rozumiem osobiste doświadczenia dzieci, ich przemyślenia, a także przekazywaną im wiedzę potoczną. Dzieci funkcjonujące na poziomie intuicji posługują się mową potoczną w nazywaniu obiektów i zjawisk, wyjaśniając, je stosują logikę zgodną z ich możliwościami intelektualnymi. Doświadczeniami, z których korzystają dzieci, są wiadomości (prawdziwe i fikcyjne) zawarte w baśniach, książeczkach i oglądanych filmach.

<sup>9</sup> **Zarysy pojęć** matematycznych stanowią pełniejsze i bardziej spójne względem intuicji rozumienie np. liczby i figury. Por. E. Gruszczyk-Kolczyńska, E. Zielińska, *Dziecięca matematyka. Dwadzieścia lat później*, dz. cyt., s. 52–56. Dodam też, że J. Piaget (*Psychologia i epistemologia*, Warszawa 1977, s. 24) posłużył się określeniem *intuicji*, przyjmując definiując za Henri Ponicaré. Traktował intuicję jako bezpośredni odbiór informacji przez spostrzeganie. Operację na informacjach pochodzących z bezpośredniej informacji J. Piaget (*Studia z psychologii dziecka*, Warszawa 1966, s. 29–30, 34) nazwał **myśleniem intuicyjnym** i określił ją jako odtwarzanie doświadczenia zdobytego w sposób sensomotoryczny. Tego typu myślenie intuicyjne nazwał logiką wczesnego dzieciństwa (tamże, s. 29).

## 5.2 CELE, ZADANIA I METODY BADAWCZE STOSOWANE W PROJEKTACH BADAWCZYCH ZREALIZOWANYCH W RAMACH PROGRAMU *DZIECIĘCEJ ASTRONOMII* W ROZPISANIU NA DWA PROJEKTY BADAWCZE

### 5.2.1. PROJEKT *DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH* – CELE I ZADANIA BADAWCZE, STOSOWANE METODY I BADANE OSOBY

To, jaką wiedzę astronomiczną dysponują dzieci amerykańskie, wiadomo z badań Nussbauma, Novaka, Vosniadou i Brewera. Można więc zorientować się, w jakim stopniu wiedza astronomiczna dzieci wychowywanych np. w Grecji, Turcji, Indiach różni się od tego, co na temat astronomii wiedzą dzieci amerykańskie<sup>10</sup>. Natomiast nie wiadomo, jak kształtuje się wiedza astronomiczna współczesnych dzieci wychowywanych w Polsce, gdyż takich badań nie prowadzono<sup>11</sup>. Nie sposób więc ustalić w jakim stopniu ich wiedza astronomiczna różni się – bądź jest podobna – do intuicji i zarysów takich pojęć astronomicznych, którymi dysponują dzieci wychowywane w innych kulturach.

Kierując się wcześniej podanymi motywacjami, postanowiłem więc wypełnić tę lukę. Jest to konieczne choćby z tego powodu, że nie można dzieciom polskim przypisywać ustaleń zawartych w astronomicznych modelach mentalnych ustalonych na podstawie badań zrealizowanych np. w Stanach Zjednoczonych. Powodem jest choćby to, że w ubiegłych latach utrudnione było korzystanie w edukacji domowej z nośników informacyjnych. Inaczej też przebiega edukacja szkolna w Polsce, inaczej w krajach, w których prowadzono badania nad wiedzą astronomiczną dzieci. Nie bez

<sup>10</sup> Wyniki badań dotyczących wiedzy astronomicznej dzieci opublikowanych w literaturze anglojęzycznej przedstawiłem obszernie w rozdziale 4.

<sup>11</sup> W Polsce badano wiedzę pojęciową dzieci z zakresu przyrody nieożywionej (badania M. Lelonka, D. Al-Khamisy). W badaniach tych dosłownie kilka pytań dotyczyło Słońca i Księżycy. Najwięcej (5) pytań zadała D. Al-Khamisy („co wiesz o Słońcu, czy wiesz dlaczego rano wschodzi, a wieczorem zachodzi?”, „co wiesz o gwiazdach?”, „co wiesz o Księżycu?”, „dlaczego Księżyc raz jest okrągły, a raz nie”, „co wiesz o nocy”; za: D. Al-Khamisy, *Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześcioletnich*, dz. cyt., s. 53). Ponieważ jednak pytania były sformułowane zbyt ogólnikowo, a poruszane zagadnienia nie były zgłębiane kolejnymi pytaniami uszczegóławiającymi, nie sposób na ich podstawie określić stanu wiedzy astronomicznej dzieci.

znaczenia jest też odmienność baśni i literatury dziecięcej<sup>12</sup>, w których zawarty jest beletrystyczny opis zjawisk astronomicznych.

Dlatego w pierwszym projekcie badawczym z cyklu *Dziecięca astronomia* dążyłem do zarejestrowania i uporządkowania intuicji i zarysów pojęć astronomicznych starszych przedszkolaków i uczniów klas początkowych w Polsce, z uwzględnieniem szkolnych i pozaszkolnych źródeł informacji. Wcześniej zapoznałem się z wynikami badań zrealizowanych poza granicami Polski, a dotyczących intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci wychowywanych w innych kulturach<sup>13</sup>. Dzięki temu mogłem porównać wiedzę astronomiczną dzieci polskich z wiedzą astronomiczną dzieci z innych kultur.

Konsekwencją dążenia do porównania tego, co wiedzą o astronomii dzieci polskie i dzieci wychowywane w innych kulturach, było zastosowanie zbliżonych metod badawczych. Skorzystałem głównie z doświadczeń badawczych Vosniadou i Brewera – niekwestionowanych autorytetów w zakresie badań, które umożliwiły skonstruowanie modeli mentalnych kształtu Ziemi, zjawiska dnia i nocy oraz Układu Słonecznego<sup>14</sup>. Oprócz tych narzędzi w badaniach nad wiedzą astronomiczną zastosowałem własne narzędzia badawcze. Opracowując je, korzystałem z wiedzy o możliwościach umysłowych dzieci w wieku przedszkolnym i młodszym szkolnym<sup>15</sup>. Dodatkowym argumentem było to, że w planach badawczych miałem już wówczas zarys drugiego projektu, który dotyczył ustalenia procesu uczenia się, w którym dzieci przechodzą od intuicji do zarysów pojęć.

Po ustaleniu, co dzieci polskie wiedzą i potrafią z dziedziny astronomii – porównałem ich intuicje i zarysy pojęć z tymi, które były podstawą opracowania modeli mentalnych przez Vosniadou i Brewera. Na tej podstawie wnioskowałem o podobieństwie bądź różnicach wiedzy astronomicznych dzieci polskich z podobnymi kompetencjami dzieci wychowywanych

<sup>12</sup> Więcej informacji podaję w rozdziale 2.

<sup>13</sup> Wyniki tych studiów przedstawiłem w rozdziale 4.

<sup>14</sup> Więcej na ten temat w rozdziale 4.

<sup>15</sup> Mając na względzie ustalenia S. Szumana o roli działania w procesie myślenia (*Rola działania w rozwoju umysłowym małego dziecka*, dz. cyt., s. 79–98), a także ustalenia E. Gruszczyk-Kolczyńskiej o konieczności organizowania wspólnego pola uwagi (O społecznym uczeniu się preferowanym przez dzieci i dziecięcej ciekawości, bez której niemożliwe jest wspomaganie rozwoju umysłowego maluchów, w: E. Gruszczyk-Kolczyńska (red.), *Wspomaganie rozwoju i wychowanie małych dzieci. Podręcznik dla rodziców, opiekunów w żłobkach i nauczycieli w przedszkolach*, Kraków, Wydawnictwo CEBP, 2019, s. 73–76) zaprojektowałem sytuację, w której dzieci mogły manipulować przedmiotami i z ich pomocą ujawnić swoje wewnętrzne przemyślenia. Więcej na ten temat pisałem w rozdziale 3.

w innych kulturach. Mając to wszystko na uwadze, sformułowałem następujące główne cele badawcze<sup>16</sup>.

### GŁÓWNE CELE BADAŃ W PROJEKCIE *DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

**1.1 cel. Ustalić, jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dysponują polskie dzieci na początku XXI wieku.** W badaniach tych uczestniczyły dzieci z wybranych placówek edukacyjnych funkcjonujących w mieście i na wsi. Po ustaleniu dziecięcych intuicji i zarysów pojęć, którymi wykazały się badane dzieci – uporządkowałem je w kategorie, na podstawie których zbudowałem – wzorem Vosniadou i Brewera – modele przedstawiające intuicje i zarysy pojęć u starszych przedszkolaków i uczniów klas początkowych.

**1.2 cel. Ustalić główne źródła dziecięcych intuicji i zarysów pojęć astronomicznych.** Dotyczy to modelu intuicji i zarysów pojęć opracowanym w pierwszym celu badawczym. To, co dzieci wiedzą z dziedziny astronomii, stanowi bowiem swoistą kombinację osobistych doświadczeń oraz wiedzy przekazywanej przez dorosłych w edukacji domowej, efektów nauczania szkolnego oraz informacji pochodzących z audycji telewizyjnych, czytanych publikacji i edukacji przedszkolnej i szkolnej. Starłem się ustalić, jakie źródła są dominujące w kształtowaniu ich intuicji i zarysów pojęć astronomicznych.

**1.3 cel. Po zrealizowaniu pierwszego i drugiego celu badawczego ustaliłem, w jakim stopniu faktyczna wiedza astronomiczna dzieci polskich jest podobna lub różna w stosunku do zakresu wiedzy dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych.** Podstawą jest analiza porównawcza modeli intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci polskich (wynik pierwszego celu badawczego) z modelami astronomicznymi dzieci opracowanymi przez badaczy amerykańskich i indyjskich<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Przypominam, że cel badań jest najczęściej definiowany jako punkt, do którego badacz zmierza. Na przykład J. Such i M. Szcześniak (*Filozofia nauki*, Warszawa 2000, s. 42–45) powołując się na sposób budowania teorii według Karla Poppera i Alberta Einsteina podają, że osiągnięcie celu badawczego stanowi zdobycie informacji, której zawartość będzie maksymalnie ścisła, pewna, ogólna i sformułowana w możliwie prosty sposób.

<sup>17</sup> Podstawą decyzji o wyborze modeli, które będą porównywać w tym projekcie, jest dostępność do publikowanych badań dotyczących intuicji i zarysów pojęć, którymi



Nim przedstawię zadania badawcze zrealizowane w obrębie każdego z wymienionych celów badawczych, wyjaśnię, co dzieci powinny wiedzieć z dziedziny astronomii, aby mogły tworzyć pojęcia astronomiczne maksymalnie zbliżone do naukowych. Mówiąc najkrócej, chodzi o intuicje i zarysy pojęć, dzięki którym możliwe jest zbudowanie naukowego modelu budowy Układu Słonecznego. Do najważniejszych z nich należą:

- wyobrażenie kształtu Ziemi<sup>18</sup>. Jeżeli jest ono prawidłowo ukształtowane, stanowi przepustkę do rozumienia następnych zjawisk astronomicznych;
- rozumienie działania siły grawitacji. Jest konieczne dla wyjaśnienia, dlaczego ludzie mogą żyć na kuli ziemskiej, Księżyc krąży wokół Ziemi, a Ziemia wokół Słońca.

Jeżeli dzieci dysponują takimi intuicjami i zarysami pojęć, mogą – przy niewielkiej pomocy ze strony dorosłych – ustalić istotę cykliczności zjawiska dnia i nocy, pór roku, faz Księżyca. Przyjmuje się<sup>19</sup>, że te zakresy kompetencji są podstawą budowania przez dzieci w swoich umysłach wiedzy o Układzie Słonecznym.

Z mojego rozeznania o prawidłowościach rozwoju umysłowego wynika, że **dzieci tworzą swoją wiedzę – nie tylko astronomiczną – na dwóch poziomach:**

- **na poziomie tworzenia intuicji:** istotne są tu ich osobiste doświadczenia, przemyślenia, a także przekazywana im wiedza potoczna. Na tym poziomie dzieci posługują się mową potoczną w nazywaniu zjawisk astronomicznych i wyjaśniając je, stosują logikę zgodną z ich możliwościami intelektualnymi. Nie bez znaczenia są też wyjaśnienia

dysponują dzieci. S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183; A. Samarapungavan., S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>18</sup> Tego typu rozumowanie jest zgodne z koncepcją L. Wygotskiego (*Mowa i myślenie*, dz. cyt., s. 394–396) o kształtowaniu się pojęć (nazywa je konkretnymi) oraz teorią ram prezentowaną przez S. Vosniadou (*Capturing and modeling the process of conceptual change*, dz. cyt., s. 45–69) zbudowaną na podstawie analizowania wiedzy astronomicznej dzieci amerykańskich. W swojej koncepcji uważa, że wokół konstruktów, który nazywa ramą, dzieci gromadzą swoje wyobrażenia i podstawowe wiadomości dotyczące obiektów i zjawisk astronomicznych.

<sup>19</sup> Wynika to z ustaleń badawczych J. Nussbauma i J. Novaka (*An Assessment of Children's Concepts of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–550), G. Sneider i S. Pulosa (*Children's cosmologies...*, dz. cyt., s. 205–221) oraz S. Vosniadou i W. Brewera (*Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585).

dorosłych oraz wiadomości (prawdziwe i fikcyjne) zawarte w baśniach, książeczkach i oglądanych filmach itp.;

- **na poziomie tworzenia zarysów pojęć:** w miarę rozwoju umysłowego dzieciom przestają wystarczać intuicje, dążą więc do pełniejszego i bardziej spójnego pojmowania obserwowanych obiektów i zjawisk astronomicznych. W coraz większym stopniu korzystają z *gotowej* wiedzy przekazywanej im przez dorosłych (także nauczycieli), podawanej w publikacjach, a więc w dostępnych im książkach, w audycjach telewizyjnych i radiowych, w internecie.

Proces przechodzenia od intuicji do zarysów pojęć trwa wiele lat i w dużej mierze zależy od dostępu do informacji naukowych, od odpowiedzi dorosłych na stawiane pytania, od rozmów z rówieśnikami. W trakcie tych rozmów następuje stopniowa polaryzacja przekonań, precyzowanie pojęć astronomicznych. W kształtowaniu zarysów pojęć astronomicznych szczególna rola powinna przypadać edukacji szkolnej, oczywiście gdyby była prowadzona w odpowiednim zakresie i na odpowiednim poziomie.

#### ZADANIA BADAWCZE W OBRĘBIE PIERWSZEGO CELU BADAWCZEGO ZREALIZOWANEGO W PROJEKCIE *DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

Pierwszy cel badawczy (1.1.) to przeprowadzenie badań, w wyniku których ustaliłem, jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych posługują się starsze przedszkolaki i uczniowie klas początkowych. Wyodrębniam w nim następujące zadania badawcze:

- Pierwsze zadanie badawcze (1.1.1.)<sup>20</sup> dotyczyło właściwego doboru badanych dzieci. Ustaliłem, że badaniami zostaną objęte dzieci w ostatnim roku wychowania przedszkolnego (starsze przedszkolaki) oraz uczniowie z klasy pierwszej szkoły podstawowej. Istotne było to, aby mieszkały i na wsi, i w mieście, ze względu na różnice w doświadczeniach obserwacji nieba i ziemi. Dzieciom wychowywanym w mieście obserwacje nieba nocą – jeżeli taką możliwość mają – skutecznie utrudniają jasno oświetlone ulice i budynki<sup>21</sup>. Dzieciom wychowywanym na

<sup>20</sup> Podane w nawiasach cyfry odpowiadają kolejno: numerze projektu, numerze celu w obrębie projektu oraz numerze zadania badawczego w obrębie celu badawczego. Dokładny rozkład projektów, celów i zadań badawczych znajduje się w tabeli na końcu tego rozdziału.

<sup>21</sup> Za: J. Włodarczyk, *Chrońmy niebo gwiazdziste*, dz. cyt., s. 73; A. Woszczyk, *Chrońmy niebo*, dz. cyt., s. 74–77; K. Wójcicki, *Jak zacząć patrzeć w gwiazdy?*, dz. cyt.

wsi łatwiej obserwować niebo nocą, jeżeli mają ku temu okazję. Wytypowanie dzieci do badań według tych reguł utrudniała konieczność uzyskania kolejnych zgód od ich rodziców, nauczyciel, a także dyrektorów placówek edukacyjnych.

- Drugie zadanie badawcze (1.1.2.) polegało na opracowaniu takiej metody badań (autorskiej)<sup>22</sup>, aby badane dzieci możliwie swobodnie prezentowały swoje intuicje i zarysy pojęć astronomicznych. Konstruując tę metodę, kierowałem się tezą sformułowaną już przez Stefana Szuman<sup>23</sup> o związku dziecięcego rozumowania z działaniem. W procesie poznawania otoczenia i własnych możliwości sprawczych istotne jest to, że działanie pociąga za sobą czynności intelektualne, a rozumowanie wyznacza sposoby działania. Dotyczy to tworzenia intuicji astronomicznych, w których istotne są dziecięce realne doświadczenia i przemyślenia. W konstrukcji takiej metody pomocne były sugestie Edyty Gruszczyk-Kolczyńskiej dotyczące ustalania aktywności poznawczych dzieci<sup>24</sup> oraz Piotra Sztompki<sup>25</sup> dotyczące sposobu badania przebiegu indukcji niezupełnej<sup>26</sup>.
- Trzecie zadanie (1.1.3.) dotyczyło zorganizowania i przeprowadzenia badań z zastosowaniem autorskiej metody<sup>27</sup> i zarejestrowania uzyskanych wyników. Porządkując je, przyjąłem reguły, które umożliwiają porównanie intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci polskich z tymi, które Vosniadou i Brewer zaliczyli do astronomicznych modeli wstępnych, uproszczonych i naukowych.

<sup>22</sup> Opisuję ją po prezentacji zadań i metod badawczych. Ponadto jej szczegółową charakterystykę zamieszczam w załączniku 2.

<sup>23</sup> S. Szuman, *Rola działania w rozwoju umysłowym małego dziecka*, dz. cyt., s. 79–98.

<sup>24</sup> E. Gruszczyk-Kolczyńska, *Dziecięca matematyka – dwadzieścia lat później...*, dz. cyt., s. 186–194. Dodam tutaj, że Gruszczyk-Kolczyńska zwróciła uwagę, że podczas działania dzieci lepiej ujawniają swoje intuicje.

<sup>25</sup> Por. P. Sztompka, *Teorie i wyjaśnienia. Z metodologii problemów socjologii*, Warszawa 1973., s. 119–123. Przedstawiając strategię modelowania opartą na tzw. indukcji niezupełnej wskazuje, że w trakcie rozmowy z dzieckiem badacz stara się zgromadzić jak najwięcej informacji, by na ich podstawie stworzyć w swoim umyśle odzwierciedlenie dziecięcego obrazu mentalnego.

<sup>26</sup> Ustalenia te zostały wysoko ocenione przez T. Bauman i T. Pilcha (Por. *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*, Warszawa 2001, s. 48.

<sup>27</sup> Szczegółowo opisałem ją w załączniku 2.

### ZADANIA BADAWCZE W OBRĘBIE DRUGIEGO CELU BADAWCZEGO ZREALIZOWANEGO W PROJEKCIE *DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

Drugi cel badań (1.2) zrealizowany w tym projekcie dotyczył ustalenia głównych źródeł dziecięcych intuicji i zarysów pojęć astronomicznych. Przypominam, że dzieci tworzą swoje intuicje i zarysy pojęć w każdej sprzyjającej sytuacji. Istotne jest więc ustalenie, co dominuje w tym złożonym procesie. Wyróżniłem następujące zadania badawcze:

- Pierwsze zadanie badawcze (1.2.1.) polega na ustaleniu, w jakich sytuacjach dzieci czerpią doświadczenia i pod wpływem jakich informacji tworzą intuicje i zarysy pojęć astronomicznych. Można to ustalić w rozmowach prowadzonych z dziećmi z uwzględnieniem tego typu pytań: *skąd o tym wiesz... , gdzie to widziałeś?... , kto ci o pokazał?... , z kim o tym rozmawiałeś?... , czy mówili o tym w telewizji?... , czy dowiedziałeś się o tym z książeczek dla dzieci?... , czy może wiesz to z bajek opowiadanych przez dorosłych?...* Każdą wypowiedź dziecka rejestrowano na dyktafonie, a następnie spisywano.
- Drugie zadanie badawcze (1.2.2.) polegało na takim uporządkowaniu informacji podawanych przez dzieci<sup>28</sup>, aby można było ustalić, jakie źródła wiedzy dominują w procesie tworzenia przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych.

### ZADANIA BADAWCZE W OBRĘBIE TRZECIEGO CELU BADAWCZEGO ZREALIZOWANEGO W PROJEKCIE *DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

Trzeci cel badawczy (1.3.) był realizowany po opracowaniu badań w dwóch poprzednich (cel 1.1 i cel 1.2) oraz zadań badawczych (1.1.1., 1.1.2., 1.1.3. oraz 1.2.1., 1.2.2.). Przypominam, że rdzeniem trzeciego celu badawczego było porównanie intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci polskich z intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dzieci amerykańskich i indyjskich. By to zrealizować, sformułowałem dwa następujące zadania badawcze:

- Pierwsze zadanie badawcze (1.3.1.) polegało na skonstruowaniu modeli opisujących intuicje i zarysy pojęć, którymi dysponują polskie dzieci

<sup>28</sup> Na podstawie odpowiedzi dzieci na pytania wymienione w opisie zadania badawczego 1.2.1. ustalono listę źródeł, które mogą wpływać na dziecięcą wiedzę astronomiczną. O dominacji konkretnego źródła zdecydowała liczba sytuacji, w której dzieci się na nią powołały. Dodam tu, że dzieci nie zawsze były w stanie udzielić odpowiedzi na pytanie: „skąd o tym wiesz”.

w wieku przedszkolnym i uczniowie z klas początkowych. Konstruując te modele starałem się, aby można je było porównać z modelami opracowanymi przez Vosniadou i Brewera<sup>29</sup>.

- Drugie zadanie badawcze (1.3.2.) jest kontynuacją poprzedniego (1.3.1.). Po opracowaniu modeli, do których zaliczyłem intuicje i zarysy pojęć dzieci polskich, porównałem je z analogicznymi modelami opracowanymi przez badaczy, którzy konstruowali podobne modele na podstawie badań przeprowadzonych wśród dzieci w Ameryce i w Indiach.

### UZASADNIENIE DOBORU I OPIS METOD STOSOWANYCH W PROJEKCIE *DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

W projekcie tym zastosowałem metody, które umożliwiały dzieciom swobodne prezentowanie intuicji i zarysów pojęć astronomicznych. Wiodącą nazwałem IZPA (Intuicje i Zarysy Pojęć Astronomicznych)<sup>30</sup>. Procedura badawcza obejmowała też obserwację, analizę wytworów i wypowiedzi dzieci. Metody te traktuję jako towarzyszące.

Opracowując metodę wiodącą, korzystałem z sugestii Piotra Sztompki o rozumowaniach w indukcji niezupełnej<sup>31</sup>, w kwestii optymalnego porozumiewania się osoby, która prowadzi badania z osobą, która w nich uczestniczy. Z ustaleń Edyty Gruszczyk-Kolczyńskiej<sup>32</sup> wynika, że w przypadku dzieci warunkiem takiego porozumienia jest zorganizowanie wspólnego

<sup>29</sup> Uzasadnienie podałem w rozdziale 4. Przypominam, że brałem pod uwagę modele mentalne opublikowane przez S. Vosniadou, W. Brewera., *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewera, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>30</sup> Szczegółową procedurę metody IZPA zamieściłem w załączniku 2.

<sup>31</sup> Strategia badawcza opisana przez P. Sztompkę, *Teorie i wyjaśnienia...*, dz. cyt., s. 119–123) związana jest z próbą odzwierciedlenia w umyśle badającego dziecięcego obrazu mentalnego związanego z omawianym obiektem i zjawiskiem. Wnioskowanie to zakłada, że rozmawiając z dzieckiem, badacz będzie zadawał dodatkowe pytania, prosił o wykonanie rysunków oraz uformowanie z plasteliny brył, by na podstawie tak szeroko zgromadzonych informacji odtworzyć dziecięcy model wyobrażeń i sposobu rozumowania. Na praktyczne zastosowanie tego sposobu badania wśród dzieci zwrócili uwagę T. Pilch i T. Bauman (*Zasady badań pedagogicznych...*, dz. cyt., s. 48).

<sup>32</sup> Por. E. Gruszczyk-Kolczyńska, O społecznym uczeniu się preferowanym przez dzieci i dziecięcej ciekawości, bez której niemożliwe jest wspomaganie rozwoju umysłowego maluchów, w: *Wspomaganie rozwoju i wychowanie małych dzieci. Podręcznik dla rodziców, opiekunów w żłobkach i nauczycieli w przedszkolach*, red. E. Gruszczyk-Kolczyńska, Kraków 2019, s. 73–76.

poła uwagi. Rdzeniem takiego pola jest wspólne działanie (z użyciem konkretnych przedmiotów) połączone z rozmową. Oznacza to, że trzeba zorganizować sytuację, w których dziecko wspomagane przez dorosłego będzie np. lepiło z plasteliny reprezentację Słońca. W tym czasie dorosły stawia pytania typu: *Co ci to przypomina?... Dlaczego tak wygląda?...* Dziecko może także stawiać pytania: w przypadku takich pytań rozpatrywałem łącznie pytanie dziecka i akceptowaną przez nie odpowiedź<sup>33</sup>. Ponadto każdemu dziecku dawałem niedokończony obrazek i prosiłem o uzupełnienie go w taki sposób, aby przedstawiał dzienne i nocne niebo. Na tym nie koniec – ponieważ niektórym dzieciom łatwiej jest przedstawiać swoje przemyślenia, patrząc na obrazek – badane dzieci oglądały serię obrazków (przedstawiających obiekty niebieskie i wytwory techniki kosmicznej itp.) i wypowiadały się na temat tego, co przedstawiają. Dodam, że wszystkie wypowiedzi dzieci były rejestrowana na dyktafonie i spisywane.

Kierując się tymi sugestiami, opracowałem metodę do badań indywidualnych, która w zarysie przedstawia się tak: (a) osoba prowadząca organizuje dla dziecka wspólne pole działania (lepienie z plasteliny np. Słońca, wykonanie rysunku np. Ziemi, oglądane zbiorów ilustracji o tematyce astronomicznej), (b) w tym czasie prowadzący badania inicjuje rozmowę z dzieckiem o wszystkim, co się z tym działaniem wiąże, (c) rozmowa ta jest nagrywana, a dziecięce wytwory fotografowane (stanowią dokumentację z przeprowadzonych badań). Oto przebieg tych badań:

- po uzyskaniu zgody dziecka na udział w badaniach zapraszano je do stolika, na którym znajdowały się przedmioty i materiały, z których można było przedstawić niebo w nocy i w dzień, ulepić kształt Ziemi, Słońca i Księżycy<sup>34</sup> i zlokalizować sylwetki (ludziki lego) na plastelinowym kształcie Ziemi;
- osoba prowadząca badania aranżowała **wspólną działalność i rozmowę** z dzieckiem, tak aby ono wiedziało, że może korzystać ze zgromadzonych przedmiotów i w każdej chwili liczyć na pomoc badającego. Dziecko było też prowokowane (pytaniami, okazywanym zdziwieniem) do wypowiadania się o tym, co robi, i jaki jest sens wykonywanych czynności. Działalność ta i rozmowy dotyczyły;

<sup>33</sup> Kierowałem się też Szumana, że pytanie dziecka wraz z odpowiedzią dorosłego stanowią myślową całość, którą dziecko się posługuje w stawianiu następnych pytań i poznawaniu świata. Więcej informacji podaję w rozdziale 3.

<sup>34</sup> Chodziło mi o to, aby każde badane dziecko przedstawiło wyobrażenie kształtu Ziemi – wskaźnik kompetencji astronomicznej.



- **lepienia z plasteliny** kolejno kształtu: Ziemi, Słońca i Księżyca. Tej działalności towarzyszyła rozmowa o tym, jaki kształt mają – według dziecka – te obiekty i skąd o tym dziecko wie. Po ulepieniu kształtu Ziemi dziecko miało umieścić na niej figurki ludzi i było proszone, aby wyjaśniło, jak rozumie lokalizację ludzi na Ziemi<sup>35</sup>;
- **uzupełniania niedokończonego obrazka**<sup>36</sup>. Zadaniem dziecka było tak uzupełnić obrazek, aby było wiadomo, czy to dzieje się w dzień i w nocy. Rozmawiano o następstwie dnia i nocy, a także obiektach astronomicznych (Słońce, Księżyc, gwiazdy itp.), które widać w ciągu dnia i nocy;
- **oglądania ilustracji (w tym zdjęć) o tematyce astronomicznej**. Wśród ilustracji była Ziemia, Księżyc i jego fazy oraz Słońce (w ultrafiolecie) oraz fotografie przedstawiające lądowanie człowieka na Księżycu, widok Księżyca na dziennym niebie, kometę, galaktykę M81, Drogę Mleczną, Międzynarodową Stację Kosmiczną. Obrazki te i fotografie w sposób naturalny prowokowały dziecko do wypowiedzenia się o tym, co przedstawiają.

O słuszności prowadzenia badań tak, aby dzieci mogły jednocześnie działać i słownie przedstawiać swoje rozumowanie świadczy to, że wszystkie wprost zasypywały badającego pytaniami i uważnie słuchały odpowiedzi, a na niektóre pytania same odpowiadały, oczekując aprobaty od badającego. W czasie tej rozmowy badający pytał też o to, skąd dziecko czerpie te wiadomości (pomagały w tym pytania typu: *Tyle wiesz o Ziemi. Powiedz mi, skąd o tym wiesz...*, *Kto ci o tym powiedział...*, *Z kim rozmawiałeś o tym...*). Wypowiedzi dzieci oraz rezultat ich działalności były dokumentowane w następujący sposób:

- przebieg rozmów rejestrowano na taśmie magnetofonowej i spisywano, aby móc je poddać analizie merytorycznej;
- efekt działalności dzieci utrwalano na fotografiach (uzupełniony rysunek, ulepione kształty, umieszczenie ludzików na ulepionym kształcie Ziemi) i analizowano je, respektując metodę Grażyny Makiełło-Jarzy<sup>37</sup>.

<sup>35</sup> W ten sposób ustalałem drugi wskaźnik kompetencji astronomicznych – rozumienie działania siły grawitacji.

<sup>36</sup> Były to kartony, na których był przedstawiony krajobraz. Zadaniem dziecka było uzupełnić krajobraz tak, aby było wiadomo czy jest to noc czy dzień: mogło dorysować Słońce, Księżyc, chmury, gwiazdy itp.

<sup>37</sup> G. Makiełło-Jarża w rozdziale *Metody poznawania dziecka w procesie wychowania*, w: M. Przetacznik, G. Makiełło-Jarża, *Psychologia wychowawcza, społeczna i kliniczna*, Warszawa 1977, s. 6–25.

W metodzie IZPA uwzględniono też obserwacje zachowania się badanych dzieci<sup>38</sup>, a także zalecenia<sup>39</sup> respektowane w metodzie analizy ich działalności i wytworów.

*Interpretacja wyników badań zebranych opisaną metodą IZPA (Intuicje i Zarysy Pojęć Astronomicznych)*

Projekt *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* kończy interpretacja wyników badań oraz uogólnienia i wnioski. Interpretację tę prowadziłem w dwóch warstwach:

- w pierwszej skupiam się na analizie pedagogicznej i psychologicznej intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci polskich; efektem jest ich charakterystyka przedstawiona w formie modeli mentalnych;
- w drugiej przeprowadzam analizę porównawczą pomiędzy modelami mentalnymi dzieci polskich a podobnymi modelami Stelli Vosniadou, Williama Brewera oraz Ali Samarapungavan<sup>40</sup>.

Taka interpretacja jest zgodna z drugim zadaniem trzeciego celu badawczego tego projektu (1.3.2.) i stanowi też podsumowanie badań w zrealizowanym projekcie.

*Informacje o dzieciach uczestniczących w badaniach i czasie ich realizacji*

Badaniami zrealizowanymi w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* objąłem 49 dzieci od 5. do 8. roku życia<sup>41</sup>. W tej grupie było 25 dzieci mieszkających w małym mieście i 24 dzieci mieszkające na wsi. 25 dzieci realizowało ostatnim roku wychowania przedszkolnego, a 24

<sup>38</sup> Definicję i cechy dobrej obserwacji podaje G. Makiełło-Jarża (tamże) oraz Z. Skorny, *Obserwacje i charakterystyki psychologiczne*, Warszawa 1964). G. Makiełło-Jarża (dz. cyt., s. 6) podaje, że definicja jest to „świadome, planowe i celowe spostrzeganie zachowania się człowieka i na rejestrowaniu przebiegu zjawiska i wydarzeń”.

<sup>39</sup> G. Makiełło-Jarża, *Psychologia wychowawcza...*, dz. cyt., s. 23–25.

<sup>40</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183; A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>41</sup> Wśród badanych dzieci było 19 pięcioletków, 8 sześciolatek, 10 siedmiolatek i 12 ośmiolatek. Ze względu na ochronę danych osobowych pomijam dalsze szczegółowe informacje na temat badanych dzieci.

uczęszczały do klasy II szkoły podstawowej<sup>42</sup>. Taki dobór grupy badanych dzieci pozwolił mi rozeznaczyć się w kwestii, czy istnieją różnice w zakresie intuicji i zarysów pojęć astronomicznych stworzonych przez dzieci mieszkające na wsi i w mieście, a także zaliczyć intuicje i zarysy pojęć astronomicznych badanych dzieci do modeli mentalnych wstępnych, uproszczonych i naukowego.

Pozostaje do wyjaśnienia kwestia stosunkowo małej liczebności dzieci objętych badaniami, co było związane z uzyskaniem zezwoleń na ich udział w prowadzonych badaniach. Chcę też podkreślić, że zastosowana metoda badawcza IZPA była bardzo pracochłonna, a czas potrzebny na przeprowadzenie jej z jednym dzieckiem wynosił od 40 do 90 minut. Granice te wyznaczało szybsze lub wolniejsze tempo czynności wykonywanych przez dziecko oraz łatwość bądź trudność w wypowiedaniu się dzieci. Badania były bowiem prowadzone indywidualnie, według podanego wcześniej opisu i scenariuszy<sup>43</sup>, z troską o pełną dokumentację.

Przyjąłem – zgodnie z założeniami teorii ugruntowanej – że możliwe będzie zwiększenie grupy badanych dzieci, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Takiej potrzeby jednak nie było, a uzasadnienie podam w rozdziale 6 wraz z prezentacją wyników badań oraz ich interpretacją.

## 5.2.2. PROJEKT *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH* – CELE I ZADANIA BADAWCZE, STOSOWANE METODY I BADANE OSOBY

W projekcie zatytułowanym *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych* realizowałem trzy cele badawcze. Na sposób ich realizacji wpłynęły wyniki badań zrealizowane w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*. Przypomnę, że efektem tych badań było ustalenie, jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dysponują dzieci polskie oraz uporządkowanie ich w modele mentalne.

Porównując te modele ustaliłem, że modele mentalne opracowane na podstawie badań zrealizowanych wśród dzieci polskich – mimo nieznacznych różnic – są zbliżone z modelami mentalnymi Stelli Vosniadou,

<sup>42</sup> Badania przeprowadzono w średniej wielkości miejscowości (40 tys. mieszkańców) i oddalonej od niej o 10 km wsi.

<sup>43</sup> Opisane w załączniku nr 1.

William Brewera i Ali Samarapungavan. To zaś pozwoliło na zastosowanie w pierwszym celu badawczym narzędzia<sup>44</sup> EARTH2 autorstwa Marthe Straatemeier, Han van der Maasa i Brendy Jansen<sup>45</sup>. Dla moich badań istotne jest to, że test ten został opracowany z uwzględnieniem wyników badań Stelli Vosniadou i Williama Brewera. Narzędzie to umożliwia ustalenie dziecięcych intuicji i zarysów pojęć co do kształtu Ziemi, lokalizacji i poruszania się ludzi i wybranych obiektów na Ziemi oraz zjawiska dni i nocy. Taki zakres wiedzy jest kluczowy w kształtowaniu intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci.

Kolejnym argumentem przemawiającym za wyborem tego narzędzia było to, że zastosowano go w badaniach wiedzy astronomicznej dzieci holenderskich<sup>46</sup> i greckich<sup>47</sup>. To zaś umożliwiło mi porównać wyniki uzyskane w tym teście przez dzieci polskie z wynikami uzyskanymi przez dzieci holenderskie oraz greckie<sup>48</sup>.

Przejdźmy do kwestii, którą zapowiada tytuł projektu – *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. Przyjąłem, że przebieg procesu rozwijania intuicji i zarysów pojęć astronomicznych można ustalać na dwa sposoby:

- prowadząc badania podłużne: obejmując badaniami te same dzieci przez dłuższy czas i skupiając się na analizie ich procesu uczenia się. Co do wnioskowania o procesie budowania wiedzy astronomicznej, prowadzenie takich badań jest nierealne, gdyż musi się rozpocząć od momentu, gdy dziecko zaczyna dostrzegać, że stąpa po płaskiej Ziemi a nad głową ma słońce, zaś wieczorem Księżyc i gwiazdy. I trwa przez lata wychowania przedszkolnego, szkolnej edukacji i jeszcze dłużej<sup>49</sup>;

<sup>44</sup> Szczegółowy opis tego narzędzia przedstawiam w dalszej części prezentacji projektu *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. Narzędzie to zamieściłem w całości w załączniku nr 3.

<sup>45</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

<sup>46</sup> Tamże.

<sup>47</sup> J. Vaiopoulou, G. Papageorgiou, Primary students' conceptions of the Earth: Re-examining a fundamental research hypothesis on mental models, *Preschool and Primary Education*, 6/2018, s. 23–34.

<sup>48</sup> Dodam, że mimo starań nie znalazłem innych badań porównawczych z zastosowaniem tego narzędzia.

<sup>49</sup> Realne – moim zdaniem – mogłoby być rozpatrywanie jedynie fragmentu tego długiego procesu, ale na tej podstawie ryzykowne jest wnioskowanie o przebiegu następnych etapów rozwojowych.

- prowadząc badania poprzeczne: jeżeli ustalimy, jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dysponują dzieci w kolejnych latach swojego życia, można także wnioskować o procesie zachodzących zmian. Poglądowo mówiąc – wnioskowanie takie jest wówczas podobne do pracy montażysty filmów animowanych: z poszczególnych obrazów statycznych (kadrów) montuje film o tym, jak np. mały kotek Filemon staje się dorosłym kotem. O procesie nabywania wiedzy astronomicznej można wnioskować w podobny sposób: trzeba ustawić chronologicznie modele mentalne opracowane na podstawie intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci w kolejnych latach życia. Podstawą wnioskowania o procesie są zmiany jakościowe w tych modelach. Ponieważ takie zmiany są uchwytne w rozumowaniach dzieci przedszkolnych oraz z klas początkowych, postanowiłem badaniami objąć dzieci od piątego do dziesiątego roku życia.

Argumenty te zadecydowały o tym, że prowadziłem badania w projekcie zatytułowanym *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. według tego drugiego sposobu.

### GLÓWNE CELE REALIZOWANE W PROJEKCIE *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

Przypominam, że w projekcie tym wykorzystałem wyniki badań uzyskane w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*<sup>50</sup>. Ujawniły one różnice indywidualne w intuicjach i zarysach pojęć astronomicznych, którymi dysponowały badane dzieci. Wśród przedszkolaków były dzieci, które posługiwały się już zadziwiająco trafnymi zarysami pojęć (zbliżonymi do naukowych), podczas gdy inne dysponowały intuicjami, w których nie wychodziły poza własne doświadczenia fizyczne, wykazując się przy tym typowymi dla wieku ograniczeniami intelektualnymi. Podobne różnice indywidualne ujawniły modele zawierające intuicje i zarysy pojęć tworzone przez uczniów klas początkowych. Różnice te brałem pod uwagę, formułując następujące cele badawcze:

<sup>50</sup> Badania jakościowe prowadzone według zaleceń teorii ugruntowanej wręcz zalecają taki schemat metodologiczny większych programów badawczych – a takim jest *Dziecięca astronomia*. Przypominam, że w obszarze tego większego programu zrealizowałem trzy projekty badawcze.

2.1 cel. **Ustalić, jakie są przyczyny różnic indywidualnych konstruowanych przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych.** W jakim stopniu różnice te zależą od: wieku badanych dzieci, ich płci i miejsca zamieszkania (miasto czy wieś). Dla zrealizowania tego celu trzeba było przeprowadzić badania z zastosowaniem testu<sup>51</sup> EARTH2, obejmując nimi odpowiednio liczną grupę dzieci w wieku 5, 6, 7, 8, 9 i 10 lat. Umożliwiło to zastosowanie obliczeń statystycznych istotnych dla uchwycenia różnic ilościowych.

2.2 cel. **Ustalić, jak przebiega proces przechodzenia przez dzieci od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych.** Uzyskane przez dzieci wyniki w teście EARTH2 opracowałem w formie modeli mentalnych (modele wstępne, uproszczone i zbliżone do naukowych). Następnie ułożyłem je chronologicznie, zgodnie z wiekiem badanych dzieci. Na tej podstawie ustaliłem zmiany jakościowe i ilościowe tworzonych przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych. Dodam, że na podstawie tych prawidłowości wnioskowałem – w następnym projekcie badawczym – o wprowadzeniu koniecznych (jak się później okazało) zmian w edukacji astronomicznej prowadzonej w placówkach edukacyjnych i poza nimi.

#### ZADANIA BADAWCZE W OBRĘBIE PIERWSZEGO CELU BADAWCZEGO ZREALIZOWANEGO W PROJEKCIE *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

W ramach wcześniej przeprowadzonych badań – projekt *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* (zadanie badawcze 1.2.1. i 1.2.2.) – stwierdzono, że dzieci tworzą intuicje i zarysy pojęć astronomicznych z własnych doświadczeń i pozaszkolnych źródeł informacji. Są to: okazjonalne wyjaśnienia dorosłych (głównie rodziców), udostępnione dzieciom prezentacje internetowe, filmy popularnonaukowe, informacje zawarte w czasopismach i książeczkach dla dzieci, podawane w audycjach radiowych i telewizyjnych. Te przypadkowo gromadzone informacje są – niestety – często źle pojmowane przez dzieci z powodu ich ograniczeń intelektualnych wynikających z wieku. Dlatego tworzone na ich podstawie intuicje astronomiczne

<sup>51</sup> Uzasadnienie zastosowania tego testu i jego charakterystykę przedstawię po prezentacji celów i zadań badawczych projektu *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*.



są zlepkiem fachowych (zasłyszanych) nazw, naiwnych wyjaśnień i błędnych skojarzeń. Utrudnia to dzieciom przechodzenie na poziom zarysów pojęć astronomicznych.

Ustalenia te okazały się na tyle znaczące, że postanowiłem w tym projekcie przeprowadzić badania z udziałem większej liczby dzieci, z uwzględnieniem różnic indywidualnych wyznaczonych rozwijającymi się możliwościami umysłowymi, miejscem zamieszkania (miasto, wieś), płci dzieci oraz lat edukacji. Badania te umożliwiły mi uchwycić prawidłowości rozwojowe w kształtowaniu wiedzy astronomicznej u dzieci od 5. do 10. roku życia.

Mając to na uwadze, sformułowałem w ramach pierwszego celu (2.1.) następujące zadania badawcze:

- **Pierwsze zadanie (2.1.1.)** ma charakter organizacyjny i **polega na określeniu wieku oraz liczby dzieci objętych badaniami**. Kierowałem się ustaleniami Piageta<sup>52</sup> dotyczącymi rozwoju operacyjnego rozumowania. Wynika z nich, że: od 5. do 10. roku życia dzieci stopniowo przechodzą na poziom operacji konkretnych i doskonałą strategię takiego rozumowania w kolejnych latach szkolnej edukacji. Rozumowanie to ma istotne znaczenie w tworzeniu przez dzieci intuicji (poziom przedoperacyjny), zarysów pojęć astronomicznych (poziom operacji konkretnych) oraz pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych (poziom operacji formalnych). Dodam, że czas przechodzenia na poziom rozumowania formalnego według Piageta ma miejsce w 11. lub 12. roku życia młodych ludzi, bo już nie dzieci. Z badań brytyjskich wynika<sup>53</sup> jednak, że przejście na poziom rozumowania formalnego ma miejsce zdecydowanie później, niż to ustalił Piaget. W 14. roku życia tylko 20% młodych ludzi zaczyna rozumować we wczesnych fazach rozumowania formalnego, pozostali rozumują na dojrzałym poziomie operacji konkretnych. Ustalenia te pozwalają wyjaśnić to, że rozumienie zjawisk astronomicznych zbliżonych do naukowych trwa odpowiednio długo i w dużym stopniu zależy od edukacji w kolejnych latach szkolnych. Respektując ustalenia dotyczące rozwoju operacyjnego rozumowania (w sensie Piageta) dla uchwycenia różnic indywidualnych w rozwoju intelektualnym wynikających z wieku, zdecydowałem

<sup>52</sup> J. Piaget, *Psychologia i epistemologia*, dz. cyt., s. 15–35.

<sup>53</sup> M. Shayer, D.E. Küchemann, W. Wylam, The Distribution of Piagetan Stages of Thinking in British Middle and Secondary School Children, *British Journal of Educational Psychology*, 46/1976, s. 164–173.

się objąć badaniami trzy grupy dzieci: pierwsza w wieku 5 i 6 lat, druga w wieku 7 i 8 lat, trzecia dzieci mające 9 i 10 lat<sup>54</sup>.

Ze względu na konieczność zastosowania obliczeń statystycznych zadbalem o to, aby w każdej grupie wiekowej było minimum 80 dzieci. Przyjęcie tych ustaleń – jak już wcześniej zaznaczyłem – oznaczało spore kłopoty z uzyskaniem kolejnych zgód od rodziców badanych dzieci oraz ich nauczycieli. Potrzebna jest też zgoda dyrektora placówki edukacyjnej na prowadzenie badań w przedszkolu i szkole.

- **Drugie zadanie (2.1.2.) dotyczy stosowanych metod, które pomogą badanym dzieciom ujawnić mniej lub bardziej dojrzałe intuicje i zarysy pojęć astronomicznych, a także wnioskować o procesie przechodzenia z poziomu intuicji na poziom zarysów pojęć.** Z badań zrealizowanych w poprzednim projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* (1.) wynika, że to, co polskie dzieci wiedzą z dziedziny astronomii, nie odbiega znacząco od tego, co w tej dziedzinie wiedzą dzieci amerykańskie<sup>55</sup>. Dlatego mogłem zastosować Test<sup>56</sup> EARTH2 (*Earth Representation Test for Children*, Test reprezentacji Ziemi dla dzieci)<sup>57</sup>. Test ten jest dostosowany do możliwości umysłowych dzieci od 5. do 10. roku życia i umożliwia ustalenie, jakimi intuicjami i zarysami pojęć się posługują.

Test EARTH2 jest testem rysunkowym, a to umożliwia stosowanie go w badaniach dzieci wychowywanych w różnych kulturach (zamieściłem go w załączniku nr 3). Zadaniem badanych dzieci jest zakreślenie właściwego rysunku. Konieczne są jednak słowne wyjaśnienia, o co chodzi w tym zakreślaniu. Wyjaśnienia te są podane w języku

<sup>54</sup> Taki dobór dzieci do grup wiekowych wynika z różnic w pojmowaniu wieku życia (bierze się pod uwagę miesiące i lata) i organizacji systemu edukacyjnego, gdzie rok szkolny liczy się od września do sierpnia następnego roku kalendarzowego.

<sup>55</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>56</sup> Autorzy zachęcając do wykorzystania testu, umieścili jego pełną wersję na stronie internetowej: [http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage\\_Han\\_van\\_der\\_Maas/EArth.html](http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage_Han_van_der_Maas/EArth.html) [dostęp: 10.12.2016].

<sup>57</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, *Children's knowledge of the earth...*, dz. cyt., s. 276–296. Dodam, że autorzy testu opracowali go zgodnie z ustaleniami S. Vosniadou i W. Brewera (*Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183). Narzędzie jest utrzymane w tej samej konwencji, którą przyjąłem, opracowując modele mentalne dzieci polskich w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*.

angielskim. Chcąc test EARHT2 zastosować w Polsce, należało przetłumaczyć te wyjaśnienia i dostosować je do zasobu słów, jakimi posługują się dzieci od 5. do 10. roku życia. Ponadto sprawdzałem – w innych grupach dziecięcych<sup>58</sup> – w jakim stopniu dzieci w badanych przedziałach wiekowych rozumieją pytania testowe. Po takim przygotowaniu opracowałem arkusze testowe dla tych dzieci, co umożliwiło prowadzenie dokumentacji z badań.

- **Trzecie zadanie badawcze (2.1.3.) polegało na przeprowadzeniu badań dzieci testem EARHT2.** Badania mogłem zrealizować w placówkach edukacyjnych, do których uczęszczały, gdyż zaletą wybranego testu jest to, że jest on przygotowany do badań zbiorowych. Nawet pięcioletki nie mają większych kłopotów z wypełnieniem arkuszy testowych (jeżeli te są wcześniej oznaczone imieniem badanego dziecka). Trzeba było tylko dopilnować, aby badane dzieci uważnie słuchały instrukcji (wyjaśnień osoby prowadzącej badania), przyglądały się ilustracjom i zakreśliły te, które uznały za właściwe. Wszystko razem trwało około kilkunastu minut, nieco dłużej u dzieci młodszych.

### ZADANIA BADAWCZE W OBRĘBIE DRUGIEGO CELU BADAWCZEGO ZREALIZOWANEGO W PROJEKCIE *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

W ramach drugiego celu badawczego (2.2.) przeprowadziłem analizę oraz interpretację wyników badań testem EARTH2 w celu ustalenie procesu przechodzenia dzieci od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych. W ramach tego celu badawczego sformułowałem dwa następujące zadania badawcze:

- Pierwsze zadanie badawcze (2.2.1.) jest kontynuacją badań zrealizowanych w drugim celu projektu *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. Zadanie to polega na uporządkowaniu wyników testu<sup>59</sup> EARTH2. Rdzeniem każdego zadania diagnostycznego jest pięć lub sześć rysunków, które pełnią rolę symboli graficz-

<sup>58</sup> Pilotaż, mający na celu sprawdzenie poprawności rozumienia pytań testowych, został przeprowadzony wśród starszych przedszkolaków i uczniów młodszych w 2016 i 2017 roku.

<sup>59</sup> Test EARTH2 jest testem rysunkowym – badane dziecko ma przyjrzeć się kilku rysunkom i zaznaczyć ten, który jego zdaniem jest poprawny. Szczegółowe informacje podam w rozdziale 7, prezentując wyniki badań oraz w załączniku 1, w którym narzędzie to zostało szczegółowo omówione.

nych (ikon). Są one zgodne z modelami mentalnymi opracowanym przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera. Dziecko wybierając rysunek, informuje o tym, na jakim poziomie tworzy intuicje i zarysy pojęć astronomicznych. Wybór rysunku uznanego przez dziecko pozwolili więc zakwalifikować wypowiedź dziecka do modelu wstępnego, uproszczonego lub naukowego<sup>60</sup>.

– Drugie zadanie badawcze (2.2.2.) polegało na rozpatrzeniu wyników w teście EARTH2 w aspekcie różnic indywidualnych. Dysponując wiedzą na temat wieku dziecka, jego płci, miejsca zamieszkania oraz do jakiego modelu mentalnego (wstępnego, uproszczonego i naukowego) należą jego intuicje i zarysy pojęć astronomicznych, mogłem ustalić, który z wybranych modeli był dominujący w danej grupie. Na przykład w odniesieniu do wieku:

- dzieci z grupy najmłodszej (przedszkolnej) najczęściej wybierały model wstępny. Niektóre z nich zaznaczały – jako właściwy – model uproszczony. Bywały też przypadki, że dziecko wybierało model zbliżony do naukowego;
- dzieci z grupy najstarszej (10-latki) często wybierały modele wstępne i uproszczone, chociaż – z racji ich możliwości intelektualnych – powinien w tej grupie dominować model zbliżony do naukowego.

Interesowały mnie też dane liczbowe dotyczące dziecięcych wyborów w każdej grupie wiekowej, gdyż na tej podstawie mogłem zorientować się w zarysie różnic indywidualnych.

## UZASADNIENIE I OPIS GŁÓWNEJ METODY STOSOWANEJ W PROJEKCIE *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

W projekcie tym (2.) główną zastosowaną metodą jest test EARTH2 (*Earth Representation Test for Children*, Test reprezentacji Ziemi dla dzieci) opracowany w 2008 roku przez Marthe Straatemeier, Han van der Maas i Brenda

<sup>60</sup> Takie opracowanie wyników testu EARTH2 wymagało (a) przyporządkowania wybranego przez dziecko rysunku do jednego z trzech modeli mentalnych (zwanych wstępnymi, uproszczonymi i naukowym), (b) taką informację trzeba było wpisać do arkusza zbiorczych, (c) wykonać obliczenia w zakresie rozpatrywanych zmiennych dotyczących danych osobowych dziecka (wiek, płeć, miejsce zamieszkania) oraz w zakresie zmiennej – model mentalny, do którego zakwalifikowano odpowiedź dziecka w teście, (d) po takim przygotowaniu surowych wyników można było przystąpić do ustalania zależności pomiędzy zmiennymi.

Jansena<sup>61</sup>. Jest on dostosowany do możliwości umysłowych dzieci od 4. do 16. roku życia. Polską wersję tego narzędzia zamieściłem w aneksie wraz z analizą merytoryczną w formie załącznika 3. Oto argumenty przemawiające za słusnością zastosowania tego testu w programie *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. **Test EARTH2:**

- **uwzględnia modele mentalne polskich dzieci** – wskazują na to wyniki uzyskane w projekcie *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*;
- **jest testem obrazkowym**, dlatego kolejne zadania tego testu mogą realizować nawet dzieci przedszkolne, które jeszcze nie piszą i nie czytają. Każde zadanie testowe poprzedzone jest słownym wyjaśnieniem (podaje prowadzący badania), co badane dziecko ma zrobić. W czasie tych wyjaśnień dzieci mogą zadawać pytania, lub prosić o powtórzenie poleceń. Dzięki temu unika się sytuacji, że badane dziecko nie rozumie pytania lub polecenia;
- **jest testem wymuszonego wyboru**, co sprawia, że procedura badawcza sprowadza do minimum interpretację wypowiedzi dzieci<sup>62</sup>;
- **jest wykorzystywany w badaniach światowych**<sup>63</sup>, co umożliwia porównywanie wyników tego testu wykonanego przez dzieci polskie z wynikami badań dzieci np. holenderskich<sup>64</sup> i greckich<sup>65</sup>;
- **można go stosować w badaniach zespołowych**; pozwala to przy stosunkowo łatwej organizacji badań i w krótkim czasie uzyskać wgląd w intuicje i zarysy pojęć astronomicznych sporej grupy badanych dzieci.

<sup>61</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach, *Journal of Experimental Child Psychology*, 100/2008, s. 276–296.

<sup>62</sup> Zagadnienie interpretacji wyników było tematem wielu dyskusji. Por. M. Siegal, G. Butterworth, P. Newcombe, Culture and children's cosmology, dz. cyt., s. 308–324; G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat?..., dz. cyt., s. 124–141; M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296; S. Özsoy, Is the Earth Flat or Round?..., dz. cyt., s. 407–415.

<sup>63</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296; J. Vaiopoulou, G. Papageorgiou, Primary students' conceptions of the Earth..., dz. cyt., s. 23–34.

<sup>64</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

<sup>65</sup> J. Vaiopoulou, G. Papageorgiou, Primary students' conceptions of the Earth..., dz. cyt., s. 23–34.

Narzędzie EARHT2 składa się z dziesięciu prostych zadań testowych; wszystkie podane są w formie obrazków. Zadaniem badanego dziecka jest – po wysłuchaniu wyjaśnień, zakończonych pytaniem – zakreślić któryś z obrazków<sup>66</sup>. Taki sposób odpowiedzi na postawione pytania jest oceniany w punktach: wartość punktowa pozwala określić poziom intuicji i zarysów pojęć astronomicznych i wyskalować go na osi od intuicji, poprzez zarysy pojęć do pojęć zbliżonych do naukowych. Na tej podstawie – wyniki testu EARTH2 – można u dzieci 5-, 6-, 7-, 8-, 9- i 10-letnich ustalić, na jakim poziomie konstruują intuicje i zarysy pojęć astronomicznych. Pozwala to ustalić proces przechodzenia dzieci z intuicji do zarysów pojęć. Takie ustalenia są przydatne do określenia treści kształcenia astronomii w przedszkolach<sup>67</sup> i klasach początkowych, dostosowanych do możliwości umysłowych dzieci. Więcej informacji na temat budowy testu EARTH2 oraz historii jego powstania przedstawiłem w załączniku 1.

#### INFORMACJE O DZIECIACH UCZESTNICZĄCYCH W BADANIACH REALIZOWANYCH W RAMACH PROJEKTU *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

W zadaniu badawczym 2.1.1. uzasadniłem konieczność objęcia badaniami sporej liczby dzieci w wieku od 5 do 10 lat, z których utworzyłem trzy grupy wiekowe: dzieci mające 5 i 6 lat – jedna grupa, mające 7 i 8 lat – druga grupa i dzieci 9-, 10-letnie – trzecia grupa. W każdej grupie znajdowała się podobna liczba dzieci mieszkających w mieście i na wsi. Z myślą o analizach statystycznych postanowiłem badaniami objąć dzieci z 20 grup rówieśniczych uczęszczających do przedszkoli i szkół na wsi i w mieście<sup>68</sup>.

<sup>66</sup> Chcę dodać, że obrazkowe zadania testowe stanowią odzwierciedlenie modeli mentalnych opracowanych przez S. Vosniadou i W. Brewera (*Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183).

<sup>67</sup> Niektórzy pedagodzy mogą być zdziwieni zamiarem kształtowania wiedzy astronomicznej już w przedszkolach. Kierują się tym, że obecnie w przedszkolach nie przykłada się do tego wagi i sugeruje się dzieciom np. że Słońce wędruje po niebie. Wystarczy cofnąć się np. o sto lat i dowiedzieć się, że wspomagano dzieci w wieku przedszkolnym w rozumieniu, że Ziemia jest kulista, że Księżyc krąży wokół Ziemi a Ziemia krąży wokół Słońca. Więcej informacji o zakresie kształcenia astronomicznego dzieci podaję w rozdziale 8.

<sup>68</sup> Badania były prowadzone w przedszkolach i szkołach, a grupy rówieśnicze nie mogły przekraczać liczby 25 dzieci (chodzi o ograniczenia prowadzenia badań zespołowych). Badane grupy dzieci mogą być też – szczególnie na wsiach – mniej liczne.



Dodam, że badane w tym projekcie dzieci nie były objęte wcześniej badaniami w ramach projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* (1.)

## 5.3 SPÓJNOŚĆ CELÓW I ZADAŃ BADAWCZYCH ZREALIZOWANYCH W PROJEKTACH BADAWCZYCH SKŁADAJĄCYCH SIĘ NA PROGRAM *DZIECIĘCA ASTRONOMIA*

W tabeli 7 przedstawiam – w sposób syntetyczny – związki pomiędzy celami a zadaniami badawczymi. W kolumnie pierwszej wymieniam projekty badawcze, w drugiej kolumnie realizowane cele, a w trzeciej wyodrębnione zadania badawcze. Związki pomiędzy nimi pokazuję, łącząc graficznie (klamrami) poszczególne cele i zadania badawcze.

Zaznaczone graficznie – klamrami – związki wynikania są konsekwencją prowadzenia badań według zaleceń teorii ugruntowanej, gdzie wyniki poprzednich badań wyznaczają następne zadania badawcze. W projektach badawczych zrealizowanych w ramach *Dziecięcej astronomii* z reguły tej skorzystałem, wyznaczając kolejne projekty badawcze, a w nich cele i zadania badawcze. Prezentując wyniki badań w następnych rozdziałach tej rozprawy, ta reguła jest respektowana.

Jak już wcześniej wspomniałem realizację trzech projektów składających się na *Dziecięcą astronomię* realizowałem ponad osiem lat w ramach projektów badawczych finansowanych z funduszy przeznaczonych na naukę w Akademii Pedagogiki Specjalnej w Warszawie i w Narodowe Centrum Nauki w Krakowie. I tak:

- Projekt badawczy pt. *Dziecięca astronomia. Modele kompetencji astronomicznych starszych przedszkolaków i młodszych uczniów w zakresie kształtu Ziemi, jej miejsca w kosmosie oraz zjawiska dni i nocy*, realizowany był w latach 2016–2017 dzięki dofinansowaniu z Akademii Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej (nr grantu: BSTP 4/16-I).
- Projekt badawczy pt. *Dziecięca astronomia. Jak starsze przedszkolaki i mali uczniowie wyjaśniają kształt Ziemi, miejsce Ziemi w kosmosie oraz zjawisko dni i nocy*, realizowany w latach 2017–2018 z grantu Narodowego Centrum Nauki (nr grantu: 2017/01/X/HS6/01980).
- Projekt badawczy pt. *Dziecięca astronomia. Skuteczność tutoringów równieśniczego*, realizowany w latach 2018–2019. Projekt ten był finansowany

TABELA 7. Zestawienie celów i zadań badawczych realizowanych w trzech projektach badawczych dla ukazania relacji zależności wynikania

<b>Program badawczy: <i>Dziecięca astronomia</i></b>			
<b>Projekty</b>	<b>Cele badawcze</b>	<b>Zadania badawcze</b>	
1. Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych	1.1. Ustalić, jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dysponują polskie dzieci na początku XXI wieku	1.1.1. Dobór dzieci objętych badaniami	
		1.1.2. Opracowanie metody badań, w której badane dzieci będą mogły możliwie swobodnie prezentować swoje intuicje i zarysy pojęć astronomicznych	
		1.1.3. Zorganizowanie badań z zastosowaniem opracowanej metody i zarejestrowanie uzyskanych wyników	
	1.2. Ustalić główne źródła dziecięcych intuicji i zarysów pojęć astronomicznych	1.2.1. Ustalenie sytuacji, w których dzieci tworzą intuicje i zarysy pojęć astronomicznych	
		1.2.2. Ustalenie dominujących źródeł mających wpływ na proces <i>rozwijania</i> przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych	
	1.3. Ustalić, w jakim stopniu faktyczna wiedza astronomiczna dzieci polskich jest podobna lub różna w stosunku do wiedzy dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych	1.3.1. Skonstruowanie modeli opisujących intuicje i zarysy pojęć, którymi dysponują polskie dzieci przedszkolne i uczniowie klas początkowych	
		1.3.2. Porównanie modeli opracowanych w zadaniu badawczym 1.3.1. z analogicznymi modelami ustalonymi w Ameryce i w Indiach	
	2. Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych	2.1. Ustalić przyczyny różnic indywidualnych konstruowanych przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych	2.1.1. Ustalenie wieku dzieci, które zostaną objęte badaniami oraz liczebności badanych dzieci w poszczególnych grupach wiekowych
			2.1.2. Ustalenie metody, która pomoże wnioskować o procesie przechodzenia z poziomu intuicji na poziom zarysów pojęć
2.1.3. Przeprowadzenie badań testem EARHT2 w placówkach edukacyjnych, do których uczęszczają dzieci badane w tym projekcie			
2.2. Ustalić, jak przebiega proces przechodzenia przez dzieci od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych		2.2.1. Analiza ilościowa wyników badań testem EARTH2	
		2.2.2. Rozpatrzenie wyników uzyskanych przez dzieci w teście EARTH2 w aspekcie ujawnionych różnic indywidualnych	

przez Akademię Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej (nr grantu: BSTP 15/18-I).

Dla porządku dodam, że częściowe wyniki badań zrealizowane w ramach tych projektów przedstawiałem w formie referatów na konferencjach naukowych, a także opublikowałem, bo takie były wymagania grantodawców. Pełne informacje o tych publikacjach podaję w przypisach, prezentując wyniki badań każdego z projektu badawczego. Natomiast informacje o wygłoszonych referatach znajdują się w aktualnej ogólnopolskiej Bazie Wiedzy.

# 6 DZIECIĘCE INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH – WYNIKI ORAZ INTERPRETACJA BADAŃ PROWADZONYCH W POLSKICH PRZEDSZKOLACH I SZKOŁACH. PODOBIENSTWA I RÓŻNICE W ZAKRESIE WIEDZY ASTRONOMICZNEJ DZIECI POLSKICH I DZIECI WYCHOWYWANYCH W INNYCH KULTURACH<sup>1</sup>

## 6.1 WIEDZA ASTRONOMICZNA DZIECI DOTYCZĄCA DZIENNEGO I NOCNEGO NIEBA, KSZTAŁTU ZIEMI, LOKALIZACJI LUDZI ŻYJĄCYCH NA ZIEMI ORAZ ZJAWISKA DNIA I NOCY – WYNIKI BADAŃ

Badania mające na celu ustalenie dziecięcych kompetencji astronomicznych przeprowadziłem w ramach projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* w 2016 roku<sup>2</sup>. W badaniach tych ustaliłem:

- jakimi intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dysponują polskie dzieci;
- skąd czerpią wiedzę na temat obiektów i zjawisk astronomicznych;

<sup>1</sup> Wstępne wyniki opisanych w tym rozdziale badań zostały opublikowane w rozprawach:

J.A. Jelinek, *Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych*, dz. cyt., s. 45–52.

J.A. Jelinek, *Dziecięca astronomia...*, dz. cyt., s. 153–176.

<sup>2</sup> Jak już wspomniałem projekt badawczy pt. *Dziecięca astronomia. Modele kompetencji astronomicznych starszych przedszkolaków i młodszych uczniów w zakresie kształtu Ziemi, jej miejsca w kosmosie oraz zjawiska dnia i nocy* był realizowany w ramach dofinansowania Akademii Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej w Warszawie (nr BSTP 4/16-I).

- w jakim stopniu wiedza astronomiczna dzieci polskich jest podobna i różna w stosunku do wiedzy dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych.

Objąłem badaniami łącznie 49 najstarszych przedszkolaków i uczniów klasy pierwszej, wśród badanych dzieci było 27 dziewczynek i 22 chłopców<sup>3</sup>. W tej grupie 25 dzieci mieszkało w małym podwarszawskim mieście (z czego 13 w ostatnim roku wychowania przedszkolnego i 12 z klasy II) i 24 na wsi (12 dzieci w ostatnim roku wychowania przedszkolnego i 12 z II klasy szkoły podstawowej). Inne doświadczenia z obserwacji wieczornego nieba mają bowiem dzieci mieszkające w dużym mieście i na wsi<sup>4</sup>. Jasno oświetlone ulice skutecznie ograniczają dzieciom miejskim widoczność Drogi Mlecznej i innych gwiazd.

W projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* wiodącą była metoda *Intuicje i Zarysy Pojęć Astronomicznych* (IZPA)<sup>5</sup>, a metodami towarzyszącymi obserwacja, analiza wytworów i wypowiedzi dzieci<sup>6</sup>. Badania prowadzono były indywidualnie, a rdzeniem metody IZPA była działalność dziecka i swobodna rozmowa o obiektach i zjawiskach astronomicznych. Badający mógł – w sposób naturalny – zwrócić się do dziecka, aby wyjaśniło, jak rozumie np. rysowane obiekty astronomiczne. W trakcie tej rozmowy dzieci zadawały wiele pytań, niektóre same formułowały odpowiedź, nie czekając, co powie badający. W ramach działalności (przewidzianej w scenariuszu badań) dzieci:

- tworzyły ruchomy obrazek dziennego i nocnego nieba manipulując wyciętymi kartonikami przedstawiającymi: chmury, Słońce, Księżyc, gwiazdy<sup>7</sup>;
- lepiły z plasteliny kształt Słońca, Księżyca i Ziemi, a potem lokalizowały ludzi na Ziemi, mocując ich figurki (ludziki lego) na Ziemi ulepionej z plasteliny;

<sup>3</sup> W tym 19 pięcioletków, 8 sześciolatek, 10 siedmiolatek i 12 ośmiolatek (średnia wieku wynosiła 6 lat).

<sup>4</sup> Więcej informacji w rozdziale 2.

<sup>5</sup> Szczegółowy opis tej metody przedstawiłem w rozdziale 5, z kolei szczegółową procedurę metody IZPA przedstawiłem w załączniku 2.

<sup>6</sup> Szczegółową charakterystykę metod zawarta jest w rozdziale 5.

<sup>7</sup> Kartoniki te były wykonywane w następujący sposób: badane dziecko rysowało na kartonie Słońce, chmury, Księżyc i gwiazdy. Badający wycinał sylwetki tych obiektów. Następnie dziecko tworzyło ruchomy rysunek układając je tak, aby przedstawić np. niebo w ciągu dnia.

- oglądały fotografie przedstawiające obiekty i zjawiska astronomiczne (np. fazy Księżyca, Słońce w ultrafiolecie) i wypowiadały się, co o nich wiedzą.

Wypowiedzi dzieci były rejestrowane, a wytwory (obrazki, ulepianki) – fotografowane. Taką dokumentację porządkowałem, wyodrębniając kręgi tematyczne: dzienne i nocne niebo, kształt Ziemi, lokalizacja ludzi żyjących na Ziemi i zjawisko dnia i nocy (są one zgodne z celami badań projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*<sup>8</sup>). W kręgach tych wyodrębniam intuicje i zarysy pojęć składające się na wiedzę astronomiczną badanych dzieci. Analizując je zauważyłem, że formułowane one były na różnym poziomie precyzji: bywało, że dziecko w jednym zdaniu formułowało intuicje i zaraz w następnym przedstawiało zarysy pojęć lub pojęcia zbliżone do naukowych. W tej sytuacji przyjąłem więc regułę – podstawą zaliczenia wypowiedzi dziecka do odpowiedniego modelu mentalnego jest poziom dominujących wyjaśnień. Jeżeli z wypowiedzi wynika, że większość dziecięcych stwierdzeń ma charakter intuicyjny, zaliczam je do modelu wstępnego, gdy dominują stwierdzenia zawierające zarysy pojęć, zaliczam je do modelu uproszczonego itd.

#### KRĄGI TEMATYCZNE: *DZIENNE NIEBO ORAZ NOCNE NIEBO*. INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ BADANYCH DZIECI

W metodzie IZPA przyjąłem, że dzieci łączą czynności manipulacyjne z procesami intelektualnymi przeplatając te formy aktywności<sup>9</sup>. Na przykład dziecko – kierując się swymi przemyśleniami – realizuje pewne czynności manipulacyjne. Widząc efekt tej działalności formułuje nowe przemyślenia. Kierując się nimi, wykonuje następne czynności (w ten sposób sprawdza trafność przemyśleń), krytycznie przygląda się efektom i analizuje je. Potwierdzeniem takiego przeplatania są czynności manipulacyjne i towarzyszące im wypowiedzi, reakcje mimiczne: dobieranie przedmiotów do manipulacji, zestawianie ich według wcześniejszego pomysłu, zastanawianie się i rozmowa z samym sobą, okazywane niezadowolenia lub radości, przestawianie przedmiotów według nowego pomysłu itd. Z moich doświadczeń wynika, że sprzyja temu sytuacja, gdy osoba znacząca jest żywo zain-

<sup>8</sup> Wykaz celów i zadań badawczych projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* realizowanych w ramach programu *Dziecięca astronomia* został szczegółowo przedstawiony w podrozdziale 5.2.2.

<sup>9</sup> Taką przemienność działania i myślenia można dostrzec, obserwując dziecięce zabawy z klockami. Dziecko gromadzi klocki z zamiarem zbudowania z nich np. garażu. Budując go sprawdza, czy odpowiada on myślowej wizji garażu i odpowiednio koryguje ustawianie klocków itd.



teresowana tym, czym dziecko się zajmuje: obdarza je uwagą, odpowiada na pytania, pomaga w wykonaniu trudniejszych czynności.

Mając to na uwadze, w pierwszej części metody IZPA stwarzałem dzieciom warunki do tworzenia **ruchomego obrazu** dziennego i nocnego nieba, z uwzględnieniem swobodnej rozmowy towarzyszącej takiej działalności. Ponieważ tworzenie ruchomych obrazów stanowi pewne *novum* w badaniach dziecięcych intuicji i zarysów pojęć<sup>10</sup>, przypomnę te fragmenty procedury badawczej, które są istotne dla omówienia intuicji i zarysów pojęć składających się na wiedzę astronomiczną badanych dzieci.

Jak przebiegała procedura tworzenia przez dzieci ruchomego obrazu nocnego i dziennego nieba? Dzieci najpierw przedstawiały obraz dziennego, a potem nocnego nieba. Wybierały kolor kartki (tło dziennego lub nocnego nieba). Badający układał na wybranej kartce – wzdłuż dolnej krawędzi – wyciętą z czarnego kartonu sylwetkę krajobrazu: budynki i drzewa tworzące linię horyzontu. Następnie badane dzieci wymieniały obiekty, które ich zdaniem znajdują się na dziennym niebie lub nocnym niebie. Badający wycinał je, zachowując kontur rysunków. Tak przygotowane kartonowe kontury (reprezentacje) Słońca, chmur, Księżyca i gwiazd dzieci układały według własnych przemyśleń tworząc ruchome obrazy nieba w ciągu dnia i nocy. Mogły je też dowolnie przesuwac i nakładać np. zasłaniając chmurami Słońce. Tworzeniu takich ruchomych obrazów towarzyszyła ożywiona rozmowa: badane dzieci spontanicznie mówiły o tym, co zamierzają przedstawić i zadawały badającemu pytania. Odpowiadały też na jego pytania dotyczące położenia i ruchu obiektów na dziennym niebie. Na podstawie wypowiedzi dzieci oraz tworzonych przez nie ruchomych obrazów ustalałem, co wiedzą o dziennym i nocnym niebie<sup>11</sup>. Ponieważ aktywność dzieci w trakcie tworzenia dziennego i nocnego nieba różni się nieco, osobno omówię te, które dotyczą dziennego i osobno nocnego nieba. Pomoże to precyzyjniej ustalić, jakimi intuicjami i zarysami pojęć wykazały się dzieci.

Jak dzieci konstruowały ruchome obrazy dziennego nieba? Tworząc obraz dziennego nieba, dzieci jako tło najczęściej wybierały kolor jasnoniebieski (inspirowane błękitem nieba), rzadziej żółty, biały i pomarańczowy. Jedno z dzieci tłumacząc wybrało kartkę w kolorze czerwonym (kolor

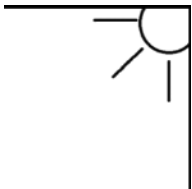
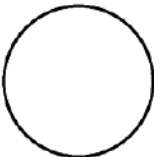
<sup>10</sup> Szczegółowy opis tej części badań zawarty jest w scenariuszu 1, załącznik nr 2.

<sup>11</sup> Przypomnę, zgodnie z ustaleniami S. Szumana (*Sztuka dziecka*, Warszawa 1990), że dzieci prezentują na rysunku wszystko to, co wiedzą, a nie widzą. To założenie pozwala mi ustalić wyobrażenie dzieci.

zachodzącego Słońca), wyjaśniając: *Teraz jest wieczór...*, potem wybrało kartkę niebieską i oświadczyło: *Teraz jest dzień...*

Wśród obiektów, które zdaniem dzieci powinny się znaleźć na dziennym niebie, były: Słońce i chmury. Czworo dzieci wymieniło samoloty i ptaki<sup>12</sup>. Ani jedno dziecko nie wskazało, że można na dziennym niebie zobaczyć również Księżyc. Gdy badający zapytał o Księżyc na dziennym niebie, Paweł wyjaśnił, że *W ciągu dnia Księżyc jest za Słońcem*. Niektóre dzieci podawały animistyczne wyjaśnienia, np. Gabrysia wyjaśniła: *Gdy Księżyc śpi, wtedy Słońce podświetla Księżyc, żeby było go widać*.

Wszystkie dzieci umieszczały na dziennym niebie **Słońce**. Większość dzieci przedstawiało je jako okrąg lub okrąg otoczony kreszczkami (*promieniami*)<sup>13</sup>. Stwierdzały, że Słońce ma kształt *koła*<sup>14</sup>. Oliwia tak je opisała: *Słońce jest okrągłe i ma kresczki*. Zdarzały się także rysunki ćwierć okręgu z *promieniami*<sup>15</sup>. Tę różnorodność przedstawiam na schemacie 16.

		
<p>Słońce jako koło z promieniami (świecące Słońce)</p>	<p>Słońce jako część koła (świecące Słońce jako ćwierć koła)</p>	<p>Słońce jako koło (odpowiednik kulistego kształtu)</p>

SCHEMAT 16. Symboliczne przedstawienie Słońca na rysunkach badanych dzieci tworzących obraz dziennego nieba

Mówiąc o Słońcu, sporo dzieci nazwało je *gwiazdą*, nieliczne twierdziły, że jest *planetą*. Na pytanie *Z czego jest zrobione Słońce* kilkoro dzieci

<sup>12</sup> Nie analizuję tych wypowiedzi, bo nie samoloty i ptaki były przedmiotem badań.



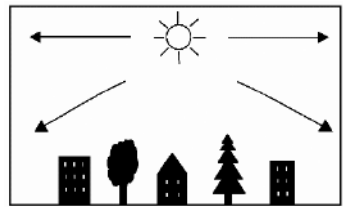
<sup>13</sup> Podobne wypowiedź zanotowała D. Al-Khamisy (*Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolatków*, dz. cyt., s. 56).

<sup>14</sup> Zgodnie z badaniami M. Hejnego (*Za: Starsze przedszkolaki. Jak skutecznie je wychowywać i kształcić w przedszkolu i szkole*, Kraków 2014, s. 381) dzieci pięcioletnie używają określeń przynależnych do figur geometrycznych (np. *koło*) jako określeń konkretnych przedmiotów, np. słońca. Oznacza to, że nazwa *koło* nie odzwierciedla ich rzeczywistego pojęcia figury geometrycznej, a jedynie opisuje pewne charakterystyczne elementy przedmiotu.

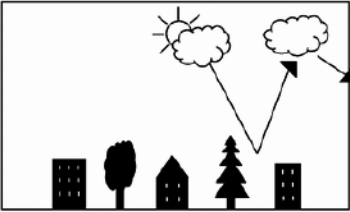
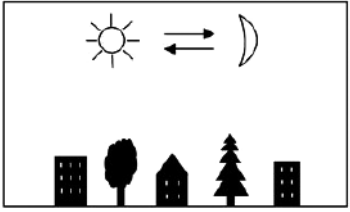
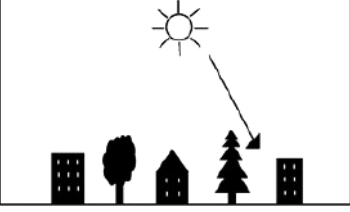
<sup>15</sup> Podobne opisy kształtu słońca znalazły przedstawione w badaniach Danuty Al-Khamisy, *Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolatków*, Warszawa 1996, s. 56).

wyjaśniło, że jest zrobione z *gorącej lawy*, a jedno stwierdziło, że jest *kulą ognia*. Dla większości dzieci Słońce ma kolor żółty, dla nielicznych jest koloru pomarańczowego i czerwonego.

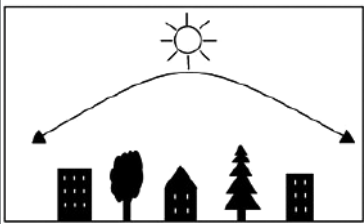
Poruszanie się Słońca na niebie było przedstawiane przez dzieci w różny sposób. Na podstawie dziecięcych wypowiedzi dało się wyróżnić sześć różnych opisów. Przedstawiam je wraz z komentarzami na schemacie 17.

1.		<p><b>Słońce jest umiejscowione w rogu rysunku jako ćwierć koła.</b> Ten model zaprezentowało jedno dziecko ze szkoły wiejskiej. W uzasadnieniu powiedziało, że <i>Słońce jest w rogu</i>, pomijając kwestię poruszania się Słońca na niebie.</p>
2.		<p><b>Słońce umiejscowione jest tylko w górnej części rysunku, a więc w górnej części nieboskłonu.</b> Porusza się jedynie wzdłuż górnej krawędzi kartki. Takie wyobrażenie było najczęściej opisywane wśród badanych, przedstawiało je 18 dzieci<sup>16</sup>. Maciek wyjaśniał to w następujący sposób: <i>Słońce jest przy górnej krawędzi</i> [powtórzył słowa badającego], <i>nie może być za drzewami, bo byłoby na ziemi, a musi być wysoko i nic go nie może zasłaniać</i>. Natomiast Kuba podał następujące wyjaśnienie: <i>Słońce nie może być nisko, bo będzie spalać drzewa</i>. Jego zdaniem Słońce rano jest po lewej (lub prawej) stronie kartki, w południe jest pośrodku górnej krawędzi, a wieczorem po prawej (lub lewej) stronie górnej krawędzi kartki.</p>
3.		<p><b>Słońce może być wszędzie, w każdym punkcie nieboskłonu.</b> Czworo dzieci (troje z przedszkola miejskiego i jeden uczeń szkoły wiejskiej) skonstruowało ruchomy obraz zawierający takie wyobrażenie ruchu Słońca. Dzieci te były przekonane, że Słońce może być dosłownie wszędzie, nawet na dole kartki. Gdy prosiłem o wyjaśnienia, dzieci te wskazywały różne miejsca na kartce papieru lub nawiązywały do miejsca wschodu i zachodu Słońca.</p>

<sup>16</sup> Dziesięcioro dzieci z przedszkola miejskiego, czworo z przedszkola wiejskiego, dwoje uczniów szkoły miejskiej i dwoje uczniów szkoły wiejskiej.

4.		<p><b>Słońce porusza się na niebie, wieczorem opada a w nocy unosi się i chowa w chmury.</b> Taki opis zachowania się Słońca był prezentowany przez dziesięcioro uczniów (sześćcioro uczniów szkoły miejskiej i czworo uczniów szkoły wiejskiej). Na przykład Maja na pytanie, gdzie jest Słońce, gdy zachodzi, najpierw przykryła sylwetkę Słońca kartonikiem z chmurą, potem zdjęła kartonik ze Słońcem z obrazka i schowała go pod niebieską kartkę z tłem nieba. W ten sposób dała do zrozumienia, że tak rozumie sytuację, gdy Słońca nie widać na niebie. Wiele dzieci stwierdzało, że w nocy nie ma Słońca. Na pytanie badającego, gdzie ono jest, odpowiadały: <i>Nigdzie</i>, lub dodawały: <i>Świeci w innym kraju</i><sup>17</sup>.</p>
5.		<p><b>Słońce zamiennie z Księżycem pojawia się na niebie.</b> Przykładem takiego rozumienia pozornego ruchu Słońca jest następujący dialog: na pytanie badającego: <i>Gdzie jest Słońce rankiem</i>, Piotr wskazał w prawy górny róg i powiedział: <i>Tu</i>. Na pytanie: <i>A gdzie Słońce w południe</i>, wskazał przeciwny róg (prawy górny) i powiedział: <i>Tu</i>. Gdy badający spytał: <i>Gdzie jest Słońce wieczorem</i>, chłopiec wyjaśnił: <i>za drzewami</i>; <i>A nocą?</i> – <i>Słońce chowa się za Księżycem</i>. Zdaniem niektórych dzieci Słońce jest widoczne na niebie w dzień, gdy zapada noc świeci Księżyc, a Słońce chowa się za nim.</p>
6.		<p><b>Słońce porusza się na niebie wzdłuż ukośnej linii przebiegającej od nieboskłonu do Ziemi.</b> Takie wyobrażenie ruchu Słońca przedstawiło dwoje uczniów szkoły wiejskiej. Pokazywali kierunek – zaznaczyłem go na rysunku linią ukośną – i wyjaśniali, że wieczorem Słońce tak się przesuwa i ...<i>znika</i>. Na pytanie: <i>Gdzie jest Słońce rano</i>, wyjaśniali, że Słońce jest na niebie i wskazywali górę kartki.</p>

<sup>17</sup> Takie rozumienie pozornego ruchu Słońca jest zaprzeczeniem tego, co wiadomo o Układzie Słonecznym. Zdaniem dzieci Słońce wyłania się bowiem zza chmur, od rana jest wysoko na niebie, a następnie w południe i wieczór wykonuje ruch ku horyzontowi, aby na noc – zamiast schować się za horyzontem – ponownie wznieść się i schować za chmury.

7.		<p><b>Słońce porusza się na nieboskłonie po łuku.</b> Tak ujmowało ruch Słońca sześcioro uczniów (czworo uczniów ze szkoły miejskiej i dwoje ze szkoły wiejskiej). Małgosia tak wyjaśniła: <i>Słońce świeci na naszą powierzchnię. Jak Ziemia odwróci się pupką [sic!] do Słońca, to mamy noc, a jeśli się odwróci do Słońca, to mamy dzień.</i> Natomiast Marcin tak wyjaśnił ruch Słońca: <i>Nie ma Słońca, bo planeta krąży, ale my tego nie czujemy. Tam, gdzie jest ogromne Słońce, to będzie rano, a tam, gdzie jest czarno, ciemno, to jest noc.</i> Wypowiedź ta wywodzi się z obserwacji.</p> <p>Dzieci z tej grupy w specyficzny sposób pokazywały na obrazkach umiejscowienie Słońca rano, w południe, pod wieczór i w nocy. Wskazywały palcem początek łuku jako miejsce położenia Słońca rano, środek łuku jako miejsce Słońca w południe, koniec łuku jako miejsce Słońca wieczorem. Następnie zdejmowały Słońce z kartki z ruchomego obrazka i wyjaśniały, że w nocy nie ma Słońca. Jedno z dzieci – Karolina – dodało, że <i>Słońce jest teraz (w nocy) z drugiej strony planety.</i></p>
----	---	---

SCHEMAT 17. Intuicje dotyczące ruchu Słońca na dziennym niebie

Kończąc prezentację ruchu Słońca na obrazie dziennego nieba, przedstawiam Maję układającą ruchomy obrazek wyjaśniający, że Słońce nocą chowa się za chmury (ten sposób wyjaśniania jest typowy dla schematu *Słońce porusza się na niebie, wieczorem opada a w nocy unosi się i chowa u chmury*).



ZDJĘCIE 1. Dziewczynka chowa obrazek-Słońce za chmurami, ilustrując położenie Słońca wieczorem



ZDJĘCIE 2. Dziewczynka chowa obrazek-Słońce za kartką papieru (*niebem*) lokalizując położenie Słońca w nocy

Dodam, że czynności chowania Słońca pod ruchomym obrazkiem nieba towarzyszyło wyjaśnienie dziewczynki, że w nocy Słońca nie widać.

W trakcie konstruowania dziennego nieba sporo dzieci posługiwało się kartonikami z chmurami wyjaśniając, że Słońce schowało się za chmury. Na to, że dzieci te przywiązywały do chmur sporo uwagi, wskazywał sposób ich przedstawiania na początku tego fragmentu badań. Rysowały chmury kłębiaste<sup>18</sup> i wyjaśniały, że chmury mają taki kształt<sup>19</sup>. Dodawały też, że są zrobione z *puchu, deszczu, pary wodnej* – podobne do *waty cukrowej i futra*<sup>20</sup>. Zosia wyjaśniła, że *Chmura jest z pary. Gdy gotujesz wodę w czajniku to wychodzi para*. Przedstawiam trzy ilustracje dziecięcych wyjaśnień dotyczących położenia chmur na niebie oraz kierunki, w jakich się poruszają (schemat 18).

Poglądy dwojga dzieci na chmury były zbliżone do naukowych: Kasia (uczennica) wyjaśniła, że *Chmury mogą być nisko bo są mgły*, a Michał (uczeń) stwierdził, że *Chmury poruszane są przez wiatr*.

Jak dzieci konstruowały ruchome obrazy nocnego nieba? Projektując obraz nocnego nieba, dzieci najczęściej wybierały kartkę – tło ruchomego obrazu w kolorze czarnym, czasami w kolorze żółtym lub ciemnoniebieskim<sup>21</sup>.



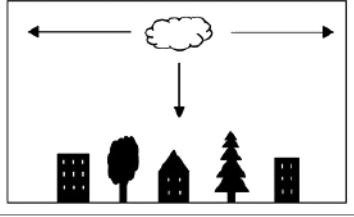
<sup>18</sup> Patrz: zdjęcie 2.

<sup>19</sup> Najczęściej kolorem kartki wybieranym do przedstawienia chmur był kolor niebieski (ciemny i jasny), rzadziej biały i czarny.

<sup>20</sup> Przykładem takich odpowiedzi jest: *Czarna chmura zrobiona jest z deszczu, wisi sobie tam; biała chmura jest zrobiona z puchu*.

<sup>21</sup> Te, które wybierały kolor ciemnoniebieski dla zaznaczenia nocy, odróżniały go od koloru dnia wybierając kolor jasnoniebieski. Odróżnianie nocy od dnia poprzez wybranie ciemniejszej kartki cechowało wszystkie badane dzieci.



1.		<p><b>Chmury są wysoko na niebie i nie poruszają się.</b> Maks (przedszkolak) uzasadnia to w następujący sposób: <i>Chmury nie mogą być nisko, bo wejdzie jakiś człowiek i może polecieć.</i></p>
2.		<p><b>Chmury są umieszczone wzdłuż górnej krawędzi kartki nieba w ciągu dnia, poruszają się wzdłuż górnej krawędzi kartki.</b> Dzieci, które tak lokowały chmury na niebie, rozróżniały które mogą i te, które nie mogą się poruszać. Paweł (uczeń) twierdził, że <i>Czarne chmury są w jednym miejscu, a białe się ruszają.</i> Inne rozróżnienie podała Karolina (przedszkolak): <i>Chmury poruszają się, tylko gdy jest burza, bo zastonią Słońce.</i> Janek wskazując ruch chmur wzdłuż górnej części kartki wyjaśnił, że <i>Ziemia się kręci w koło i to ona powoduje, że chmury tak się ruszają.</i></p>
3.		<p><b>Na dziennym niebie chmury mogą być wszędzie (na nieboskłonie), a unosząca się mgła tworzy chmury.</b> Niektóre dzieci pokazywały palcem różne miejsca położenia chmur na dziennym niebie wyjaśniając, że <i>Chmury poruszają się tam, gdzie chcą</i><sup>22</sup>.</p>

SCHEMAT 18. Dziecięce wyobrażenia ruchu chmur na dziennym niebie<sup>23</sup>

Wszystkie badane dzieci wymieniały **Księżyc** jako obiekt, który można zobaczyć na nocnym niebie, rysując go na żółtej kartce<sup>24</sup> w kształcie rogalu lub okręgu (posługując się słowem *rogalik* i *pączek*). Gdy badający zadał pytanie, czy *Księżyc może mieć inny kształt*, tylko niektóre dzieci stwierdziły – *Tak*. W tej sytuacji badający zwrócił się do dzieci, żeby wyjaśniły, dlaczego rysują Księżyc w kształcie koła i w postaci rogalu. Gabriel podał następujące wyjaśnienie: *Gdy Księżyc śpi, wtedy Słońce podświetla Księżyc,*


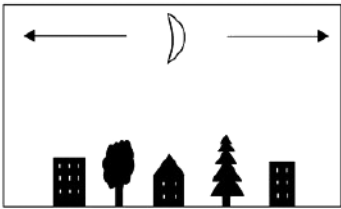
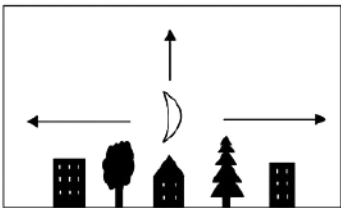
<sup>22</sup> Jest to wypowiedź cechująca myślenie animistyczne. Szczegółowo opisałem je w rozdziale 4.

<sup>23</sup> Nie uwzględniłem tu wypowiedzi tych dzieci, które nie wspomniały o chmurach podczas wywiadu.

<sup>24</sup> Tylko niektóre dzieci wybierały kolor biały, szaro-biały i jasnoniebieski, czarny i czerwony.

żeby było go widać (w słowach chłopca można dostrzec charakterystyczne dla dzieci myślenie animistyczne)<sup>25</sup>. Kacper odpowiedział: *Księżyc zawsze widać tylko jeden, nie wiem, gdzie jest wtedy ten drugi*. Paweł wyjaśniał to inaczej: *Okrągły [Księżyc] widać o północy, a rogalikowy wieczorem*. Natomiast Maks stwierdził: *Bo Księżyc rośnie i robi się kołowy, a potem maleje i robi się rogalikowy*. W ten sposób wyjaśnił na poziomie intuicji zjawisko faz Księżyca.

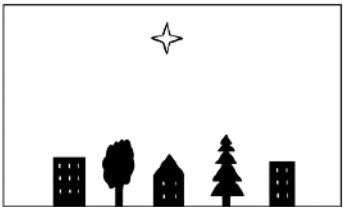

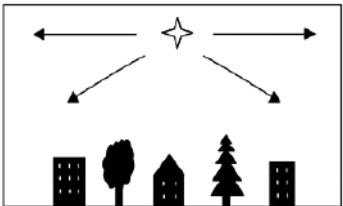
W przedstawianiu nocnego nieba istotne było umiejscowienie Księżyca oraz jego ruch. Po analizie ruchomych obrazków nocnego nieba i wypowiedzi dzieci wyodrębniłem trzy preferowane przez nie sposoby umiejscowienia Księżyca na nocnym niebie z uwzględnieniem jego ruchu. Przedstawiam je graficznie wraz z komentarzem na schemacie 19.

1.		<p><b>Księżyc przedstawiany jest jako obiekt stacjonarny.</b> Sporo dzieci twierdziło, że Księżyc nie porusza się, jest w jednym miejscu i lokalizowały go w lewym lub prawym rogu ruchomego obrazu nocnego nieba.</p>
2.		<p><b>Księżyc porusza się wzdłuż górnej krawędzi kartki przedstawiającej kres nieboskłonu.</b> Większość dzieci lokalizowała Księżyc blisko górnej krawędzi ruchomego obrazka. Gestem pokazywały ruch Księżyca od strony lewej do prawej i odwrotnie. Gdy badający spytał: <i>Czy Księżyc może być też niżej</i>, Monika stwierdziła: <i>Za drzewami nie... między domami nie... może być tylko u góry</i>. Zenek ułożył sylwetkę Księżyca nisko na nocnym niebie i wyjaśnił: <i>Może być nisko między drzewami, ale nie może być za domami, bo nie widać kawałka nawet kawałka Księżyca i nie może być schowany za domem</i>.</p>
3.		<p><b>Księżyc może znajdować się wysoko na nieboskłonie i nisko nad Ziemią.</b> Na taką lokalizację Księżyca na nocnym niebie wskazało pięcioro badanych dzieci. Nie potrafiły jednak wyjaśnić, jak porusza się Księżyc na nocnym niebie.</p>

SCHEMAT 19. Dziecięce wyobrażenia położenia i ruchu Księżyca na nocnym niebie

<sup>25</sup> Ten typ myślenia opisałem w rozdziale 4.

Na pytanie, czy na nocnym niebie można coś jeszcze zobaczyć, pięcioro dzieci nawet nie wspomniało o gwiazdach. Pozostałe wymieniały gwiazdy, wyjaśniając, że świecą na niebie. Dla ich przedstawienia wybierały kartkę w kolorze żółtym lub białym<sup>26</sup>. Na pytanie, z czego są zbudowane **gwiazdy**, dzieci przedszkolne wymieniały *ser, cegły i wiatr* (!). Dzieci uczęszczające do szkoły częściej wskazywały na *kulę ognia i lawę* tłumacząc, że gwiazdy mają wulkany. Rysując gwiazdy na kartce papieru, dzieci sugerowały się znanymi obrazkami, na których gwiazdy są przedstawione np. jako kilka kresek przecinających się w jednym punkcie, lub wieloramienna nieforemna figura. Analizując wypowiedzi dzieci, wyodrębniłem trzy sposoby przedstawiania położenia i ruchu gwiazd na nocnym niebie, opisuję je wraz z komentarzem w schemacie 20.

1.		<p><b>Gwiazdy nie poruszają się i są lokalizowane wyłącznie „u góry” kartki.</b> Tego typu wyjaśnienia podały wszystkie dzieci przedszkolne (25) i pięcioro uczniów (dwoje ze szkoły miejskiej i troje ze szkoły wiejskiej).</p>
2.		<p><b>Gwiazdy znajdują się wysoko i poruszają się.</b> Siedmioro (czworo uczniów szkoły miejskiej i troje uczniów wiejskiej szkoły) tak lokalizowało gwiazdy. W kwestii poruszania się gwiazd dzieci miały pewne wątpliwości, oto przykłady: Maks wyjaśnił: <i>Chyba się nie ruszają, ale można je zobaczyć w innym miejscu przy drugiej nocy.</i> Dwoje badanych dzieci wspomniało, że nocą można zobaczyć spadające gwiazdy, a Zosia wyjaśniła, że <i>ruszać mogą się tylko spadające gwiazdy.</i></p>
3.		<p><b>Gwiazdy poruszają się i mogą się znajdować w różnych miejscach nieboskłonu.</b> Wyobrażenie to zaprezentowało czworo uczniów (troje z wiejskiej szkoły i jeden uczeń szkoły miejskiej). Dzieci te wskazywały palcem różne miejsca jako lokalizację gwiazd na nieboskłonie.</p>

SCHEMAT 20. Dziecięce wyobrażenia położenia i ruchu gwiazd na nocnym niebie

<sup>26</sup> Pojedyncze dzieci rysowały gwiazdy na kartkach w kolorze czerwonym, jasnoniebieskim i ciemnoniebieskim.

Wśród badanych tylko jeden uczeń z klasy pierwszej wskazał na obecność chmur na nocnym niebie.

#### KRĄG TEMATYCZNY: KSZTAŁT ZIEMI I LOKALIZACJA LUDZI ŻYJĄCYCH NA ZIEMI INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ BADANYCH DZIECI

Po zbudowaniu dziennego i nocnego nieba proszono dzieci, aby opowiedziały o swoich wycieczkach, gdzie były najdalej i czy można iść jeszcze dalej. Inspiracją było ustalenie, czy dzieci zdają sobie sprawę z kulistości Ziemi. Badający pytał kolejno dzieci, gdzie były na wakacjach. Gdy podały miejsce, dopytywał: *Co by się stało gdybyś szedł przez wiele dni w jednym kierunku. Gdzie byś wtedy doszedł?* Jeśli któreś dziecko stwierdzało, że przeszkodą w wędrowaniu jest np. morze, wówczas badający stwierdzał: *Mógłbyś przecież wsiąść na pokład statku lub samolotu i kontynuować podróż w jednym kierunku.* Wypowiedzi dzieci notowano, a po ich analizie wyłoniono dwa sposoby rozumowania.

Wypowiedzi dzieci sugerujące **istnienie granicy na Ziemi**. Wynika z nich, że owa granica niekoniecznie była czymś fizycznym (np. krawędzią nad urwiskiem), ale pewną barierą myślową. Ilustruje to wypowiedź Kuby: *Już dalej się nie da [wędrować]. Bo tam jest inny kraj, nie da się przez niego przejść, bo inaczej [ludzie] mówią.* Dla niektórych dzieci barierą był *ciemny las* lub *wielka woda*. Były przekonane o niemożliwości jej pokonania, chociaż badający sugerował, że można wejścia do łodzi czy samolotu. Prawie połowa badanych dzieci<sup>27</sup> odwoływała się do kulistego kształtu Ziemi wyjaśniając, że są takie miejsca na Ziemi, z których można spaść.

Drugi rodzaj sformułowały dzieci, które były przekonane o kulistości Ziemi i wyjaśniały, że **można wędrować wszędzie na Ziemi**. Wśród nich było 11 przedszkolaków (troje z przedszkola wiejskiego i siedmioro z przedszkola miejskiego) oraz 16 uczniów klasy pierwszej (dziewięcioro ze szkoły miejskiej i siedmioro ze szkoły wiejskiej). Sposób ich rozumowania ilustrują odpowiedzi Mikołaja na pytania prowadzącego badanie. Badający pyta: *Dokąd dojdiesz?* – *Do wody; A jak wejdiesz do łódki?* – *To do lądu; A dalej?* – *Już dalej nie można; Dlaczego nie można?* – *Bo zrobi się kółko.*

<sup>27</sup> Taki pogląd przejawiało aż 22 badanych dzieci. Było wśród nich pięcioro dzieci z przedszkola miejskiego i dziewięcioro dzieci z przedszkola wiejskiego, troje uczniów szkoły miejskiej i pięcioro dzieci ze szkoły wiejskiej.

Po takich wyjaśnieniach dawałem każdemu badanemu dziecku zrolowaną grudkę<sup>28</sup> zielono-niebiesko-białej plasteliny, prosząc o uformowanie kształtu Ziemi, na której mieszkają wszyscy ludzie. Dzieci przedstawiały kształt Ziemi na trzy sposoby. Formowały:

- kulisty kształt Ziemi (35 dzieci tak przedstawiało Ziemię);
- płaski dysk (przedstawiało 12 dzieci);
- w kształcie mocno spłaszczonego prostopadłościanu (dla dwojga dzieci Ziemia ma taki kształt).

Następnie podawałem dziecku zabawkę – ludzika lego – z poleceniem, aby umieścił go na kształcie Ziemi uformowanej z plasteliny. Gdy dziecko wykonało polecenie, podawałem mu sześć innych ludzików lego, z takim samym poleceniem<sup>29</sup>. Na fotografii 3 przedstawiam, jak troje dzieci poradziło sobie z wykonaniem tego polecenia<sup>30</sup>.



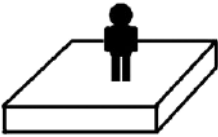

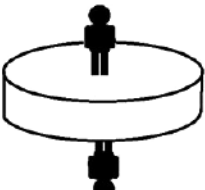
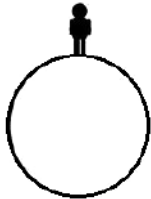
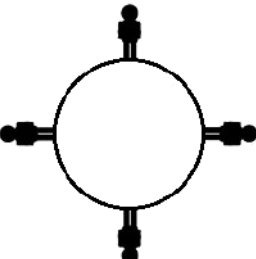
ZDJĘCIE 3. Ziemia z perspektywy horyzontalnej

Analizując wytwory dzieci, wyodrębniłem pięć sposobów lokalizacji ludzi na Ziemi. Przedstawiam je na schemacie 21. Dziecięce sposoby lokowania ludzi ująłem graficznie. Obok przedstawiam wyjaśnienia dotyczące liczby dzieci oraz ich słowne wyjaśnienia. Każdy sposób przedstawia graficzny odpowiednik sposobu lokowania ludzi na Ziemi wraz z wyjaśnieniami.

<sup>28</sup> Wybór zrolowanej grudki plasteliny wydawał się neutralny, nie występował bowiem w żadnym znanym mi badaniu. Wybrano go, aby uniknąć sytuacji, w której grudka plasteliny mogłaby sugerować właściwy kształt planety.

<sup>29</sup> Uznałem bowiem, że w takiej lokalizacji ludzi na plastelinowej Ziemi dzieci biorą pod uwagę relację pomiędzy pierwszym ludzikiem i następnymi.

<sup>30</sup> Z plasteliny ulepiły płaski pasek (linię), na której ustawiały ludziki. Ludziki były kładzione na stole (leżały), jednak zgodnie z układem plasteliny wyglądały tak, jakby stały na ziemi. Tego typu modele wstępne zaprezentowało troje dzieci.

1.		<p><b>Ludzie żyją na powierzchni Ziemi – mocno spłaszczonego prostopadłościanu.</b> Dwoje dzieci w wieku przedszkolnym (jedno z przedszkola wiejskiego, drugie z przedszkola miejskiego) tak przedstawiło kształt Ziemi i ulokowało na nim ludzi.</p>
2.		<p><b>Ludzie żyją na górnej powierzchni Ziemi przedstawionej w formie spłaszczonego dysku<sup>31</sup>.</b> Takim wyobrażeniem kształtu Ziemi i lokalizacji na niej ludzie dysponowało 11 dzieci (czworo przedszkolaków oraz siedmioro uczniów). Na pytanie badającego czy ludzie mogą żyć po drugiej stronie dysku, dzieci żywo zaprzeczały tłumacząc, że ludzie stamtąd spadną.</p>
3.		<p><b>Ludzie mieszkają na górnej i dolnej płaszczyźnie Ziemi przedstawionej w formie spłaszczonego dysku.</b> Model ten wskazało jedno dziecko z przedszkola miejskiego<sup>32</sup>. Zapytane, czy ludzie mieszkający na dolnej stronie dysku nie spadną, dziecko odpowiedziało: <i>Z Ziemi nie można spaść.</i></p>
4.		<p><b>Ludzie żyją tylko u góry kulistej Ziemi.</b> Ziemię – w kształcie kuli (<i>piłki</i>) przedstawiło dziewięcioro dzieci. Wszystkie ulokowały ludzi w jej górnej części. Gdy badający wskazywał dolną część kuli i pytał, czy ludzie mogą żyć na dole, odpowiadały zdecydowanie: <i>Nie.</i></p>
5.		<p><b>Ludzie żyją z każdej strony kulistej Ziemi.</b> Ten sposób ujmowania kształtu Ziemi i lokowania na niej ludzi jest już zbliżony do naukowego. Dysponowało nim najwięcej badanych dzieci (26 z 49 badanych), z tego 16 dzieci mieszkało w mieście a dziesięcioro na wsi. Dzieci te także były pewne, że z Ziemi nie można spaść. Niektóre starsze dzieci wyjaśniały, że <i>Ludzie nie spadają, bo je Ziemia przyciąga.</i> Czworo trafnie użyło słowa <i>gravitacja</i>, ale nie potrafiło wyjaśnić, co to jest.</p>

SCHEMAT 21. Dziecięce sposoby lokalizacji ludzi na Ziemi

<sup>31</sup> Dzieci te porównywały kształt Ziemi z *monetą*, pokazując jej dolną i górną stronę, lokując ludzi tylko na górnej płaszczyźnie.

<sup>32</sup> Podobne wyjaśnienia dzieci ustalił J. Piaget (*Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt., s. 216–219) oraz S. Vosniadou i W. Brewer (*Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183). Vosniadou i Brewer tego typu wyjaśnienia usłyszeli od jednego dziecka i uznali je za niespójne. Z tego też powodu nie uwzględnili go do opisywanych modeli. Szkoda, bo moim zdaniem jest to stadium pośrednie między przedstawieniem kształtu Ziemi w formie dysku a kuli.



Na koniec tej typologii chciałbym przedstawić fotografię pokazującą ulepiankę (zdjęcia 4 i 5).



ZDJĘCIA 4 i 5. Prace dwojga dzieci jedno z nich przedstawiało (zdjęcie 3) Słońce i Ziemię w formie płaskich dysków, a Księżyc w formie spłaszczonego rogala. Na zdjęciu 4 jest przedstawiona Ziemia, Księżyc i Słońce w formie kulistych kształtów

### **Krąg tematyczny: *Budowa Układu Słonecznego i zjawisko dnia i nocy*** **Intuicje i zarysy pojęć badanych dzieci**

Po uformowaniu kształtu Ziemi z plasteliny proszono dzieci o uformowanie – także z plasteliny – kształtu Księżycy i Słońca. Formując kształt Księżycy, dzieci używały plasteliny w kolorze szaro-czarnym, a Słońca – plasteliny żółto-pomarańczowo-czerwonej<sup>33</sup>. Gdy wykonały to polecenie, mogły zmienić także kształt Ziemi, ale żadne dziecko z tego nie skorzystało.

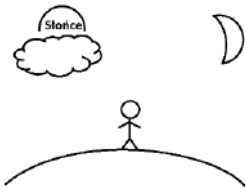
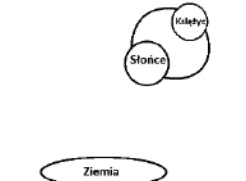
<sup>33</sup> Podobnie jak w przypadku grudki ziemi, różne kolory użyte do stworzenia modelu księżycy i słońca wymieszały się do tego stopnia, że przybrały ostatecznie jednolitą barwę: czerwoną dla słońca i ciemnoszarą dla Księżycy.

Przedstawiając kształt Słońca, sporo dzieci nawiązywało do sposobu, w jaki Słońce jest przedstawiane na obrazkach. Formowały płaski dysk, doklejając do niego „promienie” z wężyków plasteliny. Oliwia (przedszkolak) biorąc do ręki plastelinę stwierdziła wręcz, że nie może z niej zrobić Słońca, bo nie ma „patyczków” do zbudowania słonecznych promieni. Dzieci te były przekonane, że owe promienie są cechą istotną kształtu Słońca. Sporo dzieci nadawało plastelinie kształt kuli (bez promyków), mówiąc: to jest Słońce.

Jeżeli chodzi o kształt Księżycy, większość dzieci – szczególnie przedszkolnych – lepiła go z plasteliny w formie spłaszczonego rogala. Zdecydowanie mniej dzieci nadawało plastelinie kształt kuli objaśniając, że tak właśnie wygląda Księżyc.

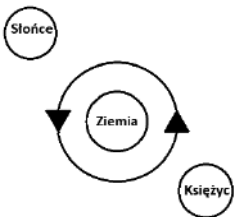
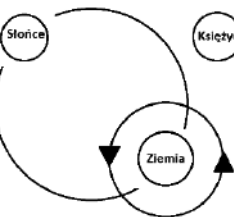
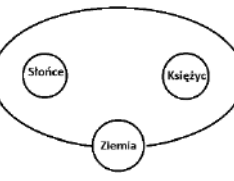
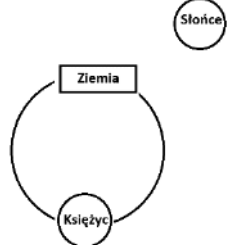
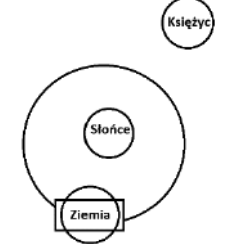
Na zdjęciu 4 przedstawiam przykłady Słońca, Księżycy i Ziemi w formie płaskich kształtów ulepionych przez dzieci. Na ulepionym kształcie Ziemi dzieci ulokowały ludzika. Na zdjęciu 5 znajdują się przykłady ulepionych z plastelinach kulistych kształtów Słońca, Księżycy i Ziemi. Na plastelinowej kuli-Ziemi dziecko umieściło ludzika. Są to ulepianki wykonane przez dzieci wiejskie.

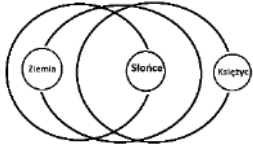
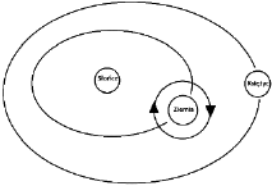
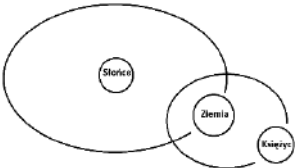
Zgodnie z procedurą stosowaną w metodzie IZPA badający prosił dzieci aby posługując się ulepionymi przez siebie obiektami astronomicznymi (Ziemia, Księżyc i Słońce) wyjaśniły, jak powstaje dzień i noc. Notowano wypowiedzi dziecięce, a efekty manipulowania plastelinowymi kształtami Ziemi, Słońca i Księżycy rejestrowano na fotografiach. Po przeanalizowaniu wyników badań ustaliłem 16 różnych wyjaśnień zjawiska dnia i nocy<sup>34</sup>. Przedstawię je, poczynając od najprostszych, do bardziej złożonych (schemat 22).

1.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku zasłonięcia przez chmurę Słońca i Księżycy.</b> Wyjaśniając zjawisko powstawania nocy, dzieci zgniatały plastelinę tworząc płaski dysk i mówiły, że wielka ciemna chmura zasłania Słońce i odsłania Księżyc. Ten opis przypomina zjawisko obserwowane na dziennym niebie.</p>
2.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku krążenia wokół siebie Słońca i Księżycy.</b> Dzieci wyjaśniały: gdy bliżej (płaskiej) Ziemi jest Słońce, wtedy panuje dzień, a gdy bliżej jest Księżyc na Ziemi panuje noc. Tak się dzieje, bo Księżyc i Słońce krążą wokół siebie.</p>

<sup>34</sup> Większość przedstawionych sposobów było powielanych przez co najmniej 2 osoby.

3.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku naprzemiennego pojawienia się Słońca i Księżycy na nieboskłonie.</b> Z wyjaśnień dzieci wynikało, że Ziemia jest płaska (lub kulista), nie porusza się. Słońce i Księżyc unoszą się nad nią: <i>W dzień widać Słońce, Księżycy nie ma. W nocy widać Księżyc, a Słońca nie ma.</i></p>
4.		<p><b>Zjawisko dnia i nocy jest efektem naprzemiennego zbliżenia się do Ziemi Słońca i Księżycy.</b> Niektóre dzieci uważały, że Ziemia jest nieruchoma, a Księżyc i Słońce są ruchome. Jedne uważały, że naprzemiennie przybliżanie i oddalanie odbywa się po przeciwległych stronach nieruchomej Ziemi. Inne były przekonane, że Słońce i Księżyc znajdują się nad Ziemią. Powstawanie dnia i nocy dzieci wyjaśniały przysunięciem się Słońca bliżej Ziemi (<i>wówczas na Ziemi jest dzień</i>) lub Księżycy (<i>wtedy na Ziemi jest noc</i>). Dzieci prezentujące ten sposób wyjaśnień uważały, że pora dnia jest taka sama na całej Ziemi.</p>
5.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku obiegu Słońca i Księżycy wokół nieruchomej Ziemi.</b> Zdaniem niektórych dzieci dzień jest, gdy Słońce i Księżyc krążą wokół Ziemi po tej samej orbicie. Jeżeli po jednej stronie Ziemi jest Słońce, to tam jest dzień, a po drugiej stronie Ziemi jest noc, i na odwrót.</p>
6.		<p><b>Dzień i noc powstają jako efekt przybliżania się i oddalania Słońca do Ziemi.</b> Według niektórych dzieci Ziemia jest nieruchoma, a wokół niej krążą po odmiennych orbitach Księżyc i Słońce. Jeżeli bliżej Ziemi jest Słońce, to jest dzień. Jeżeli Księżyc – jest noc.</p>
7.		<p><b>Dzień powstaje w wyniku oświetlenia przez Słońce powierzchni Ziemi.</b> Słońce krąży wokół nieruchomej Ziemi. Zdaniem dzieci Ziemia i Księżyc są nieruchome, oddalone od siebie. Dzień pojawia się na tej części Ziemi, która jest oświetlona przez krążące wokół niej Słońce. Na pozostałej części Ziemi panuje wówczas noc.</p>
8.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku oddalania się Księżycy od Ziemi.</b> Słońce i Ziemia są nieruchome, a Księżyc porusza się dookoła Ziemi. Dzień powstaje na tej części powierzchni Ziemi, od której oddala się Księżyc.</p>

9.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi.</b> Dla niektórych dzieci Słońce i Księżyc są nieruchome, a dzień powstaje na tej części Ziemi, która zwrócona jest do Słońca. W tym samym czasie, po drugiej stronie planety, która skierowana jest do Księżycy, panuje noc.</p>
10.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku oddalania się Ziemi od Księżycy.</b> Dzieci uważały, że Księżyc jest nieruchomy, a Ziemia krąży wokół własnej osi. Dodatkowo Ziemia krąży ze Słońcem po tej samej orbicie. Dzieci te uważały, że powstawanie dnia i nocy jest efektem oddalania się Ziemi od Księżycy.</p>
11.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku okrążania przez Ziemię nieruchomego Słońca i Księżycy.</b> Przykładem takiego następstwa dnia i nocy są wyjaśnienia Dominika – Ziemia krąży wokół Słońca i Księżycy, które są nieruchome. Jeśli Ziemia przybliży się do Słońca i oddala od Księżycy, wówczas na Ziemi powstaje dzień, jeśli Ziemia przybliży się do Księżycy (oddalając od Słońca), powstaje noc.</p>
12.		<p><b>Dzień i noc powstają jako efekt przybliżania i oddalania się Ziemi od Słońca.</b> Dzieci te uważały, że Słońce jest nieruchome, a Ziemia (płaska) i Księżyc poruszają się na tej samej orbicie (ale nie wokół Słońca). Dzień powstaje w efekcie zbliżenia się Ziemi do Słońca.</p>
13.		<p><b>Dzień i noc powstają podczas oddalania się Ziemi od nieruchomego Księżycy.</b> Oto trzy przykłady takich wyjaśnień: Gabriel i Paweł byli przekonani, że Ziemia (płaska lub okrągła) porusza się wokół Słońca, a Księżyc jest nieruchomy. Kiedy Ziemia oddala się od Słońca, zaczyna się noc. 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 (powstaje noc).</p>

14.		<p><b>Dzień i noc powstają jako efekt przybliżania się Ziemi do Słońca.</b> W tym sposobie wyjaśnienia dzieci tłumaczą, że wszystkie obiekty są ruchome i krążą ruchem obiegowym. Ziemia i Księżyc obiegają Słońce, a Słońce dodatkowo obiega Ziemię. Dzień powstaje w wyniku zbliżenia się Ziemi do Słońca, a noc gdy Ziemia się oddala.</p>
15.		<p><b>Dzień i noc powstają jako efekt ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi wokół Słońca oraz oddalania się od Księżyca.</b> Dwoje dzieci (z przedszkola miejskiego) stwierdziło, że Ziemia krążąc wokół własnej osi, obiega (po orbicie) Słońce. Księżyc krąży wokół Słońca po odrębnej orbicie. Dzień jest efektem zbliżenia się Ziemi do Słońca, a noc gdy się od niego oddala.</p>
16.		<p><b>Dzień i noc powstają w wyniku ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi.</b> Ziemia wykonuje dodatkowo ruch wokół Słońca, a Księżyc krąży wokół Ziemi. Wśród badanych dzieci tylko dwoje (jedno dziecko z przedszkola miejskiego, drugie ze szkoły miejskiej) przedstawiło ten (zbliżony do naukowego) obraz Układu Słonecznego. Natomiast powstawanie dnia i nocy wyjaśniały krążeniem Ziemi wokół Słońca. Zosia (przedszkolak) ujęła to tak: <i>Jeśli chce się mieć tu (gest) dzień, to ta strona Ziemi musi być obrócona do Słońca.</i></p>

SCHEMAT 22. Dziecięce sposoby wyjaśniania zjawiska dnia i nocy

Opisy 16 sposobów dziecięcych wyjaśnień (na 49 badanych dzieci) zdają się wyczerpywać dostępne kombinacje relacji Ziemia–Słońce–Księżyc. Wśród nich są wyjaśnienia zbliżone dla modeli geocentrycznych i heliocentrycznych.

Analizując otrzymane przez dzieci wyjaśnienia ustaliłem, że konstruując je, dzieci posługiwały się dwiema regułami umysłowymi: regułą wynikania i regułą przeciwstawiania. Pierwszą z nich – **regułą wynikania** – posługiwały się dzieci tłumacząc, że Słońce odpowiedzialne jest za powstawanie dnia, a Księżyc za powstawanie nocy. Regułą wynikania widać było w tych wyjaśnieniach, w których tłumaczyły, że noc jest tam, gdzie jest Księżyc, a dzień tam, gdzie jest Słońce. Gdy pokazywały to na plastelinowej Ziemi wówczas tłumaczyły, że dzień jest tam, gdzie nad powierzchnią płaskiego dysku świeci Słońce. Jeśli plastelina miała kształt kuli – wówczas pora dnia dotyczyła całej planety w jednakowy sposób, albo tylko jej

fragmentu. Respektowanie tej reguły widać było w sposobach wyjaśnień 1–13 opisanych na schemacie 22.

**Reguła przeciwstawiania** widoczna jest w sposobie wyjaśnienia, że Księżyc i Słońce nie występują obok siebie. Dzieci konstruując relację Ziemia–Słońce–Księżyc tak manipulowały plastelinowymi obiektami, aby Księżyc znajdował się w opozycji do Słońca. Regułę przeciwstawiania widać było tam, gdzie dzieci tłumaczyły naprzemienne pojawianie się obu obiektów. Gdy dzieci wyjaśniały powstawanie dnia na Ziemi, wówczas grudkę plasteliny-Słońca unosiły nad Ziemię, i jednocześnie uformowany z plasteliny Księżyc odsuwały daleko od Ziemi. Przykładem takich wyjaśnień są rysunki oznaczone liczbami 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10–15 opisanymi na schemacie 22.

Odstępowanie od reguły wynikania i przeciwstawiania wydaje się być warunkiem koniecznym do zbudowania naukowego wyobrażenia zjawiska dnia i nocy. Z analizy wyjaśnień badanych dzieci wynika, że żadne z nich z tym się jeszcze nie uporało. Najbliżej naukowego wyjaśnienia zjawiska dnia i nocy była Zosia (przedszkolak) i Kacper (uczeń klasy pierwszej) na 49 badanych dzieci w tych grupach wiekowych.

## 6.2 JAK BADANE DZIECI INTERPRETOWAŁY OBIEKTY I ZJAWISKA ASTRONOMICZNE PRZEDSTAWIANE NA FOTOGRAFIACH W PRASIE, W RELACJACH TELEWIZYJNYCH

W poprzednim podrozdziale omówiłem wyniki badań dotyczące dziecięcej wiedzy na temat dziennego i nocnego nieba, kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy. Planując badania uznałem, że dopełnieniem tej wiedzy mogą być wypowiedzi dzieci inspirowane oglądaniem zdjęciami przedstawiającymi obiekty i zjawiska astronomiczne, a także wtwory techniczne o tematyce kosmicznej.

Przedstawię tu wyniki uzyskane w tym fragmencie procedury badawczej<sup>35</sup>. Przypominam, że w badaniach uczestniczyło 49 dzieci i były to te same dzieci, których intuicje i zarysy pojęć omówiłem w poprzednim podrozdziale.

<sup>35</sup> Cel i zadanie i stosowane metody tego fragmentu badań omówiłem w rozdziale 5, opisując projekt badawczy *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*.



Krótką informacją o stosowanej procedurze badawczej. Ponieważ szczegółowe informacje są zawarte w załączniku nr 2, poprzestaną na przypomnieniu przebiegu badań:

- przed pokazaniem dziecku serii zdjęć badający wyjaśniał: *Pokażę ci kilka zdjęć. Przyglądaj się każdemu uważnie. Powiedz mi, co to zdjęcie przedstawia?* Dziecko mogło oglądać zdjęcie tak długo, jak chciało. Badający przypominał: *Powiedz, co jest na zdjęciu?*;
- jeżeli odpowiedź dziecka była niepełna, badający dopytywał o szczegóły;
- wypowiedź dziecka była rejestrowana na dyktafonie, spisywana i analizowana.

Wyniki tej analizy przedstawiam w dalszej części, obok każdego zdjęcia oglądanego przez dziecko. Na tej podstawie ustalałem, które dzieci rozpoznają obiekty przedstawione na fotografiach i co o nich wiedzą.

Zdjęcie Księżyca w pełni i dwa zdjęcia w pierwszej kwadrze. Każde badane dziecko oglądało: Księżyc w pełni, w pierwszej kwadrze (zdjęcia 6, 7, 8).



ZDJĘCIE 6. Księżyc w pełni<sup>36</sup>



ZDJĘCIE 7. Księżyc w pierwszej kwadrze<sup>37</sup>



ZDJĘCIE 8. Księżyc w pierwszej kwadrze<sup>38</sup>

Na pytanie: *Co jest przedstawione na tych zdjęciach?*: a) większość dzieci odpowiadała, że jest to Księżyc, który widać na niebie; b) nieliczne dzieci twierdziły, że na zdjęciach są różne księżyce; c) pojedyncze dzieci

<sup>36</sup> Zdjęcie pochodzi z archiwum Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA); <https://www.nasa.gov/apollo11-gallery>

<sup>37</sup> Zdjęcie pochodzi z archiwum Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA); <https://svs.gsfc.nasa.gov/4118>

<sup>38</sup> Zdjęcie pochodzi z: tamże.

twierdziły, że może to być *Ziemia*, *Mars* lub *Słońce*; d) pojedyncze dzieci wskazując kolejne fotografie, opowiadały, co się zdarzyło Księżycom, podając wyjaśnienie artycjalistyczne i animistyczne. Każde dziecko było pytane, dlaczego tak uważa. Dzieci:

- z pierwszej grupy wyjaśniały: *Widziałem w telewizji*;
- z drugiej grupy pokazywały pierwszą fotografię i stwierdzały: *To jeden Księżyc*, wskazując drugą i trzecią fotografię: *To inne Księżyce. Są zastonięte chmurami*;
- z trzeciej grupy stwierdzały, że takie fotografie widziały w telewizji i słyszały, że tak wygląda z daleka *Mars*, *Słońce* i *Ziemia*;
- z czwartej grupy tak uzasadniły swoją wypowiedź: *Bo jest jego wyjątkowy dzień – miał urodziny... Tak jakby został zjedzony... Może zjadł go gumimis... To [kształt Księżyca] zależy od jakiegoś Boga*<sup>39</sup>.

Dzieci, które rozpoznały, że na prezentowanych zdjęciach jest jeden Księżyc (była ich zdecydowana większość), proszono o wyjaśnienie *Dlaczego na każdym z tych zdjęć Księżyc wygląda inaczej?* Odpowiadały tak: *To jest pół Księżyca, a to jest cały Księżyc; to jest pół tego, bo to będzie się pojawiać; bo części nie widać, ale ona tam jest.*

Wśród wypowiedzi dało się zauważyć wyraźną różnicę między odpowiedziami dzieci przedszkolnych i szkolnych. Młodsze dzieci po ustaleniu, że zdjęcia przedstawiają różne Księżyce, często przywoływały bajkowe skojarzenia typu np. *zjadł go gumimis*. Większość uczniów z klasy pierwszej rozpoznawała na trzech fotografiach ten sam Księżyc. Niektórzy uczniowie ze szkoły wiejskiej uznali, że są to inne Księżyce.

Zdjęcie Księżyca na dziennym niebie. Badający pokazywał zdjęcie, na którym widać Księżyc na jasnym niebie, i mówił: *Popatrz, znalazłem też takie zdjęcie. Co ono przedstawia?* Jeżeli dziecko stwierdziło, że jest to Księżyc, badający pytał: *Jest jasne niebo i widać Księżyc, dlaczego tak się dzieje? Dlaczego widać Księżyc w ciągu dnia?*

Większość uczniów z klasy pierwszej stwierdzała: *To Księżyc... A to są chmury.* Sporadycznie twierdzili, że na fotografii przedstawione jest *Słońce*, *inna planeta* lub *ogień*. Gdy zadano dzieciom dodatkowe pytanie – czy

<sup>39</sup> Wypowiedzi te dowodzą, że w konstruowanych wyjaśnieniach dzieci odwołują się do codziennych obserwacji (np. chmur), animizmu (np. urodzin) i artycjalizmu (np. Boga). Ta różnorodność dziecięcych wypowiedzi zgodna jest z wynikami badań D. Al-Khamisy (*Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolletnich*, dz. cyt.) oraz L. Kelemena (*Rozumienie pojęć przez uczniów szkoły podstawowej*, dz. cyt., s. 227–242).

można zobaczyć Księżyc na dziennym niebie – wówczas zdania dzieci były już podzielone w zależności od tego, czy mieszkali w mieście, czy na wsi:

- większość uczniów mieszkających w mieście uważała, że można zobaczyć Księżyc na dziennym niebie, ale z pewnymi ograniczeniami, cytując: *Bo jak jest Słońce, to wszystko musi zniknąć; Można zobaczyć, kiedy wstaje słońce, jak jest wcześniej; Można zobaczyć tylko ten jasny [Księżyc].* Ograniczenia te są spowodowane jasnymi promieniami słonecznymi przysłaniającymi słabe światło Księżyca;
- uczniowie mieszkający na wsi twierdzili, że nie można zobaczyć Księżyca na dziennym niebie, mimo że wcześniej rozpoznali na fotografii Księżyc na dziennym niebie.

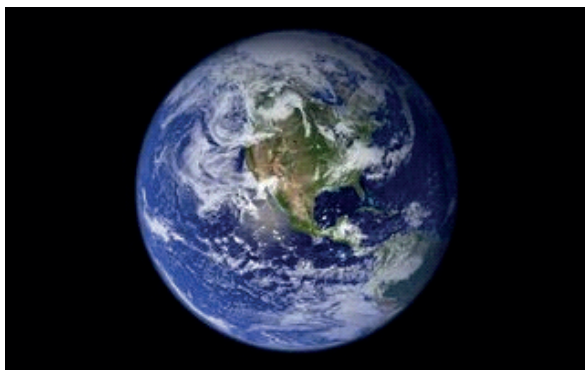


ZDJĘCIE 9. Księżyc na dziennym niebie<sup>40</sup>

Różnicę w poglądach pierwszoklasistów można wyjaśnić tak: jeśli omawiane zjawisko jest zbyt rzadko (lub nie jest wcale) obserwowalne bezpośrednio (jak Księżyc na dziennym niebie), budzi niepokój poznawczy dziecka. Wówczas szuka ono w pamięci doświadczeń zgromadzonych w podobnych sytuacjach – w omawianym przypadku wynikają one z oglądania Księżyca w nocy. Gdyby dzieci te mogły w sytuacji zaniepokojenia spytać dorosłych, dlaczego Księżyc widać też w ciągu dnia, zapewne rozsądne wyjaśnienia włączyłyby do swojej wiedzy o świecie. Widocznie dzieci wiejskie miały zbyt mało okazji do rozmawiania o fenomenie obserwowania Księżyca na dziennym niebie.

Zdjęcie Ziemi widzianej z kosmosu. Po zaprezentowaniu dzieciom zdjęcia 10 zadano im pytania: *Co przedstawia zdjęcie?... Co to jest to białe na zdjęciu?... Co to jest to zielone..., a niebieskie.... Co to jest to ciemne dookoła?.*

<sup>40</sup> Zdjęcie pochodzi z Wikipedii; [https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Moon\\_over\\_cumus.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Moon_over_cumus.jpg)

ZDJĘCIE 10. Ziemia widziana na tle kosmosu<sup>41</sup>

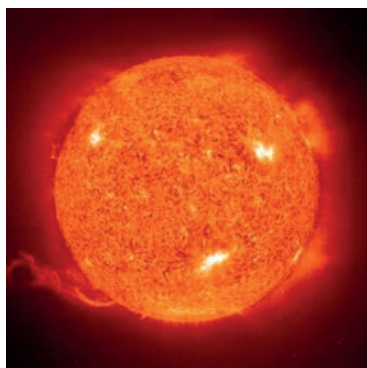
Wszystkie badane dzieci bezbłędnie rozpoznały Ziemię na tle kosmosu, nazywając ją: *planetą, planetą-Ziemią, Ziemią widzianą z kosmosu, Naszą Ziemią*. Natomiast kolory na zdjęciu interpretowały tak:

- **kolor czarny:** a) dzieci przedszkolne wzruszały ramionami na znak, że nie wiedzą; b) większość pierwszoklasistów mieszkających w mieście stwierdzała, że jest to kosmos. Tylko niektórzy z nich stwierdzali, że jest to *noc, niebo* lub *przestrzeń*; c) większość uczniów mieszkających na wsi stwierdziła, że jest to *noc*, a tylko dwóch, że jest to *kosmos*;
- **kolor niebieski:** a) wszystkie dzieci twierdziły, że reprezentuje on *wodę, rzeki, morze i oceany*; b) pojedyncze dzieci wyjaśniały, że jest to *niebo*;
- **kolor zielony:** a) większość dzieci rozpoznawała, że oznacza się nim *trawę, ziemię i łądy*;
- **kolor pomarańczowy/brazowy:** wszystkie dzieci rozpoznawany jako oznaczenie *piasku, ziemi, gór i pustyni*;
- **kolor biały** sprawiał dzieciom przedszkolnym i szkolnym najwięcej kłopotów. Gdyż: a) kojarzył się dzieciom ze *śniegiem, zimnymi krajami i Antarktydą*; b) nieliczne dzieci kojarzyły go z *chmurami*. Prawdopodobnie dzieci, które łączyły kolor biały ze śniegiem, nie wiedzą jeszcze, że Ziemia jest otoczona atmosferą.

Zdjęcie Słońca widziane w ultrafioletcie. Prezentując to zdjęcie (11), badający zwracał się do dzieci: *Popatrz na to zdjęcie. Co to jest? ...* Jeżeli dziecko

<sup>41</sup> Zdjęcie to zostało nazwane *The blue marble* (niebieski marmur), pochodzi z archiwum Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA), z programu Earth Observatory [https://earthobservatory.nasa.gov/features/BlueMarble/BlueMarble\\_2002.php](https://earthobservatory.nasa.gov/features/BlueMarble/BlueMarble_2002.php) [dostęp: 8.01.2018].

odpowiadało, że jest to Słońce, badający pytał: *Czy możesz mi powiedzieć, z czego jest ono zrobione? Czym są te języki na krawędzi Słońca?*



ZDJĘCIE 11. Słońce widziane w ultrafiolecie<sup>42</sup>

Z wypowiedzi badanych dzieci wynika, że: a) większość przedszkolaków twierdziła, że fotografia przedstawia Słońce, *ogniową planetę*. Wskazywały języki ognia i mówiły: *To jest ogień...*, *Tam się pali...*, *Jest ciepło...*, *Są promienie*; b) także większość pierwszoklasistów nie miała wątpliwości, twierdząc: *To jest Słońce*. Niektórzy z nich używali określenia *planeta* np. *Mars*. Ci, którzy rozpoznali na zdjęciu Słońce, pokazywali fragmenty fotografii: *To są promienie i ogień*<sup>43</sup>.

Znaczące jest to, że żadne z badanych dzieci nie nazwało Słońca gwiazdą<sup>44</sup>. Nie łączyły gwiazd świecących nocą ze Słońcem. Powodem jest prawdopodobnie to, że gwiazdy widziały jako świecące punkty na nocnym niebie, a Słońce kojarzyły z dziennym niebem i ciepłem promieni słonecznych.

<sup>42</sup> Zdjęcie pochodzi z archiwum Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA); <https://spaceplace.nasa.gov/gallery-sun/en/> [dostęp: 8.01.2018].

<sup>43</sup> W mojej ocenie dzieci prawidłowo kojarzą kolor zdjęcia z ogniem, prawidłowo też nazywają słońce jako kulę ognia. Jednakże skojarzenie niektórych dzieci tej kuli z planetą Mars jest błędne i może wynikać z tego, że tematyka podboju tej najbliższej względem Ziemi planety coraz częściej występuje w mediach. Ponieważ kolorystyka Marsa (jako *czerwonej planety*) odpowiada kolorystyce zdjęcia, być może to skojarzenie stało się podstawą do identyfikacji Słońca jako Marsa.

<sup>44</sup> Aby zrozumieć zatem mechanizm docierania do nas promieni gwiazd, dzieci powinny skojarzyć proces świecenia słońca jako gwiazdy w Układzie Słonecznym, a następnie połączyć je semantycznie z gwiazdami.

Zdjęcie wahadłowca na platformie startowej. Pokazując to zdjęcie (12), badający pytał: *Przyjrzyj się temu zdjęciu. Powiedz, co to jest? Do czego służy to urządzenie? Gdzie ono leci?*



ZDJĘCIE 12. Wahadłowiec na platformie startowej<sup>45</sup>

Wszystkie badane dzieci rozpoznały obiekt na zdjęciu jako raketę. Rzadziej nazywały ją *rakietą kosmiczną* lub *statkiem kosmicznym*. Tłumaczyły, że zaraz poleci, że jest na polu startowym. Informowały, że w środku są ludzie i że lecą, aby poznać nowe planety lub *kosmitów*.

Zdjęcie galaktyki spiralnej<sup>46</sup> M81. Pokazując to zdjęcie dzieciom (13), badający pytał: *Czy wiesz, co to jest?* Gdy dziecko stwierdzało, że to jest galaktyka, pytał: *Co wiesz o galaktyce?*

Spśród 49 badanych dzieci tylko jedno powiedziało: *To jest galaktyka*. Inne dzieci stwierdzały, że jest to *Droga Mleczna<sup>47</sup>*, *czarna dziura*, *wir*

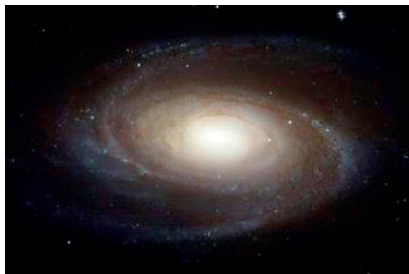
<sup>45</sup> Zdjęcie pochodzi z archiwum Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA); [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STS-51-L\\_-\\_Space\\_Shuttle\\_Challenger\\_on\\_the\\_Crawler-Transporter.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STS-51-L_-_Space_Shuttle_Challenger_on_the_Crawler-Transporter.jpg) [dostęp: 8.01.2018].

<sup>46</sup> Wśród zdjęć zaprezentowano także widoczną w gwiazdozbiore Wielkiej Niedźwiedzicy i Żyrafy galaktykę oznaczoną M81. Zaprezentowane podczas badań zdjęcie zostało wykonane przez teleskop Hubble'a.

<sup>47</sup> Dzieci, które interpretowały obiekt przedstawiony na zdjęciu jako *Droga Mleczna*, nie mają racji. Wszak może ona wyglądać jak galaktyka spiralna – podobna do Galaktyki Bodego (M81). Problem jednak w tym, że byłaby to jedynie wizja artystyczna. Nie dysponujemy bowiem (jako cywilizacja) urządzeniami będącymi tak daleko, aby wykonać zdjęcie naszej rodzimej galaktyki. Problem ten dowodzi kolejnego błędnego skrótów używanego w mediach, polegającego na graficznym przedstawieniu jakiejś konkretnej galaktyki jako



*kosmiczny*<sup>48</sup> i *portal*<sup>49</sup>. Określenia te dowodzą, że dzieci zasłyszały je w mediach, kojarzą je ze światem kosmosu i posługują się nimi, nie znając ich znaczenia. Uznały, że na zdjęciu jest coś z kosmosu i nazwały to coś tak, jak potrafiły.



ZDJĘCIE 13. Galaktyka spiralna M81<sup>50</sup>

Zdjęcie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS). Badający prezentując to zdjęcie (14) dzieciom, mówił: *Zwróć uwagę na to zdjęcie. Czy wiesz, co to jest?* Jeśli dziecko rozpoznało, że jest to *stacja kosmiczna*, dopytywał: *Do czego ona służy?*

Badane dzieci miały trudność w prawidłowym rozpoznaniu tego obiektu. Tylko troje badanych (na 49) prawidłowo nazwało obiekt: *Jest to stacja kosmiczna*. Pozostałe dzieci przyglądając się zdjęciu, odwoływały się do takich skojarzeń: a) *satelita, antena*, b) *rakieta, helikopter, samolot*. Dostrzegając elementy w budowie zewnętrznej, starały się zinterpretować funkcję tego urządzenia, mówiły: *ma skrzydła; jest z metalu; jest podobne do okrągłej satelity z dwoma nitkami; tu się ładuje paliwo; satelita, który robi bajki i filmy;*

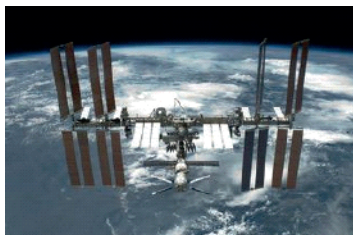
Drogi Mlecznej. Dzieci oglądające to konkretne zdjęcie identyfikują je z galaktyką Droga Mleczna i zaczynają się nią posługiwać, nie zwracając uwagi, że zdjęcie to tylko analogia, a nie jej rzeczywiste ujęcie.

<sup>48</sup> Wypowiedzi dzieci odnoszące się do czarnej dziury i wiru kosmicznego dowodzą, że dostrzegają na zdjęciu krążący wokół centralnego punktu galaktyki obszar, co zgodnie z obecnym stanem wiedzy wyjaśnia ruch kołowy (a raczej spiralny) wokół centrum galaktyki. W centrum galaktyki rzeczywiście znajduje się czarna dziura.

<sup>49</sup> Z kolei określenie galaktyki mianem portalu pochodzi zapewne z fantastyki naukowej, być może jest tak, że czarna dziura rzeczywiście jest w stanie transportować obiekty w inne miejsce we wszechświecie. Jednakże takie wyjaśnienie jest częstym motywem filmów z gatunku fikcji naukowej i bajek.

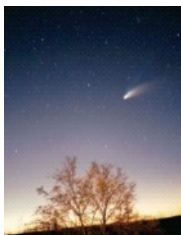
<sup>50</sup> Zdjęcie pochodzi z archiwum Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA) z programu teleskopu kosmicznego Hubble'a; <http://hubblesite.org/image/2127> [dostęp: 8.01.2018].

to urządzenie ma antenę i strzela, aby go nie uderzyło. Ponieważ dzieci nie rozpoznały na zdjęciu stacji badawczej, sięgnęły do informacji pochodzących z filmów kosmicznych i animowanych baśni.



ZDJĘCIE 14. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna ISS<sup>51</sup>

Zdjęcie komety Hale'a Boppa. Prezentując zdjęcie komety (15), pytał: *Czy wiesz, co to jest?* Jeśli dziecko samo potrafiło powiedzieć: *jest to kometa*, badający dopytywał: *Czy ona się porusza? Skąd to leci? Dokąd leci? Czy zagraża Ziemi, czy może w nią uderzyć?*



ZDJĘCIE 15. Kometa Hale'a Boppa<sup>52</sup>

Tylko troje badanych dzieci rozpoznało na zdjęciu kometę. Inne dzieci nazywały ten obiekt *spadającą gwiazdą* i sporadycznie *meteorytem* (pierwsze określenie pochodzi z języka potocznego, drugie jest określeniem naukowym). Na pytanie: *Skąd leci?*, dzieci odpowiadały, że *z kosmosu* i *z nieba*. Na

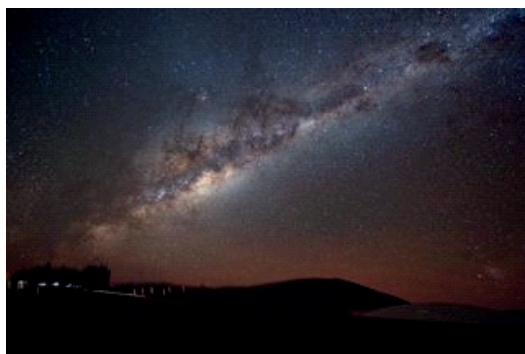
<sup>51</sup> Zdjęcie pochodzi z archiwum Johnson Space Center (JSC), Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA); <https://www.jsc.nasa.gov/jscfeatures/articles/000001063.html> [dostęp: 8.01.2018].

<sup>52</sup> Zdjęcie zostało zaczerpnięte ze strony Wikipedii; <https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Comet-Hale-Bopp-29-03-1997.jpeg> [dostęp: 9.01.2016].

pytanie: *dokąd leci*, stwierdzały: *na Ziemię* lub *do kosmosu*. Odpowiedzi te są zgodne z naukowymi wyjaśnieniami<sup>53</sup>.

Na pytanie: *Czy to jest niebezpieczne?*, większość dzieci stwierdzała: *Tak*, a niektóre dodawały: *Może trafić w dom lub człowieka i można już nie żyć; Jak trafi, zrobi się wtedy ogromna dziura, może umrzeć człowiek; Może wywołać trzęsienie Ziemi*. Wypowiedzi te odzwierciedlają możliwe zdarzenia przewidywane obecnie przez naukowców a rozpowszechniane przez media.

Zdjęcie Drogi Mlecznej. Badający pokazując to zdjęcie (16), pytał: *Czy wiesz, co to jest?* Jeśli dziecko rozpoznawało na zdjęci Drogę Mleczną, dopytywał: *Z czego jest ona zbudowana? Gdzie się ona znajduje? Czy ona się porusza?*



ZDJĘCIE 16. Droga Mleczna<sup>54</sup>

Zdecydowana większość badanych dzieci nie rozpoznała na zdjęciu Drogi Mlecznej (rodzimej galaktyki). Tylko troje dzieci w wieku przedszkolnym odpowiedziało, że jest to *Droga Mleczna*. Inne dzieci stwierdzały, że na fotografii przedstawiona jest: *noc, gwiazdy, dym, cień* i *zorza polarna*<sup>55</sup>. Jak już wspomniałem w rozpoznawaniu Drogi Mlecznej na fotografii znaczące było to, czy dzieci mieszkają na wsi, czy w mieście. Powodem nie-

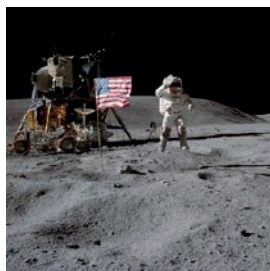
<sup>53</sup> Meteoryt, widoczny na niebie jako smuga jasnego światła wywołana spalaniem się odłamka skalnego w atmosferze ziemi, zwykle spala się w atmosferze, może niekiedy uderzyć w Ziemię.

<sup>54</sup> Zdjęcie pochodzi ze strony Europejskiego Południowego Obserwatorium Astronomicznego (ESO); <https://www.eso.org/public/hungary/images/epod-cc-rf18284/> [dostęp: 8.01.2018].

<sup>55</sup> Określenia typu *cień, noc* i *gwiazdy* używane przez dzieci dowodzą, że nie potrafią one nazwać jaśniejszego obszaru na zdjęciu. Dzieci, które opisały zjawisko jako *dym* i *zorza polarna* kojarzą to zjawisko z chmurami albo ze zjawiskiem bardzo rzadko spotykanym na naszej szerokości geograficznej.

rozpoznawania na zdjęciu na fotografii Drogi Mlecznej – jak już wcześniej wyjaśniłem<sup>56</sup> – są kłopoty z obserwacją nieba nocą. Zbyt jasno oświetlone miasta i wsie skutecznie przeszkadzają w dostrzeganiu gwiazd, a co dopiero obserwacje rodzimej galaktyki. Dodam, że z zachowania dzieci wynikało, że nawet na fotografii i w telewizji nie widziały Drogi Mlecznej.

Zdjęcie lądownika na Księżycu i pojazdu księżycowego. Badający zaprezentował dzieciom dwa zdjęcia pochodzące z misji Apollo 11 (zdjęcia 17 i 18). Prezentując pierwsze zdjęcie, pytał: *Czy wiesz, co przedstawia to zdjęcie? Gdzie zostało zrobione? Co to za postać? Po co jest ta flaga? Co stoi za flagą?*



ZDJĘCIE 17. Lądownik na Księżycu<sup>57</sup>

Większość badanych dzieci stwierdziła, że zdjęcie przedstawia lądowanie człowieka na Księżycu. Używały określeń sformułowań: *lądowanie na Księżycu, człowiek* albo *astronauta na Księżycu*. Nawet te dzieci, które miały kłopoty z rozpoznaniem, co fotografia przedstawia, łączyły ją z kosmosem i stwierdzały: *To jest kosmita; Może to jest Eskimos; To inna planeta, może Mars.*

Na pytanie *Dlaczego postać na zdjęciu jest tak ubrana*, większość dzieci wyjaśniała poprawnie, że taki strój zapewnia astronautcie powietrze (niektóre mówiły o tlenie). Cytuję wyjaśnienie Tomka i Marty gdyż są typowe: *Gdyby go [kombinezon] zdjął, nie mógłby oddychać i mógłby się udusić; Gdyby zdjął skafander [kombinezon], to by umarł.*

Obecność flagi na zdjęciu dzieci komentowały w różny sposób. Jedne zwracały uwagę na narodowość (*to flaga USA*, niektóre dzieci myliły ją z flagą *Francji, Anglii, Europy*). Pojedyncze dzieci stwierdzały, że jest to

<sup>56</sup> Szerzej to zagadnienie omówiłem w rozdziale 2.

<sup>57</sup> Zdjęcie pochodzi ze stron archiwalnych Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA) z programu misji Apollo 16. Ze względu na przeniesienie tych źródeł ostatecznie zdjęcie zostało zaczerpnięte ze strony Wikipedii; [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Y-oung\\_-\\_GPN-2000-001131.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Y-oung_-_GPN-2000-001131.jpg) [dostęp: 8.01.2018].

*flaga tej planety* [przedstawionej na zdjęciu]. Mniej więcej połowa badanych wskazała, że flagę wbito jako symbol zdobycia planety (*znak dla kosmitów*).

Na pytanie o obiekty znajdujące się z tyłu (za flagą) dzieci z przedszkola miejskiego stwierdzały: *motocykl, antena*. Jedno z dzieci stwierdziło, że jest to *łazik* [w sensie łazik księżycowy]. Żadne dziecko z przedszkola wiejskiego nie potrafiło nazwać tego pojazdu. W przypadku uczniów rozpoznawanie obiektu za flagą zależało od miejsca ich zamieszkania: uczniowie mieszkający w mieście twierdzili, że jest to *rakieta*, natomiast uczniowie mieszkający na wsi, że dzięki tym *przyrządom i sprzętom ludzie tam przybyli*.

Drugim prezentowanym zdjęciem z misji Apollo był pojazd księżycowy (zdjęcie 18). Badający pokazując je, pytał dzieci: *Powiedz, co widzisz na tym zdjęciu?*

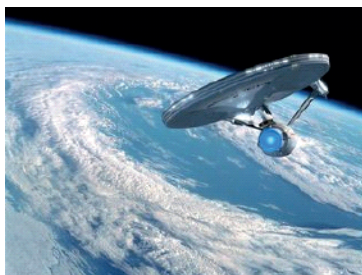


ZDJĘCIE 18. Pojazd księżycowy<sup>58</sup>

Zadziwiające było to, że dzieci miały sporo trudności z rozpoznaniem pojazdu księżycowego (łazik). Tylko niektóre dzieci powiedziały, że jest to *łazik*. Pozostałe dzieci nazywały ten obiekt tak: *auto, pojazd, samochód na księżycu, traktor, gokart, szukarka* [nazwa trafna wymyślona przez dziecko].

Zdjęcie statku kosmicznego z serialu *Star Trek*. Ostatnim pokazywanym zdjęciem była grafika komputerowa pochodząca z serialu telewizyjnego *Star Trek* (zdjęcie 19). Przypomnę, zdecydowałem się przedstawić zdjęcie, które nie odpowiada rzeczywistości, aby sprawdzić, czy dzieci są w stanie odróżnić fikcję od rzeczywistości. Badający pokazując to zdjęcie, pytał dzieci: *Przyjrzyj się temu zdjęciu. Czy wiesz, co to jest? Do czego służy to urządzenie? Co znajduje się w środku? Gdzie ono leci?*

<sup>58</sup> Źródło: zdjęcie pochodzi ze stron archiwalnych Amerykańskiej Agencji Kosmicznej (NASA), z programu misji Apollo 17; ze względu na przeniesienie tych źródeł ostatecznie zdjęcie zostało zaczerpnięte ze strony Wikipedii; [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NASA\\_Apollo\\_17\\_Lunar\\_Roving\\_Vehicle\\_edit\\_1.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NASA_Apollo_17_Lunar_Roving_Vehicle_edit_1.png)



ZDJĘCIE 19. Statek kosmiczny z serialu Star Trek (grafika komputerowa)<sup>59</sup>

Żadne z dzieci nie potrafiło rozpoznać obiektu znajdującego się na zdjęciu. Niektóre oświadczały, że widzą takie zdjęcie po raz pierwszy. Mimo to fotografia ta kojarzyła się im z kosmosem, dlatego dzieci podawały następujące określenia: *rakieta*, *robot*, *kamerka do oglądania kosmitów*, *satelita*, *UFO*. Pojawiały się także określenia rodem z bajek, np. *super-ciuchcia*.

Z wypowiedzi dzieci wnioskuję, że dzieci nieźle sobie radzą z oddzieleniem realiów od fikcji: wcześniej oglądane zdjęcia kojarzyły im się z realnymi podbojami kosmosu, a ostatnie zdjęcie kojarzyło im się z fikcją.

## 6.3 SKĄD BADANE DZIECI CZERPIĄ DOŚWIADCZENIA ORAZ INFORMACJE, NA PODSTAWIE KTÓRYCH TWORZĄ INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH

W rozdziale 2 uzasadniłem niedostatek kształcenia astronomicznego w edukacji przedszkolnej i szkolnej. Wynika z tego jednoznacznie, że dzieci tworzą swoje intuicje i zarysy pojęć korzystając z własnych doświadczeń i wiedzy przekazywanej poza systemem formalnej edukacji. Potwierdzeniem tej tezy są wyniki badań przedstawione w poprzednim podrozdziale (6.1.). W tym podrozdziale przedstawię wyniki zadań badawczych wyodrębnionych w drugim celu badawczego projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*. Dotyczyły one ustalenia tego, w jakim stopniu tworząc własną wiedzę astronomiczną, dzieci korzystają z osobistych obserwacji, okazjonalnie przekazywanej im przez dorosłych wiedzy, informacji pochodzących z publikatorów (czasopisma dla dzieci, audycje telewizyjne,

<sup>59</sup> Zdjęcie to zostało pobrane ze strony oferującej zdjęcia na pulpit komputera: <http://www.modafinilsale.com/view/star-trek-wallpapers-collection-gallery-382485.html>.



internet) czy wreszcie z zajęć szkolnej edukacji. Dla większej przejrzystości wyników tych badań uporządkuję je w kręgi tematyczne, podobnie jak to zrobiłem w poprzednim podrozdziale.

**Krąg tematyczny *Dzienne i nocne niebo*.** Odpowiadając na pytanie: *Jaki kolor ma niebo, w jakim kolorze jest Słońce i chmury?*, dzieci odwoływały się do własnych doświadczeń (*bo widać..., bo kiedy byłem u babci, to widziałem..., widziałem kiedyś jak Słońce..., była burza i widziałem ciemne chmury...*). Bywało także, że w trakcie rozmowy spoglądały w okno, przymykały oczy, gdyż łatwiej im było przywołać z pamięci obraz nieba, kolor Słońca itp.

W trakcie formułowanych wyjaśnień dotyczących tego, co dzieje się na dziennym i nocnym niebie, dzieci zastanawiały się i zastygały na ułamek sekundy, a potem werbalizowały swoje przypuszczenia, mówiąc np.: *To chyba jest tak, że..., Dokładnie nie wiem, ale może to być tak....* W swoich rozumowaniach korzystały też – z opisanych wcześniej – reguł przyczynowości i przeciwstawiania.

Analiza funkcjonowania dzieci<sup>60</sup> – manipulacje i słowne wyjaśnienia – w sytuacjach, gdy próbowały wyjaśnić, gdzie znajduje się Słońce w nocy, wskazują na to, że bazują one na własnych przemyśleniach i korzystają z wrażeń słownych stosowanych w codziennych sytuacjach, np.: *Słońce idzie..., Słońce schowało się za chmurami..., Wieczorem Słońce chowa się za ziemią....*

Przypuszczam, że taki sposób interpretacji zjawisk astronomicznych na nocnym i dziennym niebie wynika z wysiłku kompensowania braków w wiedzy – samodzielnym rozumowaniem. Można przyjąć, że różnorodność wyjaśnień dotyczących zjawisk na niebie (np. lokalizacji Słońca i chmur) wynika z osobistych doświadczeń, odpowiedzi dorosłych na stawiane im pytania<sup>61</sup> i własnych przemyśleń dzieci. Istotne jest także to, że konstruując obraz dziennego i nocnego nieba dzieci nie powoływały się na znane im bajki, filmy, wypowiedzi rodziców i wyjaśnienia nauczycieli. Bywało, że odwoływały się do bezpośrednich doświadczeń. Przykładem są wyjaśnienia, czym jest chmura. Niektóre dzieci uważały, że jest to para wodna,

<sup>60</sup> Przykładem jest sytuacja (zdjęcia 1 i 2 w poprzednim podrozdziale), w której dziewczynka próbuje ustalić, gdzie znajduje się Słońce w różnych porach roku. Na zdjęciu 1 dziewczynka przedstawia Słońce za chmurami wskazując, że tu się znajduje wieczorem, a następnie chowając (patrz: zdjęcie 2) Słońce za kartką nieba tłumaczy, że w nocy Słońce znika.

<sup>61</sup> Przypominam, że zdaniem S. Szumana (*Rozwój pytań dziecka...*, dz. cyt., s. 38) dziecko stawia pytania dorosłym zaniepokojone tym, czego nie wie. Ich odpowiedź włącza bezkrytycznie do swojego rozumowania. A zatem pytanie, odpowiedź dorosłego i dziecięce rozumowanie traktuje się jako całość.

a jedno wyjaśniło, że *Gdy gotujesz wodę w czajniku, to wychodzi para*. Taki opis wydaje się być klasycznym odniesieniem do doświadczeń codziennych.

Lokowanie Księżyca na niebie było dla dzieci zdecydowanie trudniejsze niż umiejscowienia Słońca na dziennym niebie. Powodem są uboższe doświadczenia wynikające z obserwacji, zwłaszcza u dzieci miejskich, którym jasno oświetlone ulice przeszkadzają obserwować niebo. Potwierdzeniem jest to, że tylko dzieci wiejskie wyjaśniając zjawiska występujące na nocnym niebie, lokalizowały Księżyc nisko nad ziemią, nawiązując do nocnych obserwacji. Ponadto w trakcie wyjaśnień, co dzieje się na nocnym niebie, dzieci posługiwały się następującymi sformułowaniami: *Jest tak... bo sam to wiem..., bo Księżyc chyba jest po drugiej stronie Słońca....*

Znaczące jest też to, że żadne dziecko nie wspomniało o tym, że Księżyc można zobaczyć także przy dziennym niebie. Mogły być tego dwa powody:

- nie miały okazji do dostrzeżenia na dziennym niebie sylwetki Księżyca;
- widziały taką sylwetkę, ale pomijały tę informację, gdyż nie pasowała do własnych przemyśleń, lub uznały, że dorosły jej nie oczekuje.

To ostatnie przypuszczenie pasuje do ustaleń Rosalind Driver<sup>62</sup>. Twierdzi ona, że dziecięce przekonania są stosunkowo trwałe i jeśli jakieś informacje nie pasują do ich wyjaśnienia, to je ignorują.

**Krąg tematyczny *Kształt Ziemi*.** Celem fragmentu badań, w którym dzieci przedstawiały (lepiły z plasteliny) swoją wizję kształtu Ziemi i rozmawiały o niej, było wniknięcie czy i jak potrafią wnioskować o kształcie Ziemi, przekraczając ramy bezpośrednich doświadczeń<sup>63</sup>. Z prezentacji badań w poprzednim podrozdziale wynika, że:

- umysłową wizją płaskiej Ziemi dysponowało 14 dzieci, w tym 12 dzieci uważało, że ma kształt dysku a dwoje, że jest mocno spłaszczonym prostopadłościanem;
- umysłową wizją kulistej Ziemi dysponowało 35 badanych dzieci.

Dzieci, które uważały, że Ziemia ma kształt płaski, uzasadniały tę wizję: *bo to widać..., na dworze tak wygląda..., bo drzewa i domy się nie przewracają*. W sposób oczywisty odwoływały się do codziennych doświadczeń. Inaczej dowodziły dzieci twierdząc, że Ziemia jest kulą. Julka powiedziała, że: *Nam się wydaje, że [ziemia] jest płaska, ale jest okrągła...* Maks, na pytanie *Jaki kształt ma Ziemia*, powiedział: *Okrągła jak piłka, ale mi się wydaje, że idziemy prosto*.

<sup>62</sup> R. Driver, *Children's ideas in science*, McGraw-Hill Education, 1985. Dostęp: <https://staff.fnwi.uva.nl/e.joling/vakdidactiek/documenten/driver.pdf> [dostęp: 14.09.2015].

<sup>63</sup> Zagadnienie to szerzej wyjaśniłem w rozdziale 2.

Potem wyjaśnił: *Bo jest chyba taka ogromna, że się wydaje, że jedzie się prosto.* Z tych i innych wypowiedzi wynika, że dzieci o takich poglądach potrafiły już oderwać się od codziennych doświadczeń, przyjmowały informacje o kulistości Ziemi, usiłowały ją po swojemu zrozumieć i wyjaśnić. Na pytanie, skąd dzieci dowiedziały się o kulistości Ziemi, odpowiadały: *widziałem w telewizji...*, *widziałem fotografię z kolorową Ziemię, była okrągła.* Jedno dziecko powołało się na globus, mówiąc: *Bo Ziemia wygląda jak globus.*

**Krąg tematyczny lokalizacja ludzi na Ziemi.** W wypowiedziach dzieci dotyczących tej kwestii – szczegółowe informacje podałem w poprzednim podrozdziale – widoczny był ścisły związek pomiędzy wizją kształtu Ziemi a lokalizacją mieszkających na niej ludzi. Na pytanie: *Skąd wiesz, gdzie ludzie mieszkają na Ziemi?*, dzieci udzielały dwojakiej odpowiedzi. Jeżeli twierdziły, że:

- Ziemia jest płaska, lokalizowały mieszkańców Ziemi na górnej powierzchni dysku. Uzasadniały to stwierdzeniami: *bo tak widać...* albo *bo tak żyjemy...* Kurczowo trzymały się codziennych obserwacji. Dzieci, które tak sądziły, było 14 na 49 badanych;
- Ziemia jest okrągła, lokowały żyjących na niej ludzi na górnej części kuli. Tak rozumujących dzieci było dziewięć. Pozostałe badane dzieci (26) twierdziły, że Ziemia ma kształt kuli, a ludzie żyją na jej powierzchni (z każdej strony kuli). Uzasadniając to, powoływały się na takie np. rozumienie zjawiska grawitacji: *bo Ziemia przyciąga ludzi i oni nie spadną...*, *Ona [grawitacja] nie pozwala nam spaść.* Zdecydowanie rzadziej powoływały się na wypowiedzi dorosłych, np. *Mama mi tak mówiła...*

W wypowiedziach dzieci manifestujących wizję płaskiej Ziemi pojawiało się wyobrażenie niewidzialnej granicy, której przekroczenie grozi upadkiem z niej. Te dzieci powoływały się na codzienne doświadczenia, opowiadając o tym, że dochodząc do krawędzi, trzeba bardzo uważać, bo można spaść. Natomiast dzieci przekonane o tym, że ludzie mogą żyć na każdej stronie kuli ziemskiej, zaprzeczały istnieniu jakiegokolwiek granicy i powoływały się na działanie grawitacji.

**Krąg tematyczny Budowa Układu Słonecznego i zjawisko dnia i nocy.** Z analizy wypowiedzi dzieci przedstawionych w poprzednim podrozdziale wynika, że ich wizja budowy Układu Słonecznego i rozumienie zjawiska dnia i nocy wykracza poza codzienne obserwacje. Dlatego te dzieci, które były pewne, że Ziemia jest płaska, a ludzie mogą żyć na górnej jej powierzchni, kurczowo trzymały się tego, co znają z własnych doświadczeń. Natomiast dzieci, które były już przekonane o kulistości Ziemi, powoływały się na źródła tej wiedzy. Twierdziły, że wiedzą o tym z filmów i obrazków

w książkach, np.: *Widziałem taki program w telewizji, w których te planety się tak ruszały* [chodziło o ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca]. Nieliczne dzieci powoływały się na informacje podane przez rodziców, np.: *Tata mi kiedyś to opowiedział*. Było też dziecko, które poinformowało: *Mam taką zabawkę* [chodziło o tellurium], *w której jest Słońce, i ona* [miało na myśli o Ziemię] *się tak rusza...*. Jeden uczeń klasy pierwszej (na 49 badanych) zapytany skąd wie, że Ziemia krąży wokół Słońca, stwierdził: *Znam to, pani o tym mówiła*. Gdy dopytywałem, o czym jeszcze mówiła jego nauczycielka, chłopiec wymieniał nazwy planet w Układzie Słonecznym.

Wyjaśniając zjawisko dnia i nocy, dzieci także wskazywały na źródło wiedzy. Gdy badający – po wysłuchaniu wyjaśnień – pytał: *Skąd o tym wiesz?*, dzieci powoływały się na:

- własne przemyślenia (*Nikt mi tego nie mówił, ale jakoś tak musi być...*);
- informacje podane w mediach (*Widziałem o tym film w telewizji...*);
- wiadomości przekazane przez rodziców (*Tata mi to tłumaczył...*).

Dodam, że dzieci, które powoływały się na filmy przyrodnicze, miały fałszywe wyobrażenia o Układzie Słonecznym oraz przemienności dnia i nocy. Prawdopodobnie przekaz filmowy jest zbyt szybki i abstrakcyjny, aby gruntownie zmienić poglądy dzieci.

Kończąc rozważania dotyczące wskazanych przez dzieci źródeł wiedzy o obiektach i zjawiskach astronomicznych, skonstruowałem tabelę 8. W pierwszej rubryce podaję nazwy omówionych wcześniej kręgów tematycznych, w kolejnych pięciu kolumnach wymieniam ważniejsze dominujące źródła informacji wskazane przez dzieci. W rubryki w tabeli wpisałem następujące znaczniki: X jeżeli dane źródło było wymienione przez pojedyncze dzieci, XX gdy źródło wiedzy było wymieniane chociaż trzy razy, a znaczeniem XXX wskazywały na nie więcej niż 10 dzieci.

TABELA 8. Dominujące źródła wiedzy w kontekście poruszanych na spotkaniu kręgów tematycznych

Kręgi tematyczne	Bezpośrednie obserwacje i przemyślenia	Dorośli	Telewizja	Książeczki	Nauczyciele
Dzienne i nocne niebo	XXX				
Kształt Ziemi			XX	XX	
Lokalizacja ludzi	XX	XX			
Zjawisko dnia i nocy			XX	X	X

Z przedstawionych ustaleń wynika, że **tylko w pojedynczych przypadkach źródłem wiedzy astronomicznej jest edukacja szkolna**. Rzadko dzieci czerpią wiedzę z ilustracji znajdujących się w książkach – prawdopodobnie dlatego, że obrazki te są statyczne i nie pokazują ruchu obiektów np. w Układzie Słonecznym. Sporo dzieci korzysta z wiedzy przekazywanej przez dorosłych (rodziców, dziadków) i z programów telewizyjnych oglądanych wspólnie z dorosłymi (w ramach edukacji domowej). Najczęściej wymienianym źródłem informacji są własne doświadczenia i przemyślenia. Dodam, że żadne z badanych dzieci nie podało, że korzysta z wiadomości przekazywanych przez starsze rodzeństwo lub rówieśników<sup>64</sup>.

## 6.4 PORÓWNANIE ASTRONOMICZNYCH MODELI MENTALNYCH DZIECI WYCHOWYWANYCH W INNYCH KRĘGACH KULTUROWYCH Z MODELAMI USTALONYMI DLA DZIECI POLSKICH

**Dziecięce modele mentalne** opracowane dla dzieci amerykańskich przez Vosniadou i Brewera oraz Samarapungavan (a także potwierdzone w badaniach Kampezy i Konstantinosa<sup>65</sup>, Diakidoy, Vosniadou i Hawks<sup>66</sup>, Hannust i Kikas<sup>67</sup>, Ehrlén<sup>68</sup>, Straatemeiera, van der Maasa, Jansen<sup>69</sup>, Panagiotaki, Nobes i Banerjee<sup>70</sup> oraz Özsoy<sup>71</sup>) **zawierają intuicje i zarysy pojęć**

<sup>64</sup> Podobny wniosek sformułowała Katarzyna Zdybel w pracy dyplomowej *Wpływ filmów edukacyjnych na zrozumienie podstawowych zjawisk astronomicznych przez dzieci w wieku wczesnoszkolnym. Badanie przy wykorzystaniu testu EARHT2*. Niepublikowana praca dyplomowa, 2019, napisana pod moim kierunkiem, tekst w Akademii Pedagogiki Specjalnej.

<sup>65</sup> M. Kampeza, R. Konstantinos, Transforming the representations of preschool-age children..., dz. cyt.

<sup>66</sup> I.A. Diakidoy, S. Vosniadou, J.D. Hawks, Conceptual change in astronomy..., dz. cyt.

<sup>67</sup> T. Hannust, E. Kikas, Children's knowledge of astronomy..., dz. cyt.

<sup>68</sup> K. Ehrlén, Drawings as representations of children's conceptions, dz. cyt.

<sup>69</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt.

<sup>70</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, B. Banerjee, Is the world round or flat? ...dz. cyt.

<sup>71</sup> S. Özsoy, Is the Earht Flat or Round? ..., dz. cyt.

**astronomicznych dotyczące kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi oraz zjawiska dnia i nocy.** Cechą wspólną badań na podstawie, których je opracowano:

- było dążenie do ustalenia różnic i podobieństw w prawidłowościach kształtowania się wiedzy astronomicznej dzieci wychowywanych w różnych kulturach<sup>72</sup>;
- większość wymienionych badań prowadzono pod wpływem lub współpracując z Stellą Vosniadou i jej zespołem. Uznano bowiem, że ustalenia Vosniadou są na tyle uniwersalne i można je traktować jako bazę do badań nad intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych dzieci wychowywanych w różnych kulturach.

Z wymienionych badań wynika także, że **wiedza astronomiczna dzieci w dużym stopniu zależy od środowiska wychowawczego.** Przekonany o słuszności tej tezy postanowiłem najpierw przeprowadzić badania, na podstawie których opracowałem modele mentalne wiedzy astronomicznej dzieci polskich<sup>73</sup>. Natomiast w celu umożliwienia analizy porównawczej w modelach tych uwzględniłem te intuicje i zarysy pojęć, które stanowią rdzeń modeli mentalnych opracowanych przez Vosniadou, a także badaczy z Estonii<sup>74</sup>, Szwecji<sup>75</sup>, Holandii<sup>76</sup> i innych krajów, w których prowadzono podobne badania. Dotyczy to intuicji i zarysów pojęć astronomicznych odnoszących się do:

- kształtu Ziemi i lokalizacji żyjących na niej ludzi;
- zjawiska dnia i nocy, w tym także budowy Układu Słonecznego<sup>77</sup>.

Ustalając ten zakres intuicji i zarysów pojęć u dzieci polskich, posłużyłem się autorską metodą badawczą. W badaniach Vosniadou i jej

<sup>72</sup> W rozdziale tym nie analizowałem ustaleń dotyczących dzieci wychowywanych w Polsce, gdyż były one formułowane na marginesie badań dotyczących wiedzy przyrodniczej dzieci i dotyczyły głównie krytycznej analizy edukacji szkolnej. Chodzi o badania M. Lelonka (*Kształtowanie pojęć z przyrody nieożywionej w nauczaniu początkowym*, dz. cyt.), D. Al-Khamisy (*Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześciolatek*, dz. cyt.).

<sup>73</sup> W ramach projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*.

<sup>74</sup> E. Kikas, *The Impact of Teaching on Students' Definitions...*, dz. cyt., s. 439–454; T. Hannust, E. Kikas, *Children's knowledge of astronomy...*, dz. cyt., s. 89–104.

<sup>75</sup> K. Ehrlén., *Drawings as representations of children's conceptions*, dz. cyt., s. 41–57.

<sup>76</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, *Children's knowledge of the earth...*, dz. cyt., s. 276–296.

<sup>77</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183; A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.



zespołu stosowano metody słowne typu *wyjaśnij, opowiedz*, uzupełnione poleceniami *narysuj to, co powiedziałeś*<sup>78</sup>. Znając ustalenia Stefana Szumana dotyczące związku pomiędzy rozumowaniami dziecięcymi a działaniem w trójwymiarowej przestrzeni, opracowałem autorską metodę *Intuicje i Zarysy Pojęć Astronomicznych* (IZPA)<sup>79</sup>. Polegała ona – mówiąc najkrócej – na zorganizowaniu badanym dzieciom możliwości jednoczesnego działania i słownego formułowania przemyśleń. Każde badane dziecko zgodnie ze swoimi intuicjami: (a) formowało z plasteliny kształt Ziemi i uzasadniało, dlaczego uważa, że Ziemia jest płaska lub okrągła; (b) budowało ruchome obrazy z sylwetek wyciętych z kartonu i formułowało przemyślenia dotyczące np. pozornego ruchu Słońca na niebie; (c) oglądało fotografie obiektów astronomicznych (np. Księżyc w różnych fazach), zjawisk kosmicznych (np. przelot komety), lotów kosmicznych (np. lądowanie na Księżycu), starało się rozpoznać i powiedzieć, co wie o obiektach przedstawionych na fotografii. Taki sposób prowadzenia badań pozwolił uchwycić różnorodność dziecięcych intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych w dziedzinie astronomii. Mimo że opisana metoda różni się od metody stosowanej przez Vosniadou i jej zespół, cel badań był podobny – i tu, i tu stosowano je po to, aby ustalić poziom i zakres dziecięcej wiedzy astronomicznej. Można więc porównać, czy i w jakim zakresie intuicje, zarysy pojęć oraz pojęcia zbliżone do naukowych dzieci polskich są podobne/bądź różnią się od tych, które ujęła w modelach dziecięcych Vosniadou z zespołem i zostały potwierdzone w badaniach dzieci wychowywanych w różnych kręgach kulturowych.

Nim przedstawię modele mentalne dzieci polskich i porównam je z modelami mentalnymi dzieci z innych kręgów kulturowych, przypomnę, jak rozumiem *intuicje* i *zarysy pojęć*. Jest to konieczne z tego powodu, że Vosniadou i jej współpracownicy nie posługują się tymi określeniami chociaż wiedza astronomiczna dzieci jest złożona właśnie z intuicji i zarysów pojęć. Dodam, że sformułowanie *intuicje* i *zarysy pojęć* są stosowane w polskiej literaturze pedagogicznej i psychologicznej od lat 90., wcześniej posługiwał się nimi Jean Piaget w rozważaniach dotyczących możliwości umysłowych dzieci charakterystycznych dla modeli operacyjnego rozumowania na poziomie przedoperacyjnym i operacji konkretnych.

<sup>78</sup> Stosowaną przez S. Vosniadou z zespołem metodę badań opisałem w załączniku 1.

<sup>79</sup> Szczegółowo metodę opisałem w załączniku 2.

Pod pojęciem **intuicji** astronomicznych rozumiem<sup>80</sup> przemyślenia dzieci, których podstawą są codzienne obserwacje ziemi, nieba i obiektów niebieskich. Natomiast o **zarysach pojęć** astronomicznych wnioskuję, gdy z wypowiedzi dzieci wynika, iż łączą one osobiste doświadczenia (a więc intuicje) z informacjami przekazywanych im przez dorosłych, a także informacje podawane w audycjach telewizyjnych, zamieszczane na planszach o treści astronomicznej. Gdy dzieci dysponują już zarysami pojęć astronomicznych, dążą do ich sprecyzowania pod wpływem przyswajania sobie fragmentu wiedzy naukowej, tworząc **zarysy pojęć zbliżonych do naukowych**. Chcę mocno podkreślić, że przechodzenie z intuicji do zarysów pojęć astronomicznych, a potem do pojęć zbliżonych do naukowych, nie odbywa się skokowo. Z bogactwa wypowiedzi dzieci na każdym z wymienionych poziomów wynika, że przechodzenie to ma charakter stopniowych przybliżeń. W przechodzeniu od intuicji do zarysów dzieci starają się pogodzić rozumowania wynikające np. z doświadczeń płaskości Ziemi z informacjami o kulistości Ziemi przekazywanymi przez dorosłych. Gdy przechodzą od zarysów pojęć astronomicznych do pojęć zbliżonych do naukowych rezygnują już z wiedzy intuicyjnej, jednocześnie przyswajają coraz więcej informacji przekazywanych przez dorosłych. Charakterystyczną cechą kształtowania się pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych jest dążenie do doskonalenia wiedzy astronomicznej.

Jak już wcześniej wyjaśniłem, dzieci formułują swoje sądy na różnym poziomie precyzji. Bywa, że dziecko w jednym zdaniu przedstawia swoje intuicje i zaraz w następnym podaje zarysy pojęć lub pojęcia zbliżone do naukowych. Dlatego przyjąłem regułę – podstawą zaliczenia wypowiedzi dziecka do odpowiedniego modelu mentalnego jest poziom dominujących wyjaśnień. Jeżeli z wypowiedzi wynika, że większość dziecięcych stwierdzeń ma charakter intuicyjny, zaliczam je do modelu wstępnego, gdy dominują stwierdzenia zawierające zarysy pojęć, zaliczam je do modelu uproszczonego itd.

Przejdźmy do prezentacji wyników badań u dzieci polskich z wyodrębnieniem tak zdefiniowanych intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych.

<sup>80</sup> Szerzej zagadnienie to omówiłem w rozdziale 5.

## *MODELE MENTALNE KSZTAŁTU ZIEMI I LOKALIZACJI LUDZI NA ZIEMI U DZIECI POLSKICH NA PODSTAWIE PRZEDSTAWIONYCH INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ*

Dziecięce intuicje dotyczące kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi na niej żyjących. Dzieci przedstawiały Ziemię jako twór o kształcie płaskiego dysku lub mocno spłaszczonego i nieforemnego prostopadłościanu. Uzasadniając taką wizję kształtu Ziemi odwoływały się do własnych doświadczeń, do tego co widzą i czego doznają poruszając się na Ziemi. Co do lokalizacji ludzi na Ziemi dzieci uważały, że żyją oni tylko na górnej powierzchni tak przedstawionej Ziemi, nie mogą żyć u dołu – *bo spadną*. Dzieci uzasadniały to obserwacją spadających przedmiotów i własnymi doświadczeniami, gdy np. zdarzyło im się potknąć, idąc po schodach. Takie intuicje tworzyły zarówno dzieci w wieku przedszkolnym, jak i uczniowie klasy pierwszej, niezależnie od miejsca zamieszkania i płci.

Dziecięce zarysy pojęć dotyczące kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi żyjących na niej. Dzieci przedstawiały już Ziemię jako kulę. W trakcie formowania kulistego kształtu Ziemi uważały za stosowane wyjaśnić, dlaczego Ziemia ma taki kształt, mówiąc np.: *tata mi wyjaśnił...*, *widziałem w telewizji...* Jednocześnie uważnie patrzyły na badającego szukając akceptacji. Lokalizując ludzi na Ziemi, umieszczały ich tylko w górnej części czaszy Ziemi<sup>81</sup> tłumacząc, że... *gdyby ludzie mieszkali gdzie indziej, to by spadli*. Takie zachowania i wyjaśnienia świadczą o niepewności dzieci co do kulistości kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi mieszkających na niej. Ustaliłem, że **niepewność ta jest charakterystyczna dla dzieci, które przechodzą z intuicji do zarysów pojęć astronomicznych**. Jest efektem konfrontacji wcześniejszych intuicji (o płaskości Ziemi) z niewielką jeszcze liczbą informacji o kulistości Ziemi przyjętych od dorosłych<sup>82</sup>. Taki sposób tworzenia zarysów pojęć jest typowy dla dzieci w wieku przedszkolnym i uczniów klasy pierwszej, także niezależny od miejsca zamieszkania i płci.

Pojęcia zbliżone do naukowych dotyczące kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi na niej żyjących. Dzieci przedstawiały kształt Ziemi w formie kuli, a ludzi na niej mieszkających lokowały z każdej strony ziemskiego globu. Uzasadniając taką wizję kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi na niej żyjących,

<sup>81</sup> Tylko jedno dziecko łączyło intuicyjny kształt Ziemi z lokalizacją na niej ludzi, co świadczy o zarysie pojęć: uformowało płaską Ziemię w formie dysku, a żyjących na niej ludzi ulokowało na górnej i dolnej płaszczyźnie dysku.

<sup>82</sup> Dodam, że niepewność ta zmniejsza się w miarę przechodzenia dzieci do pojęć zbliżonych do naukowych.

podawały następujące argumenty: *tak jest, bo tata mi wyjaśnił...*, *to musi być tak, bo widziałem to w telewizji* itd. Niektóre z tych dzieci – uzasadniając lokalizację ludzi żyjących na Ziemi – powoływały się na zjawisko grawitacji, rozumiane intuicyjnie<sup>83</sup>. Pojęcia zbliżone do naukowych tworzyły zarówno dzieci w wieku przedszkolnym, jak i uczniowie klasy pierwszej, także niezależnie od miejsca zamieszkania i płci.

### *MODELE MENTALNE ZJAWISKA DNIA I NOCY ORAZ BUDOWY UKŁADU SŁONECZNEGO U DZIECI POLSKICH NA PODSTAWIE PRZEDSTAWIONYCH INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ*

Intuicje rozumienie zjawiska dnia i nocy jako konsekwencja obserwowanego ruchu Słońca i Księżyca. Dzieci wyjaśniając zjawisko dnia i nocy wskazywały, że dzień jest efektem pojawienia się Słońca na niebie, a Księżyc powoduje nastanie nocy. Ziemia – zdaniem dzieci – jest płaska, nieruchoma i znajduje się w centrum pomiędzy Słońcem i Księżycem<sup>84</sup>. Wyjaśniały, że dzień jest wtedy, gdy na niebie jest Słońce, a noc wtedy, gdy jest tam Księżyc. Na pytanie badającego, gdzie jest Słońce w nocy, niektóre dzieci twierdziły, że chowa się za wielką ciemną chmurą lub za Księżycem. Takie intuicyjne rozumienie zjawiska dnia i nocy tworzyły zarówno dzieci w wieku przedszkolnym, jak i uczniowie klasy pierwszej, także niezależnie od miejsca zamieszkania i płci.

Zarysy pojęć zjawiska dnia i nocy jako konsekwencja intuicji odnoszących się do Układu Słonecznego. O zarysach tych pojęć wnioskowałem w sytuacji, gdy badane dzieci: (a) formułowały kształt Ziemi, Słońca

<sup>83</sup> Pojęcie grawitacji – jak inne pojęcia – są tworzone przez dzieci najpierw na poziomie intuicji, a potem stopniowo na poziomie zarysów pojęć, a potem w wyniku edukacji szkolnej przekształcane są w coraz to bardziej precyzyjniejsze pojęcia. W badaniach, które opisuję, brały udział dzieci starsze, przedszkolaki i uczniowie klasy pierwszej, dlatego jest naturalne, że posługiwały się one intuicyjnym rozumieniem zjawiska grawitacji. Tzn. wiedziały już, że obiekty są przyciągane przez siłę, którą nazywały grawitacją, ale nie potrafiły jeszcze wyjaśnić, na czym to polega.

<sup>84</sup> W badaniach dzieci przedstawiały Słońce jako płaski dysk uformowany z plasteliny, nierzadko wyposażony w plastelinowe wałeczki – *promienie słoneczne*. Księżyc uformowały z plasteliny w kształcie płaskiego rogalika lub spłaszczonego dysku. Te same dzieci formowały najczęściej z plasteliny kształt Ziemi jako płaski dysk (placek) lub rzadziej placek zbliżony w kształcie do prostopadłościanu. Następnie posługując się ulepionym z plasteliny kształtem Ziemi, Słońca i Księżyca, umiejscawiały nad nią Słońce i Księżyc jako intuicyjne rozumienie Układu Słonecznego.

i Księżycy stopniowo odchodząc od płaskiej Ziemi do kulistej; (b) starały się określić relację pomiędzy obiektami niebieskimi, układając je przestrzennie; (c) w wyjaśnieniach, które towarzyszyły tej działalności powoływały się na informacje zasłyszane od dorosłych (*Mama mi mówiła, że...*), oglądanych w telewizji i na obrazkach w książkach (*Mam taką książeczkę i tam jest taki obrazek...*). Na podstawie analizy przestrzennego układania przez dzieci ulepionych z plasteliny kształtu Ziemi, Słońca i Księżycy oraz ich wypowiedzi, że niektóre dzieci:

- rozumiały Układ Słoneczny w sposób zbliżony jeszcze do geocentrycznego (ulepioną z plasteliny okrągłą Ziemię lokowały w centrum, a ulepiony okrągły kształt Słońca i Księżycy przesuwali dookoła Ziemi);
- były już bliskie rozumienia Układu Słonecznego w sposób naukowy (kształt ulepionego z plasteliny okrągłego Słońca lokowały w centrum, a ulepione z plasteliny okrągłe kształty Ziemi i Księżycy przesuwali wokół Słońca).

W zakresie wyjaśnień zjawiska dnia i nocy wyodrębniłem 13 wariantów rozumowań świadczących o trudach przechodzenia z intuicji do pojęć zbliżonych do naukowych. Dla przykładu jedne dzieci twierdziły, że dzień powstaje w wyniku przybliżenia się Słońca i oddalenia Księżycy względem Ziemi. Noc traktowały jako efekt przybliżenia się Księżycy i oddalenia Słońca. Inne uważały, że ruch Słońca i Księżycy dokonuje się na jednej lub dwóch odrębnych trajektoriach. Sporo dzieci było już przekonanych, że zjawisko dnia i nocy jest wywołane przez ruch obrotowy Ziemi tłumacząc, że np.: *Ziemia się rusza, Ziemia krąży wokół własnej osi, Ziemia krąży wokół Słońca, Wokół Ziemi krąży Księżyc*. Dzieci te uważały za stosowane uzasadniać swoje przemyślenia zasłyszonymi od dorosłych informacjami.

Ponieważ przyjąłem, że istotą zarysów pojęć jest zmienianie własnych intuicji pod wpływem zasłyszanych informacji, warto opisać rozumowania dzieci, gdy zmieniają swoje intuicje pod wpływem jednej izolowanej informacji oraz rozumowania dzieci, które zmieniają swoje intuicje pod wpływem kilku zasłyszanych informacji. Oto przykłady takich rozumowań:

- Dzieci, które przyjęły tezę, że *Ziemia krąży wokół Słońca* wyjaśniały, że Ziemia krąży wokół nieruchomego Słońca i Księżycy. Według nich dzień powstawał w wyniku przybliżenia się do Słońca i oddalenia od Księżycy. Zdaniem dzieci pora dnia jest jednakowa na całej planecie, dotyczy to poranku, południa, wieczoru i nocy;
- Dzieci, które przyjęły tezę, że *Wokół Ziemi krąży Księżyc* tłumaczyły, że Księżyc przybliżając się do nieruchomej Ziemi, zasłania Słońce,

tworząc noc na Ziemi. Kiedy się oddala, na Ziemi ponownie świeci Słońce – jest dzień;

- Dzieci, które przyjęły tezę, że *Ziemia krąży wokół własnej osi* uznały, że Ziemia obraca się pomiędzy nieruchomym Słońcem i Księżycem. Dzieci uważały, że dzień powstaje w wyniku obrócenia się Ziemi do Słońca, a noc tam, gdzie świeci Księżyc. Pora dnia panuje tylko na połowie planety;
- Dzieci, które przyjęły tezę, że *Słońce jest nieruchome* oraz *Ziemia krąży wokół Słońca*. Dzieci ustawiły plastelinę-Słońce w jednym miejscu, a następnie plastliną-Ziemia krążyły wokół niego tłumacząc, że Słońce z różnej strony oświetla Ziemię tworząc dzień. Dzieci te nie wiedziały jeszcze, jak wyjaśnić poruszanie się Księżyca.

Takie zarysy pojęć astronomicznych dotyczących Układu Słonecznego oraz zjawiska dnia i nocy tworzyły zarówno dzieci w wieku przedszkolnym, jak i uczniowie klasy pierwszej, także niezależnie od miejsca zamieszkania i płci.

Zbliżone do naukowych pojęcia stosowane przez dzieci do wyjaśnienia zjawiska dnia i nocy, z uwzględnieniem wizji Układu Słonecznego. Dzieci w swoich wyjaśnieniach starały się pogodzić intuicje astronomiczne z wiadomościami podanymi im przez dorosłych i informacjami zaczerpniętymi z mediów. I tak dzieci, które przyjmowały, że:

- *Słońce jest nieruchome, Ziemia krąży wokół Słońca* oraz *Ziemia krąży wokół własnej osi*, tworzyły modele Układu Słonecznego, ustawiając Słońce pośrodku (mówiąc, że jest nieruchome) i przesuwaly plastelinowy kształt Ziemi wokół Słońca, jednocześnie obracając ją wokół własnej osi. Wyjaśniały, że dzień na Ziemi powstaje wtedy, gdy Słońce oświetla powierzchnię planety. W kwestii poruszania się Księżyca twierdziły, że porusza się po własnej orbicie dookoła Słońca;
- *Słońce jest nieruchome, Ziemia krąży wokół Słońca* a *Księżyc krąży wokół Ziemi* tworzyły model Układu Słonecznego, w którym Słońce lokalizowały w centrum, a Ziemię przesuwaly okrążając Słońce, zaś Księżyc przesuwaly tak, że wykonywał obrót dookoła Ziemi. Dzieci te nie uwzględniały jeszcze ruchu obrotowego Ziemi i tłumaczyły powstawanie dnia i nocy ruchem obiegowym Ziemi wokół Słońca.

Z wyjaśnień tak rozumujących dzieci wynika, że pod wpływem przyjmowanych od dorosłych informacji rezygnowały częściowo z osobistych doświadczeń (na podstawie których tworzyły opisane wcześniej intuicje). Na pytanie badającego: *Skąd o tym wiesz?*, powoływały się bowiem na informacje podane przez dorosłych lub wiadomości zawarte w znanych sobie



książeczkach i zaczerpnięte z telewizji. Zapewne ze względu na przekazywaną im złożoność heliocentrycznego Układu Słonecznego myliły ruch obiegowy Ziemi (wokół Słońca) z ruchem obrotowym Ziemi (wokół własnej osi).

*PORÓWNANIE MODELI MENTALNYCH W ZAKRESIE USTALANIA KSZTAŁTU ZIEMI I LOKALIZACJI LUDZI ŻYJĄCYCH NA ZIEMI PRZEPROWADZONYCH WŚRÓD DZIECI W RÓŻNYCH KRĘGACH KULTUROWYCH I DZIECI POLSKICH*

Przypomnę, że Vosniadou<sup>85</sup> opracowała na podstawie badań (przedstawiłem je w rozdziale 4) następujące astronomiczne modele mentalne dzieci:

- **Modele wstępne** (astronomiczne) zawierają opisy, w których dzieci odwołują się do codziennych doświadczeń i wydają się być pewne swoich racji.
- **Modele uproszczone** (astronomiczne) obejmują wyjaśnienia dzieci składające się z osobistych doświadczeń oraz informacji podawanych przez dorosłych lub wiadomości zawartych w przekazach medialnych. Spójność tych wyjaśnień zależy od tego, czy dominują w nich osobiste doświadczenia (intuicje) i jakie informacje przyswoiły sobie dzieci od dorosłych. Jeżeli dziecko uwzględnia więcej informacji zasłyszanych od dorosłych, wówczas – w swoich wyjaśnieniach – zbliża się do modeli naukowych. Gdy przyswoiło sobie mniej informacji od dorosłych, jego wyjaśnienia są zbliżone do intuicyjnych.
- **Modele naukowe** (astronomiczne) obejmują wyjaśnienia, w których dzieci rezygnują ze swoich intuicji na rzecz przyjętych informacji od dorosłych lub przekazów medialnych.

Przypomnę, że typologię tę Vosniadou i jej zespół opracowali na podstawie badań zrealizowanych wśród dzieci amerykańskich<sup>86</sup>. Uczni prowadzący badania dzieci wychowywanych w Indiach<sup>87</sup>, Estonii<sup>88</sup>, Szwecji<sup>89</sup>,

<sup>85</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585. S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>86</sup> Tamże.

<sup>87</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>88</sup> E. Kikas, *The Impact of Teaching on Students' Definitions and Explanations of Astronomical Phenomena*, dz. cyt., s. 439–454; T. Hannust, E. Kikas, *Children's knowledge of astronomy...*, dz. cyt., s. 89–104.

<sup>89</sup> K. Ehrlén, *Drawings as representations of children's conceptions*, dz. cyt., s. 41–57.

Holandii<sup>90</sup> i Anglii<sup>91</sup> dotyczące ich wiedzy astronomicznej także wyodrębnili modele mentalne wstępne, uproszczone i naukowe, potwierdzając tym samym ustalenia Vosniadou i jej zespołu. Dodam, że wszystkie te modele mentalne dotyczyły kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi oraz budowy Układu Słonecznego i zjawiska dnia i nocy.

W tabeli 9 porównuję astronomiczne modele mentalne dzieci wychowywanych w różnych kulturach z modelami dzieci polskich. W pierwszej kolumnie przedstawiam schematy rysunkowe oraz syntetyczny opis intuicji i zarysów pojęć astronomicznych dzieci polskich, a w drugiej – w podobny sposób – prezentuję intuicje i zarysy pojęć wyłonione na podstawie badań w innych kręgach kulturowych. W schematach rysunkowych dotyczących intuicji i zarysów pojęć dzieci wychowywanych w innych kulturach dodatkowo uwzględniam chmury i deszcz, gdyż były one brane pod uwagę w tych badaniach.

Analiza porównawcza astronomicznych modeli mentalnych dotyczących kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi opracowanych na podstawie wyników badań wśród dzieci polskich oraz modeli mentalnych dzieci wychowywanych w innych kulturach upoważnia mnie do sformułowania następujących wniosków dotyczących podobieństw i różnic. Zaczę od podobieństw.

**Stwierdzam silne podobieństwo występujące na poziomie mentalnych modeli astronomicznych. Dotyczą one:**

- wnioskowania o kształcie Ziemi, poczynając od modeli wstępnych, poprzez modele uproszczone, do modeli zbliżonych do naukowych;
- przemyśleń dotyczących lokalizacji ludzi na Ziemi zaliczonych do modeli wstępnych, uproszczonych i modeli zbliżonych do naukowych.





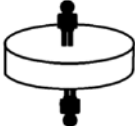


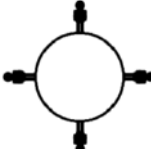
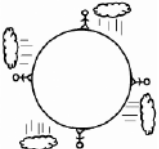
Drobne różnice wynikają z odmienności stosowanych metod. Realizując badania wśród dzieci polskich, umożliwiałem im jednoczesne działanie i wypowiedzanie swoich przemyśleń, tworzenie ruchomych obrazków dla przedstawienia zmian na dziennym i nocnym niebie oraz rozpoznawania i omawiania obiektów i zjawisk astronomicznych przedstawionych na fotografiach. Natomiast w badaniach nad wiedzą astronomiczną dzieci z innych kultur posługiwano się metodami słownymi uzupełnianymi dziecięcymi rysunkami.

Mimo tych podobieństw **istnieją pewne różnice w zakresie dziecięcych przemyśleń dotyczących kształtu Ziemi i lokalizacji mieszkających na niej ludzi.** W wypowiedziach dzieci polskich nie pojawiły się przemyślenia, które ujawnili uczeni badając wiedzę astronomiczną dzieci

<sup>90</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen B., Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

<sup>91</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, Is the world round or flat?..., dz. cyt., s. 124–141.

TABELA 9. Porównanie astronomicznych modeli mentalnych dzieci polskich z modelami mentalnymi dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych

Modele mentalne dzieci polskich dotyczące kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi na Ziemi		Modele mentalne dzieci wychowywanych w innych kulturach dotyczące kształtu Ziemi i lokalizacji ludzi na Ziemi	
	<p>Model wstępny zawierający intuicje: ludzie żyją na powierzchni mocno spłaszczonego placka w kształcie prostokąta</p>		<p>Model wstępny: Prostokątny model Ziemi (<i>rectangular earth model</i>), ludzie żyją na dysku w kształcie prostokąta lub kwadratu</p>
	<p>Model wstępny zawierający intuicje: ludzie żyją na górnej powierzchni Ziemi przedstawionej w formie spłaszczonego dysku</p>		<p>Model wstępny. Model płaskiej Ziemi (<i>disc earth model</i>): ludzie mieszkają na górnej powierzchni dysku</p>
	<p>Model uproszczony zawierający zarysy pojęć: ludzie mieszkają na górnej i dolnej płaszczyźnie Ziemi przedstawionej w formie spłaszczonego dysku.</p>		<p>Taki sposób wyjaśniania opisuje Vosniadou, ale nie uwzględnia go w modelach mentalnych dzieci. Powodem jest to, że nie został uznany za nielogiczny<sup>92</sup></p>
	<p>Model uproszczony zawierający zarysy pojęć: ludzie żyją tylko u góry kulistej Ziemi.</p>		<p>Model uproszczony: model okrągłej Ziemi (<i>spherical earth model</i>), na której ludzie żyją tylko na górze</p>
	<p>Model zbliżony do naukowego<sup>93</sup>: ludzie żyją z każdej strony kulistej Ziemi</p>		<p>Model naukowy: model okrągłej Ziemi (<i>spherical earth model</i>), na której ludzie żyją z każdej strony kulistej planety</p>

<sup>92</sup> Więcej na ten temat pisałem w rozdziale 4.

<sup>93</sup> Tworząc modele dzieci polskich, świadomie zrezygnowałem z nazwy stosowanej przez Vosniadou (model naukowy) na rzecz określenia model zbliżony do naukowego. Powodem jest to, że dzieci prezentując swoją wiedzę astronomiczną, posługiwały się intuicjami np. siły grawitacji, uzasadniając lokalizację ludzi na Ziemi.

wychowywanych w Ameryce i Indiach. Otóż w modelach mentalnych zaliczanych do uproszczonych u dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych wyodrębniono<sup>94</sup>:

- **model podwójnej Ziemi** (*dual earth model*), w którym dzieci twierdziły, że są dwa rodzaje Ziemi – płaska i kulista. Rysowały płaską linię horyzontu, umieszczały na niej domy, ludzi, drzewa (zgodnie z codziennym doświadczeniem), a na niebie rysowały „drugą Ziemię” przypominającą Księżyc na niebie. Umieszczając ludzi twierdziły, że spaść mogą tylko z kulistej Ziemi;
- **model pustej Ziemi** (*hollow sphere model*) ujawniały te dzieci, które uważały, że ludzie żyją w środku pustej Ziemi. Rysowały np. coś w rodzaju wydmuszki i w jej środku umieszczały okrąg i tam lokalizowały żyjących ludzi.

Żadne z 49 badanych polskich starszych przedszkolaków i uczniów klasy I nie opisywało w taki sposób kształtu Ziemi i nie lokalizowało w podobny sposób ludzi żyjących na niej. Być może ujawnienie tych modeli wynika z zastosowania różnych metod badawczych. W teście EARTH2 jeden z rysunków danym dzieciom do wyboru przedstawiał Ziemię w formie wydmuszki z umieszczonymi w środku sylwetkami ludzi<sup>95</sup>. Być może kilkoro dzieci sugerowało się tym obrazkiem uznając, że tak właśnie wygląda kształt Ziemi. W zastosowanym przeze mnie metodzie IZPA takich sugestii nie było.

*Porównanie modeli mentalnych w zakresie ustalania zjawiska dnia i nocy opracowanych na podstawie badań przeprowadzonych wśród dzieci w różnych kręgach kulturowych i dzieci polskich*

Nie ulega wątpliwości, że najważniejsze ustalenia dotyczące kształtowania się wiedzy astronomicznej dzieci zawdzięczamy Stelli Vosniadou i jej

<sup>94</sup> Szczegółowy opis zasygnalizowanych tu modeli mentalnych przedstawiłem w rozdziale 4.

<sup>95</sup> Badania te polegały na ustaleniu skuteczności tutoringu rówieśniczego w zakresie wzajemnego uczenia się przez dzieci zagadnień astronomicznych. Jedno z dzieci podczas organizowanej sytuacji miało być nauczycielem i wyjaśnić swojemu rówieśnikowi, jaki kształt ma Ziemia, gdzie mieszkają na niej ludzie, jak wygląda Układ Słoneczny i jaka jest przyczyna powstawania zjawiska dnia i nocy. W trakcie wyjaśnienia gdzie mieszkają ludzie na Ziemi, dziecko-nauczyciel narysowało okrąg i zaznaczyło ludzi w jego wnętrzu wskazując, że w środku jest małe Słońce, które daje ciepło. Inne dziecko posłużyło się opisem analogicznym do *podwójnej Ziemi*. Wyjaśniło: *Na niebie, wysoko jest kulista planeta i z tamtej ludzie spadają, a z tej naszej nie.*

zespołowi<sup>96</sup>. Dotyczy to procedur badawczych stosowanych dla ustalenia wiedzy dzieci amerykańskich o kształcie Ziemi, lokalizacji ludzi żyjących na Ziemi, zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego. Dodam, że Vosniadou<sup>97</sup> opisując ustalone przez siebie modele mentalne dzieci wyjaśniała, że w trakcie wieloletnich badań wielokrotnie zmieniała wynikające z nich wnioski i uogólnienia<sup>98</sup>. W roku 1994 opublikowała<sup>99</sup> typologię astronomicznych modeli mentalnych, która stanowi wyznacznik do badań prowadzonych wśród dzieci wychowywanych w innych kulturach, a mianowicie w Turcji, Estonii, Anglii, Szwecji, Grecji.

Moje badania nad wiedzą astronomiczną dzieci polskich mieszczą się w tym kręgu badań naukowych. Dotyczy to celów badań i procedur badawczych stosowanych w ustalaniu astronomicznych modeli mentalnych dzieci w wieku przedszkolnym i uczniów klas początkowych. Można więc porównać typologię modeli mentalnych dzieci wychowywanych w innych kulturach z modelami mentalnymi opracowanymi na podstawie badań wśród dzieci polskich.

W tabeli 10 zamieściłem to porównanie. W pierwszej kolumnie przedstawiam modele mentalne dzieci polskich dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego uzupełnione o schematy graficzne. W podobny sposób przedstawiam modele mentalne dzieci wychowywanych w innych kręgach dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego.



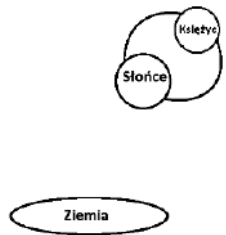
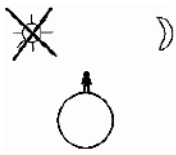
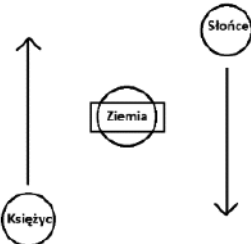
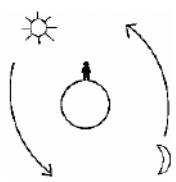
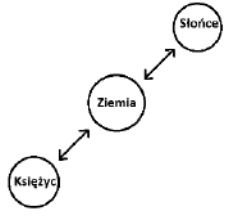
<sup>96</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>97</sup> Tamże.

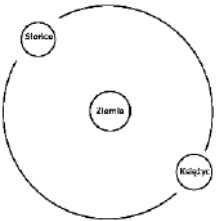
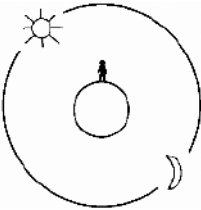
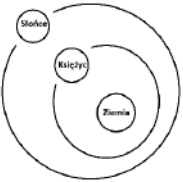
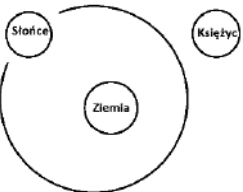
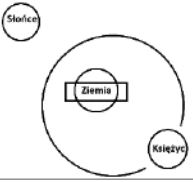
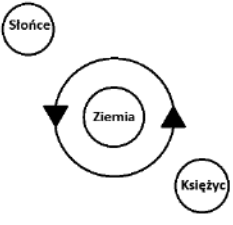
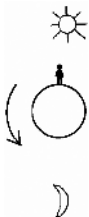
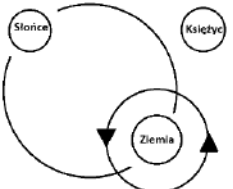
<sup>98</sup> Proces uogólniania przebiegał dwuetapowo. W pierwszym dokonała analizy wiedzy 60 dzieci (20 dzieci z klasy pierwszej, 20 dzieci z klasy trzeciej i 20 dzieci z klasy piątej) i utworzyła z nich 14 różnych sposobów wyjaśnień (w tej liczbie pomijam wyjaśnienia, które autorzy określili jako dwuznaczne lub nielogiczne). W każdym z nich – jak zaznaczyła Vosniadou – znajdowały się drobne różnice, jednak ogólny wydźwięk dziecięcych wyjaśnień został zachowany. Drugi etap uogólnienia został przeprowadzonych w kolejnych badaniach. Wykorzystała sformułowane wcześniej 14 sposobów wyjaśnień, by po ich weryfikacji na nowej grupie badanych (dzieci indyjskie) dokonać jeszcze większego uogólnienia. Ostatecznie Vosniadou wraz z zespołem opracowała 8 modeli mentalnych zjawiska dnia i nocy. Szczegółowo opisałem je w rozdziale 4.

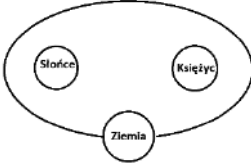
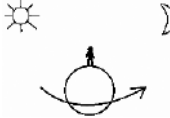
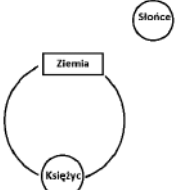

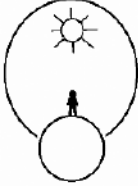
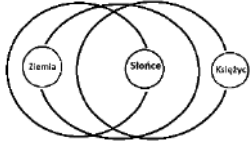
<sup>99</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

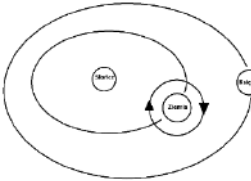

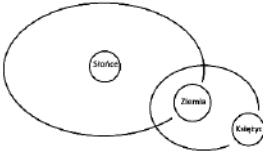
TABELA 10. Porównanie modeli mentalnych z intuicjami i zarysami pojęć w zakresie budowy Układu Słonecznego oraz zjawiska dnia i nocy

Modele mentalne dzieci polskich dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego		Modele mentalne dzieci wychowywanych w innych kulturach dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego	
	<p>Model wstępny zawierający intuicje: dzień i noc powstają w wyniku zasłonięcia przez chmurę Słońca i Księżycza</p>		<p>Model wstępny zawierający intuicje: Słońce jest zasłanianie przez chmury</p>
	<p>Model wstępny zawierający intuicje: dzień i noc powstają w wyniku krążenia wokół siebie Słońca i Księżycza znajdujących się powyżej płaskiej Ziemi</p>		<p>Model wstępny zawierający intuicje: Słońce przemieszcza się (bez wskazania kierunku), w jego miejsce pojawia się Księżyc</p>
	<p>Dwa modele uproszczone. Pierwszy zawiera zarys pojęcia: dzień i noc powstają w wyniku naprzemiennego pojawienia się Słońca i Księżycza na nieboskłonie</p>		<p>Jeden model uproszczony zawierający intuicje: Słońce przechodzi na dół, na inną stronę Ziemi. W to miejsce pojawia się Księżyc tworzący noc</p>
	<p>Drugi model uproszczony zawierający zarys pojęcia: zjawisko dnia i nocy jest efektem naprzemiennego zbliżenia się do Ziemi Słońca i Księżycza</p>		



Modele mentalne dzieci polskich dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego		Modele mentalne dzieci wychowywanych w innych kulturach dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego	
	Cztery modele uproszczone. Pierwszy zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają w wyniku obiegu Słońca i Księżyca wokół nieruchomej Ziemi		Jedne model uproszczony zawierający zarys pojęcia: Słońce i Księżyc krążą wokół nieruchomej Ziemi
	Drugi model zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają jako efekt przybliżenia się i oddalenia Słońca od Ziemi		
	Trzeci model zawierający zarys pojęcia: dzień powstaje w wyniku oświetlenia przez Słońce powierzchni Ziemi. Słońce krąży wokół nieruchomej Ziemi		
	Czwarty model zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają w wyniku oddalenia się Księżyca od Ziemi		
	Dwa modele uproszczone. Pierwszy zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają w wyniku ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi		Jeden model uproszczony zawierający zarys pojęcia: Ziemia obraca się, a Słońce i Księżyc są stałe po przeciwnych stronach
	Drugi zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają w wyniku oddalenia się Ziemi od Księżyca		

Modele mentalne dzieci polskich dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego		Modele mentalne dzieci wychowywanych w innych kulturach dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego	
	<p>Dwa modele uproszczone zbliżone do modelu naukowego. Pierwszy zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają w wyniku okrążania przez Ziemię nieruchomego Słońca i Księżyca</p>		<p>Jeden model uproszczony zbliżony do modelu naukowego zawierający zarys pojęcia: Ziemia obraca się bokiem, a Księżyc i Słońce są stałe, po przeciwnych stronach</p>
	<p>Drugi zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają jako efekt przybliżenia i oddalania się Ziemi od Słońca</p>		
	<p>Dwa modele uproszczone. Pierwszy zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają podczas oddalania Ziemi od nieruchomego Księżyca</p>		<p>Jeden model uproszczony zawierający zarys pojęcia: Ziemia krąży wokół Słońca (Księżyc jest nieokreślony)</p>
	<p>Drugi model uproszczony zawierający zarys pojęcia: dzień i noc powstają jako efekt przybliżenia się Ziemi do Słońca</p>		

Modele mentalne dzieci polskich dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego	Modele mentalne dzieci wychowywanych w innych kulturach dotyczące zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego	
	<p>Dwa modele zbliżone do naukowego. Pierwsze pojęcie zbliżone do naukowego: dzień i noc powstają jako efekt ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi wokół Słońca oraz oddalenia się od Księżyca</p>	 <p>Jeden model naukowy zawierający pojęcie: Księżyc obiega Ziemię. Ziemia (wraz z Księżycem) obiega Słońce. Ziemia obraca się wokół własnej osi</p>
	<p>Drugie pojęcie zbliżone do naukowego: dzień i noc powstają w wyniku ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi. Ziemia wykonuje dodatkowo ruch wokół Słońca, a Księżyc krąży wokół Ziemi</p>	

Porównując modele astronomiczne zjawiska dnia i nocy oraz wyobrażenie budowy Układu Słonecznego, ustalonych **na podstawie wyników badań wśród dzieci polskich oraz modeli mentalnych dzieci wychowywanych w innych kulturach, stwierdzam pewne podobieństwa i różnice.** Wszystkie przeświadczenia dotyczące zjawiska dnia i nocy u dzieci polskich oraz dzieci z innych kręgów kulturowych dały się uporządkować w modele wstępne, uproszczone i naukowe. Przy czym **w obrębie:**

- **modeli wstępnych** zawierających intuicje astronomiczne dzieci polskich są analogiczne do modeli wstępnych (także zawierających intuicje) opracowanych w wyniku badań dzieci z innych kultur;
- **modeli uproszczonych** zawierających zarysy pojęć astronomicznych dotyczących zjawiska dnia i nocy wyodrębniono pięć modeli szczegółowych, zarówno w badaniach dotyczących dzieci polskich, jak i dzieci wychowywanych w innych kulturach. Na podstawie badań przeprowadzonych wśród dzieci polskich w tych pięciu modelach szczegółowych wyodrębniłem 12 wariantów w zależności od stopnia dominowania

informacji przyjmowanych od dorosłych nad intuicjami astronomicznymi;

- **modeli naukowych:** w badaniach zrealizowanych wśród dzieci z różnych kultur wyodrębniono jeden model i nazwano go naukowym. Natomiast w badaniach zrealizowanych wśród dzieci polskich wyodrębniłem dwa modele: jeden zbliżony do naukowego, drugi analogiczny do modelu naukowego ustalonego dla dzieci wychowywanych w innych kulturach.

**Stwierdzone różnice wynikają z odmienności stosowanych metod badawczych.** W badaniach nad wiedzą astronomiczną dzieci z innych kultur posługiwano się głównie metodami słownymi uzupełnianymi dziecięcymi rysunkami. Natomiast realizując badania wśród dzieci polskich, umożliwiałem im jednoczesne działanie w trójwymiarowej przestrzeni i wypowiedzanie swoich przemyśleń, tworzenie ruchomych obrazków dla przedstawienia zmian na dziennym i nocnym niebie oraz rozpoznawania i omawiania obiektów i zjawisk astronomicznych przedstawionych na fotografiach. Dzieci polskie miały więc zdecydowanie więcej czasu i mogły precyzyjniej przedstawić swoje przemyślenia dotyczące zjawiska dnia i nocy. Umożliwiło to uchwycenie subtelnych różnic w dziecięcych sposobach rozumienia istoty zjawiska dnia i nocy.

Dodam, że na podstawie wyjaśnień zjawiska dnia i nocy wnioskowano, jak dzieci wychowywane w innych kulturach wyobrażają sobie Układ Słoneczny. Korzystając z tych doświadczeń, ustaliłem też, jak dzieci polskie wyobrażają sobie Układ Słoneczny. Podstawą było to, jak dzieci ustalały w działaniu<sup>100</sup>:

- relację pomiędzy Ziemią, Księżycem i Słońcem. Twierdziły, że np. Ziemia jest w centrum układu, a Słońce i Księżyc są po jej przeciwległych stronach, lub Słońce jest w centrum układu, Ziemia jest oddalona od Słońca, a Księżyc jest blisko Ziemi;
- ruch obiektów astronomicznych. Pokazywały i wyjaśniały, że np. Ziemia krąży wokół własnej osi i wokół Słońca i Księżyc krąży dookoła Ziemi.

Z analizy porównawczej modeli mentalnych ustanowionych dla dzieci wychowywanych w innych kulturach i dla dzieci polskich wynika, że

<sup>100</sup> Przypominam, że w badaniach zrealizowanych wśród dzieci polskich przedstawiały one swoje przemyślenia dotyczące relacji Ziemia–Słońce–Księżyc, manipulując plastelinowymi kształtami obiektów niebieskich oraz w trakcie konstruowania ruchomych obrazów manipulując kartonowymi sylwetkami Słońca i Księżyca.

w tym obszarze kształtowania się wiedzy astronomicznej nie ma wielkich różnic.

Z badań przedstawionych wśród dzieci polskich wynika ponadto, że **ich wiek nie ma wpływu na to, do jakiego modelu mentalnego należy ich wiedza astronomiczna.** Wśród dzieci, których poglądy zostały zakwalifikowane do modeli wstępnych (intuicyjnych), są zarówno pięcioletki, jak i ośmiolatki. Podobnie jest w przypadku modeli uproszczonych (zawierających zarysy pojęć astronomicznych) – zaliczyłem do przekonania dzieci przedszkolne, jak i dzieci uczęszczające do szkoły podstawowej. Co do modeli mentalnych zbliżonych do naukowych i naukowych, również wiek dzieci nie odgrywał większej roli: takimi przekonaniem wykazał się bowiem jeden przedszkolak i jeden uczeń klasy pierwszej.

Dzięki wyodrębnieniu różnych wariantów modeli uproszczonych (zawierających zarysy pojęć astronomicznych) oraz naukowych lub zbliżonych do naukowych mogłem ustalić jeszcze jedną prawidłowość – różnice w zakresie poziomu poszczególnych rozumowań branych pod uwagę w danym modelu. **Różnice te wynikają ze swoistego dualizmu stosowanego przez dzieci w wyjaśnieniach, w których korzystają jednocześnie z intuicji i zarysów pojęć astronomicznych.** Złożoność rozważanego przez dziecko problemu sprawia, że:

- w niektórych zakresach rozumowania łatwiej mu korzystać z intuicji;
- a w innych korzystać z informacji podanych przez dorosłych w formie zarysu pojęcia.

Na to nakłada się jeszcze porządek rozwojowy przechodzenia z rozumowania przedoperacyjnego (intuicyjnego) na poziom operacji konkretnych (w sensie Piageta). Konsekwencją jest skłonność dzieci do prezentowania swoich przemyśleń na różnym poziomie kompetencji. Obok przemyśleń mających cechy naukowe (formułowane już na poziomie operacyjnych konkretnych – w sensie Piageta), występują stwierdzenia charakterystyczne dla intuicji astronomicznych.

Dla pokazania tego problemu opracowałem tabelę 11. Przedstawiłem w niej, jak dziewięcioro wybranych dzieci<sup>101</sup> posługiwało się w swoich

<sup>101</sup> Badaniami objąłem grupę 49 dzieci. Większość z nich wypowiedziała się, łącząc stwierdzenia charakterystyczne dla różnych modeli mentalnych. Przedstawienie w sposób najbardziej syntetyczny różnych kombinacji dziecięcych stwierdzeń zajmowałoby kilkanaście stron tekstu. Dlatego uznałem, że dla pokazania omawianego problemu wystarczy przedstawić poglądy dziewięciorga wybranych dzieci, które w swoich wyjaśnieniach kontrastowo przedstawiały swoje przekonania.

wypowiedziach jednocześnie rozumowaniami typowymi dla modeli wstępnych, uproszczonych i naukowych. W kolumnie pierwszej tabeli przedstawiam kręgi tematyczne (dienne i nocne niebo, kształt Ziemi, lokalizacja ludzi na Ziemi oraz zjawisko dnia i nocy). W dziewięciu kolumnach wymieniam dzieci (z podaniem ich wieku). W rubrykach tabeli zaznaczam symbolicznie poziom formułowanych stwierdzeń: N jeżeli w danym kręgu tematycznym dziecko stosowało wyjaśnienia typowe dla modelu naukowego, U gdy były one typowe dla modeli uproszczonych i W kiedy wypowiedź dziecka bazowała na intuicjach, charakterystycznych dla modeli wstępnych mentalnych.

TABELA 11. Modele mentalne wstępne (W), uproszczone (U) i naukowe (N) w wypowiedziach niektórych badanych dzieci dotyczących poruszanych w badaniach kręgów tematycznych

	Zosia (5)	Szymon (5)	Paweł (5)	Olivia (6)	Kacper (6)	Maja (7)	Nikodem (7)	Sara (8)	Justyna (8)
Dienne i nocne niebo	N	W	N	U	U	U	W	U	U
Kształt Ziemi	N	N	W	W	N	N	W	N	N
Lokalizacja ludzi na Ziemi	N	N	W	W	N	N	U	U	N
Zjawisko dnia i nocy	N	U	U	W	U	U	W	U	U

Tak zestawione wyjaśnienia pokazują, że wyjątkiem są dzieci, które we wszystkich analizowanych obszarach wykazują się zbliżonym poziomem rozumowania (wśród badanych dzieci polskich był 5-latek, który formułował już dojrzałe naukowe wyjaśnienia). Zdecydowana większość dzieci przedstawiała swoje przemyślenia jednocześnie na wielu poziomach: obok stwierdzeń zaliczanych do modeli naukowych (lub zbliżonych do naukowych) posługiwały się stwierdzeniami typowymi dla modeli uproszczonych, a nawet wstępnych (intuicyjnych).

Na przykład 5-letni Paweł wyjaśniał zjawiska dziennego i nocnego nieba w sposób zbliżony do naukowego, z kolei opisując kształt Ziemi i lokalizując na niej ludzi tłumaczył, że ludzie mieszkają na płaskiej Ziemi. Zjawisko dnia i nocy wyjaśnił poprzez naprzemienne unoszenie się i opadanie Słońca i Księżyca. Paweł posługiwał się wyjaśnieniami zaliczanymi do trzech modeli mentalnych. Dodam, że najczęściej wyjaśnienia dzieci łączyły elementy charakterystyczne dla modeli wstępnych lub uproszczonych i naukowych.



**To, że dzieci w jednej wypowiedzi łączą stwierdzenia na różnych poziomach kompetencji, jest naturalne i uzasadnione wpływem wychowawczym dorosłych oraz skłonnością do rozumowania na zasadzie, którą Jean Piaget określa dwoistością stanów i przekształceń.** Skłonność do takiej dwoistości w rozumowaniu dziecka pogłębiają dorośli, podając dzieciom informacje niedostosowane do ich możliwości poznawczych. Dziecko dąży więc do połączenia swoich intuicji z wiadomościami przekazywanymi przez dorosłych. Stąd dwoistość przekonań dotyczących np. kształtu Ziemi lub zjawiska dnia i nocy.

Bywa też, że – wskazałem to w rozdziale 2 – niektórzy dorośli odpowiadając na pytania dzieci, przekazują im nieprawdziwe informacje astronomiczne. Dziecięcy umysł musi sobie z tym jakoś poradzić: jeżeli autorytet dorosłego jest silny, przyjmuje te informacje jako właściwe. Wyjaśnia to cytowany wcześniej Stefan Szuman analizując proces tworzenia przez dzieci wiedzy w sytuacji pytań stawianych dorosłym oraz ich odpowiedzi.

Kończąc analizę wyników badań dotyczących intuicji i zarysów pojęć astronomicznych przeprowadzonych w polskich przedszkolach i szkołach, formułuję następujące wnioski:

- **Różnice indywidualne dzieci wykazały bogatą wiedzę astronomiczną, którą można było uporządkować i wyznaczyć dziecięce modele mentalne wstępne (intuicyjne), uproszczone (zarysy pojęć) i naukowe (pojęcia zbliżone do naukowych).** W tym zakresie wiedza astronomiczna dzieci polskich nie odbiega od modeli mentalnych ustalonych dla dzieci z innych kręgów kulturowych.
- **Wiedza astronomiczna dzieci polskich w obrębie modeli mentalnych wstępnych, uproszczonych i naukowych nie jest jednorodna pod względem poziomu i precyzji rozumowania**<sup>102</sup>. Na przykład w wypowiedziach dzieci zaliczanych do modeli wstępnych (intuicyjnych) pojawiały się sądy, w których dane dziecko posługiwało się już zarysami pojęć astronomicznych, a w wypowiedziach zaliczanych do modeli uproszczonych (zarysy pojęć) zdarzały się przekonania zbliżone do intuicyjnych, formułowanych przez dziecko obok wypowiedzi zbliżonych do naukowych.
- **Źródła dziecięcej wiedzy astronomicznej.** Dzieci korzystają z własnych doświadczeń, informacji usłyszanych od dorosłych i wiadomości z mediów. Dotyczy to wypowiedzi zaliczanych do wszystkich modeli

<sup>102</sup> Przypominam, że podstawą zaklasyfikowania przekonań dzieci do danego modelu mentalnego był poziom rozumowania dominujący w jego wypowiedziach.

mentalnych. Ustaliłem, że wiedza astronomiczna dzieci polskich jest wyznaczona możliwościami umysłowymi, swoistym konfrontowaniem osobistych doświadczeń z informacjami podanymi przez dorosłych lub pozyskanymi z audycji telewizyjnych, internetu itd. Niestety rola edukacji przedszkolnej i szkolnej w budowaniu wiedzy astronomicznej dzieci jest bardzo niewielka (zaledwie śladowa).

- **Konsekwencją tego, że dzieci polskie budują swój system wiedzy astronomicznej głównie poza ramami edukacji szkolnej jest to, że obok intuicji posługują się zarysami pojęć i pojęciami zbliżonymi do naukowych.** Sprawia to wrażenie, że w obrębie wyodrębnionych modeli mentalnych dzieci polskie budują system wiedzy astronomicznej w sposób nieco chaotyczny. Jednocześnie pojawia się zdumienie, że potrafią dochodzić do wiedzy astronomicznej właściwie bez udziału edukacji przedszkolnej i szkolnej.
- **W ogólnych zarysach stan wiedzy astronomicznej polskich dzieci i ich rówieśników w innych krajach jest zbieżny.** Wypowiedzi polskich dzieci można było uporządkować w modele mentalne wstępne, uproszczone i naukowe podobne do tych, które ustanowiono dla dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych. Niewielkie różnice wynikają z odmienności stosowanych metod badawczych<sup>103</sup>.

Po tych ustaleniach warto zastanowić się nad procesem kształtowania się wiedzy astronomicznej dzieci polskich. Nad tym, w jaki sposób przechodzą one od intuicji, przez zarysy pojęć, do pojęć zbliżonych do naukowych. Kwestię tę omówię w następnym rozdziale.

<sup>103</sup> Różnice w zakresie stosowanych metod przedstawiłem w rozdziale 6 oraz w załączniku 2.

# 7 JAK DZIECI PRZECHODZĄ Z INTUICJI DO ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH I DALEJ DO POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH – WYNIKI BADAŃ, ICH INTERPRETACJA I WNIOSKI<sup>1</sup>

Po zrealizowaniu projektu badawczego *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* przystąpiłem do drugiego projektu w obrębie programu badawczego *Dziecięca astronomia*<sup>2</sup>. W obrębie projektu *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych* wykonałem badania w ramach trzech następujących celów badawczych:

- ustaliłem przebieg procesu, w którym dzieci przechodzą od intuicji do zarysów pojęć astronomicznych i dalej, do pojęć zbliżonych do naukowych;
- wyjaśniłem, czym są spowodowane różnice indywidualne w konstruowanych intuicjach i zarysach pojęć astronomicznych dzieci;
- określiłem różnice w obrębie modeli wstępnych (zawierających intuicje), uproszczonych (złożonych z zarysów pojęć) i zaliczanych do naukowych opracowanych na podstawie badań zrealizowanych wśród dzieci polskich do analogicznych modeli ustalonych dla dzieci wychowywanych w innych kulturach.

Wśród zmiennych, które mogą mieć wpływ na kształtowanie się intuicji i zarysów pojęć astronomicznych u dzieci, brałem pod uwagę: wiek, płeć i miejsce zamieszkania. W badaniach tych uczestniczyło 444 dzieci

<sup>1</sup> Częściowe wyniki tych badań zostały opublikowane w artykułach: J.A. Jelinek Dziecięca astronomia. Dominujące modele umysłowe kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy u dzieci od 5. do 10. roku życia, *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 3/2018, s. 22–29; The effectiveness of peer tutoring in the field of teaching basic astronomical concept among older preschoolers and young pupils. A quantitative analysis, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas Pedagogika*, 19/2019, s. 147–158; Dziecięca astronomia. Jak starsze przedszkolaki i młodsi uczniowie wyjaśniają kształt Ziemi i jej miejsce w kosmosie (wykład inauguracyjny), *Leszczyński Notatnik Akademicki*, 65/2019, s. 14–16.

<sup>2</sup> Uzasadnienie dotyczące wspólnych założeń tych projektów badawczych omówiłem w rozdziale 5.

w wieku od 5. do 10. roku życia. Wśród nich 99 dzieci było w wieku pięciu i sześciu lat, 242 dzieci w wieku siedmiu i ośmiu lat, a 103 dzieci w wieku dziewięciu i dziecięciu lat. W tej grupie było 252 chłopców i 192 dziewczynki; 206 dzieci pochodziło ze średniej wielkości podwarszawskiego miasta, a pozostałe 238 dzieci z oddalonej o 10 km wsi<sup>3</sup>.

Przystępując do badań w ramach projektu badawczego *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć*, dysponowałem już modelami mentalnymi dzieci polskich opracowanych w ramach projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*. Modele te przedstawiłem w poprzednim rozdziale. Dysponując nimi, mogłem ustalić częstość występowania modeli mentalnych u starszych przedszkolaków i uczniów z klas I–III. Przypominam, że było to możliwe dzięki zastosowaniu testu przesiewowego EARTH2 (*Earth Representation Test for Children*, Test Reprezentacji Ziemi dla dzieci)<sup>4</sup>.

Przypominam, że narzędzie to przeznaczone jest dla osób od 4. do 16. roku życia. Test zawiera dziewięć pytań, które przekazywane są badanym w formie dziesięciostronicowej broszury. Każde pytanie jest zamieszczone na osobnej stronie wraz z obrazkami, które stanowią symbol graficzny modelu mentalnego (znak ikoniczny)<sup>5</sup>. Osoby badane słuchają kolejnych pytań i wybierają ilustrację, która odpowiada na to pytanie i zaznaczają je, obwładając pętlą. Przygotowując pytania, autorzy testu posłużyli się modelami mentalnymi kształtu Ziemi opisanymi przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera<sup>6</sup>. Tym samym badani udzielając odpowiedzi na pytania (jak wygląda Ziemia, gdzie mieszkają ludzie na Ziemi, gdzie są chmury, co się

<sup>3</sup> Szczegółowe informacje zawarte są w rozdziale 6. W tym miejscu chcę przypomnieć, że te badania zrealizowałem w innej grupie dzieci niż tej, którą objąłem badaniami w ramach pierwszego projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*.

<sup>4</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296. Szczegółowo test opisałem w rozdziale 5 oraz w załączniku 1. Test został także dołączony do publikacji w formie załącznika 3.

<sup>5</sup> W tekście będę używał określenia obrazki w znaczeniu symboli graficznych (znaków ikonicznych), z których składają się odpowiedzi na pytania zawarte w teście EARTH2.

<sup>6</sup> Przypominam, że modele mentalne opracowane przez Stellę Vosniadou i jej zespół są uznane w literaturze anglojęzycznej jako wyznacznik o kształtowaniu się wiedzy astronomicznej dzieci. Uzasadnienie podaję w rozdziale 5.2.3. Autorzy testu bazując na ustaleniach Vosniadou i jej zespołu, konstruując kafeterię odpowiedzi, bazowali na następujących modelach mentalnych: (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”. Analizę odpowiedzi (symboli graficznych) zawartych w teście pod kątem modeli mentalnych Vosniadou i jej zespołu przedstawiłem w załączniku 1.

stanie z piłką kopniętą przez olbrzyma...), zaznaczali ilustrację odpowiadającą modelom mentalnym.

Realizując projekt *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć*, przeprowadziłem test EARTH2 w ostatnich miesiącach roku szkolnego, gdy nauczyciele deklarowali, że zrealizowali już zagadnienia astronomiczne<sup>7</sup>. Można więc przyjąć, że wynik testu odnosi się do astronomicznej wiedzy badanych<sup>8</sup> – efekt intuicji dziecięcych zmienianych pod wpływem przyswajania informacji z audycji telewizyjnych, wyjaśnień dorosłych w tym też wiedzy przekazanej przez nauczyciela w przedszkolu i szkole.

## 7.1 PROCES PRZECHODZENIA Z INTUICJI DO ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH DZIECI POLSKICH NA PODSTAWIE BADAŃ REALIZOWANYCH W PROJEKCIE *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ*

Zacznę od przypomnienia, że kolejne modele mentalne wiedzy astronomicznej ustalone przez Stellę Vosniadou z zespołem i potwierdzone w badaniach dzieci z różnych kultur (w tym także dzieci polskich<sup>9</sup>) są uporządkowane liniowo z zachowaniem reguły<sup>10</sup> – każdy następny model wywodzi się z poprzedniego i stanowi podstawę tworzenia przez dziecko następnego modelu mentalnego, bardziej zbliżonego do wiedzy naukowej. Tak uporządkowane modele mentalne wyznaczają proces kształtowania się wiedzy

<sup>7</sup> W mojej ocenie treści te są nader skromne i chaotycznie dobrane. Uzasadnienie podałem w rozdziale 2.

<sup>8</sup> Ponieważ testem tym badałem dzieci w wieku od 5 do 10. roku życia, wynik świadczy o stanie wiedzy badanych dzieci kończących przedszkole, klasę pierwszą, drugą i trzecią.

<sup>9</sup> Modele te opisałem w poprzednim rozdziale – są one w zarysie zbieżne z modelami mentalnymi dzieci z różnych kultur, różnice dotyczą głównie stopnia uszczegółowienia. To znaczy, że analizując wiedzę astronomiczną dzieci polskich, wyróżniłem dwa–trzy modele szczegółowe mieszczące się w obrębie jednego modelu mentalnego ustalonego przez Stellę Vosniadou i potwierdzonego w badaniach dzieci z innych kultur.

<sup>10</sup> Zachowanie takiego porządku jest charakterystyczne dla badań nad rozwojem dzieci, np. stadia rozwoju umysłowego opracowane przez Jeana Piageta przechodzące od poziomu inteligencji sensomotorycznej przez poziom przedoperacyjny i poziom operacji konkretnych do poziomu operacji formalnych (por. M. Przetacznikowa, *Podstawy rozwoju psychicznego dzieci i młodzieży*, Warszawa 1978, s. 104–115).

astronomicznej w okresie od 6. do 11. roku życia<sup>11</sup>. Każde dziecko konstruując swoją wiedzę astronomiczną, zachowuje następujący porządek:

- najpierw tworzy intuicje astronomiczne zwane też wstępnymi modelami mentalnymi;
- następnie przechodzi do zarysów pojęć zwanych uproszczonymi modelami;
- potem tworzy pojęcia zbliżone do naukowych, zwane mentalnymi modelami naukowymi.

Ustalając różnice indywidualne w tym procesie, trzeba uwzględnić to, że w każdym z wymienionych modeli brane są pod uwagę następujące składowe: kształt Ziemi, lokalizacja obiektów (ludzi i przedmiotów) i sposób poruszania się ich na Ziemi, relacja między Ziemią a Słońcem oraz zjawisko dnia i nocy (charakterystyka tych składowych znajduje się w rozdziale 6). Pozostają do wyjaśnienia problemy:

- **różnic indywidualnych w kwestii czasu, a więc okresu życia, w którym dzieci tworzą intuicje astronomiczne – wstępne modele mentalne, przechodzą do poziomu tworzenia zarysów pojęć astronomicznych – uproszczone modele mentalne i wreszcie osiągają poziom pojęć zbliżonych do naukowych – modele naukowe;**
- **wpływu takich zmiennych jak płeć, miejsce zamieszkania** na proces przechodzenia dzieci z intuicji i zarysów pojęć na pojęcia zbliżone do naukowych;
- **łączenia w jednej wypowiedzi stwierdzeń o różnym stopniu zaawansowania wiedzy astronomicznej:** obok intuicji dziecko przedstawia zarysy pojęć astronomicznych lub zarysy pojęć astronomicznych łączy z pojęciami zbliżonymi do naukowych.

Podstawą tych ustaleń są wyniki badań, w których uczestniczyło 444 dzieci polskich w wieku od 5. do 10. roku życia. Wyjaśnienie tych problemów z jednej strony przyczyni się do pogłębienia wiedzy o kształtowaniu wiedzy astronomicznej u dzieci polskich, a z drugiej zaś pozwoli na sformułowanie wniosków dotyczących zmiany na lepsze szkolnej i pozaszkolnej edukacji astronomicznej dzieci.


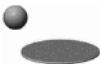



<sup>11</sup> Chcę tu wyjaśnić, że test EARTH2 jest – według zapewnień jego autorów – przeznaczony dla dzieci od 4. do 16. roku życia. Niemniej jednak Stella Vosniadou badała dzieci od 6;4 do 11;9 roku życia. W badaniach zrealizowanych w Polsce (wyniki opisałem w rozdziale 6) uczestniczyły także dzieci od 5. do 8. roku życia.



**CO DZIECI SĄDZĄ O KSZTAŁCIE ZIEMI NA POZIOMIE INTUICJI,  
ZARYSÓW POJĘĆ I POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH  
Z UWZGLĘDNIENIEM ICH WIEKU, PŁCI I MIEJSCA  
ZAMIESZKANIA – WYNIKI BADAŃ**

Przypomnę, że w pierwszym pytaniu testu EARTH2 dzieci oglądały pięć symboli graficznych (obrazków) przedstawiających schematycznie kształt Ziemi i zaznaczały ten, który uznały za właściwy. W tabeli 12 przedstawiam dane dotyczące dziecięcych wyborów<sup>12</sup>. W pierwszej kolumnie przedstawiam w miniaturze oglądane obrazki, w drugiej podaję liczbę dzieci wybierających dany obrazek. Kolumnę tę podzieliłem na dwie części i podaję liczbę chłopców oraz dziewczynek. W czwartej informacji dotyczące miejsca zamieszkania, a w piątej wiek badanych dzieci.

TABELA 12. Jaki jest kształt Ziemi – dane dotyczące<sup>13</sup> odpowiedzi dzieci na pytanie (1)  
*Jak wygląda Ziemia?*

Symbole graficzne (obrazek) <sup>596</sup> z testu EARTH2 przedstawiające kształt Ziemi	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
		Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	438 98,6%	251 98,4%	187 98,9%	204 99%	234 98,3%	99 100%	237 97,9%	102 99%
	4 0,9%	2 0,8%	2 1,1%	2 1%	2 0,8%	0 0%	3 1,2%	1 1%
	1 0,2%	1 0,4%	0 0%	0 0%	1 0,4%	0 0%	1 0,4%	0 0%
	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
	1 0,2%	1 0,4%	0 0%	0 0%	1 0,4%	0 0%	1 0,4%	0 0%

<sup>12</sup> Dodam, że wszystkie tabele z odpowiedziami dzieci na poszczególne pytania w teście EARTH2 zamieściłem w załączniku 4.



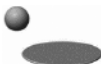
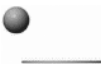






<sup>13</sup> W kolumnie pierwszej i pierwszym rzędzie tabeli podaję liczę dzieci oraz określam procenty.

<sup>14</sup> Symbol graficzny (ikoniczny) modelu mentalnego (znak ikoniczny).

Dane zawarte w tabeli 13 pokazują, że zdecydowana większość dzieci (98,6%) wskazała, że Ziemia jest okrągła. Tylko niewielki procent badanych (1,4%) zaznaczył odmienny kształt Ziemi niż kulisty. Zdziwienie budzi to, że nawet 5-latki wybierały symbole graficzne, które podkreślały kulistość Ziemi.

Podobne wyniki (na poziomie 96,6%) uzyskano w pytaniu kontrolnym (ósmym) – *Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?* Dane liczbowe przedstawiam w tabeli 13 skonstruowanej podobnie jak tabela 12, z tą tylko różnicą, że w pierwszej kolumnie umieściłem dwa rysunki schematyczne kształtu Ziemi (ikony). Pozostałe kolumny w tabeli 12 i 13 dotyczą tych samych zmiennych.

TABELA 13. Jaki jest kształt Ziemi – porównanie<sup>15</sup> odpowiedzi na pytanie 1 (*Jak wygląda Ziemia?*) i 8 (*Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?*) – dane liczbowe

Pytanie 1	Liczba wskazań	Pytanie 8	Liczba wskazań*	Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
				Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	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%

\* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 1 i 8 wskazały ten sam kształt Ziemi.

<sup>15</sup> W kolumnie pierwszej i pierwszym rzędzie tabeli podaję liczę dzieci oraz określam procenty. Dodam, że dane liczbowe umieszczone w tabeli odnoszą się do dzieci, które odpowiadając na 1 i 8 pytanie wybrały obrazki przedstawiające schematycznie ten sam kształt Ziemi.

Nim przystąpię do interpretowania danych zawartych w tabelach, chcę wyjaśnić, że podczas rozwiązywania testu EARTH2 dzieci w każdej grupie badanych zwracały uwagę, że pytanie o kształt Ziemi było już wcześniej zadawane, co oznacza, że miały świadomość charakteru wcześniejszych odpowiedzi. Jest to o tyle istotne, że kolejność zadawanych pytań miała wpływ na udzielanie odpowiedzi. Dzieci, które wybierały różne symbole graficzne (obrazki), słysząc pytanie 1 i 8 albo nie potrafiły zachować w pamięci zadanych pytań, albo były niepewne, jeśli chodzi o kształt Ziemi (poziom intuicji i zarysów pojęć).

Znaczące jest też to, że inne wyniki badań<sup>16</sup> dotyczące kształtu Ziemi uzyskałem w sytuacji, gdy dzieci lepiły z plasteliny kształt Ziemi i uzasadniały słownie np. to, że Ziemia jest płaska (takich wypowiedzi było 14 na 49 badanych, w tym siedmiorga starszych przedszkolaków)<sup>17</sup>. Niespójność wypowiedzi dzieci dotyczących kształtu Ziemi można wyjaśnić społecznym kontekstem prowadzenia badań:

- formułowanie intuicji dotyczących kształtu Ziemi na podstawie własnych doświadczeń nie dzieje się w oderwaniu od wyjaśnień dorosłych lub oglądanych symboli graficznych przedstawiających kulistą Ziemię, których autorami są także dorośli;
- dzieci (nawet pięcioletki) orientują się, kiedy dorosły chce sprawdzić ich wiadomości (także wówczas, gdy zadaje pytanie, a one mają wybrać obrazek). Mają świadomość, że jest to ważne wydarzenie;
- chcąc spełnić oczekiwania dorosłego (który ocenia ich wiadomości), rezygnują ze swoich intuicji i wybierają ten symbol graficzny, który spodoba się dorosłemu. Dorośli nie pokazują przecież dzieciom obrazków przedstawiających Ziemię w kształcie płaskiego placka.

Wybór obrazka przedstawiającego kulistą Ziemię, na pytania *Jak wygląda Ziemia?* (pytanie 1) i *Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?* (pytanie 8) nie musi więc świadczyć, że dziecko jest przekonane o kulistości Ziemi. W innej sytuacji – a tak było w badaniu, gdy dzieci miały uformować Ziemię z plasteliny i słownie to uzasadnić – to samo dziecko twierdziło, że Ziemia ma kształt płaski, podobny do placka uformowanego z plasteliny. A zatem to, że **dzieci na cytowane wcześniej pytania wybrały obrazek przedstawiający kulistą Ziemię świadczy o tym, że już zetknęły się z takimi poglądami (bądź usłyszały je od dorosłych lub widziały na**

<sup>16</sup> Przedstawione w rozdziale 6.

<sup>17</sup> Szczegółowe informacje na temat wypowiedzi dzieci o kształcie Ziemi w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć* przedstawiłem w rozdziale 6.1.

obrazkach przedstawionych przez dorosłych) i są skłonne zastąpić własne intuicje zarysami pojęć.

Świadczą o tym wybierane przez dzieci obrazki przedstawiające lokalizację obiektów (ludzie i drzew) na Ziemi i chmur na nieboskłonie w odniesieniu do Ziemi, a także przemieszczania się ludzi i kopniętej piłki po powierzchni Ziemi. Dane przedstawiam w tabeli 14. Ma ona konstrukcję podobną do poprzedniej z tą różnicą, że w pierwszej kolumnie zamiast symbolu graficznego wymieniam pytania dotyczące lokalizacji obiektów i zjawiska dnia i nocy.

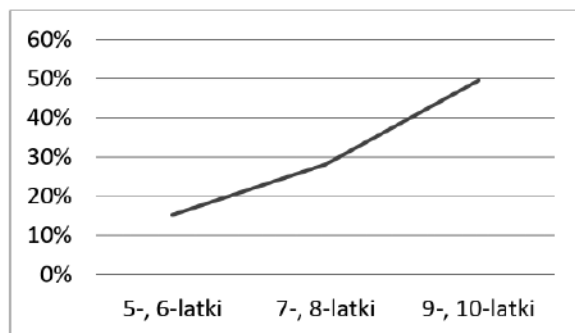
TABELA 14. Kulisty kształt Ziemi – dane o liczbie dzieci (i ich wieku), które odpowiadając na kolejne pytania testu EARTH2, wybierały obrazki pasujące do tezy o kulistości Ziemi

Treść pytania, na które odpowiadało dziecko, wskazując właściwy (jego zdaniem) obrazek	Liczba wskazań N = 444 dzieci 100%	Wiek		
		5- i 6- latki 99	7- i 8-latki 242	9- i 10-latki 103
1. Jak wygląda Ziemia? (kulista)	438 98,6%	99 100%	237 97,9%	102 99,0%
2. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi? (lokalizacja „u gór” i dookoła Ziemi)	372 83,8%	79 79,8%	201 83,1%	92 89,3%
3. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury? (lokalizacja na nieboskłonie „u góry” i dookoła Ziemi)	360 81,1%	76 76,8%	193 79,8%	91 88,3%
4. Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym? (obiegnie kulistą Ziemię lub jej fragment)	303 68,2%	63 63,6%	165 68,2%	75 72,8%
5. Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi? (lokalizacja „u góry” i dookoła Ziemi)	276 62,2%	53 53,5%	151 62,4%	72 69,9%
6. Gdzie jest Słońce w nocy? (Słońce jest „u góry” Ziemi)	206 46,4%	27 27,3%	113 46,7%	66 64,1%
7. Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas? (obejdiesz kulistą Ziemię, wracając do punktu wyjścia)	200 45,0%	27 27,3%	109 45,4%	64 62,1%
8. Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię? (kulista Ziemia)	196 44,1%	27 27,3%	105 43,4%	64 62,1%
9. Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc? (Słońce jest „u góry” Ziemi)	134 30,2%	15 15,2%	68 28,1%	51 49,5%

Wśród 134 dzieci (z 444 badanych), czyli tylko ok. 30%, konsekwentnie we wszystkich pytaniach – *wybierz obrazek, który najlepiej...* – uwzględniło Ziemię jako kulę. Wśród nich było:

- 15 pięcioletków i sześciolatek (co stanowi 15,2% wszystkich przebadanych dzieci w tym wieku),
- 68 siedmiolatek i ósmolatek (co stanowi 28,1% wszystkich badanych dzieci w tym wieku),
- 51 dziewięcioletków i dziesięcioletków (co stanowi 49,5% wszystkich badanych dzieci w tym wieku).

Oznacza to, że dzieci te zrezygnowały już z intuicji (Ziemia jest płaska) na rzecz zarysów pojęć – Ziemia jest kulista. **Im dziecko starsze, tym pewniejsze jest, że Ziemia ma kształt kuli (zarówno na poziomie tworzenia zarysów pojęć, jak i na poziomie zbliżonych do naukowych).** Tę zależność przedstawiam na wykresie 1.



WYKRES 1. Tendencja wzrostowa odpowiedzi dzieci z uwzględnieniem wieku badanych dzieci

Wykres potwierdza tezę, że **wraz z wiekiem rośnie liczba dzieci, które korzystają z przekonania o kulistości Ziemi (zarys pojęcia).**

Kolejny problem – z danych zawartych w tabeli 14 wynika także, że ok. 30% wszystkich badanych dzieci wybrało obrazki świadczące o tym, że kierują się jeszcze intuicjami o płaskości Ziemi. Jednocześnie te same dzieci (z małymi wyjątkami) – chcąc spełnić oczekiwania dorosłego, pytane o kształt Ziemi – wybierały obrazek przedstawiający kulistą Ziemię – dane zawarte w tabeli 12 i 13.

Żeby wyjaśnić tę sprzeczność, odwołam się do ustaleń, które poczyniłem wcześniej, analizując wypowiedzi dzieci w projekcie *Dziecięce*

*intuicje i zarysy pojęć astronomicznych.* W zastosowanej tam procedurze badawczej dzieci przedstawiały kształt Ziemi, formując go z plasteliny, jednocześnie wyjaśniały słownie, dlaczego Ziemia ma kształt płaski lub kulisty. Na tej podstawie formułuję tezę – **w umysłach wielu dzieci równolegle funkcjonuje przekonanie o płaskości Ziemi z informacjami zasłyszczanymi od dorosłych, że Ziemia ma kształt kuli.** Taką właściwość dziecięcego umysłu Jean Piaget nazwał dualizmem<sup>18</sup>. Potwierdzają to ustalenia Stefana Szumana<sup>19</sup> dotyczące bezkrytycznego przyjmowania przez dzieci wyjaśnień ich pytań przez dorosłych. W sytuacji niepewności intelektualnej dziecko pyta dorosłego i przyjmuje jego odpowiedź bez weryfikacji. Nie oznacza to jednak, że przyjęta odpowiedź zastępuje w umyśle dziecka wcześniejsze jego przemyślenia. A zatem **w umysłach dzieci mogą obok siebie funkcjonować przeciwstawne poglądy dotyczące tego samego problemu: własne przemyślenia i informacje zasłyszane od dorosłych**<sup>20</sup>.

Ponieważ wyjaśniony dualizm rozumowania dotyczy co trzeciego badanego dziecka, można przyjąć, że jest to charakterystyczna cecha procesu kształtowania się wiedzy astronomicznej na poziomie tworzonych intuicji (modele wstępne) i na poziomie zarysów pojęć (modele uproszczone). Na obu tych poziomach dzieci mogą posługiwać się jednocześnie intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych w zależności od tego, jakie problemy rozważają.

Prawidłowość ta ma istotne znaczenie w prowadzeniu badań nad wiedzą astronomiczną dzieci i formułowaniu zaleceń dotyczących wspomagania ich w konstruowaniu wiedzy astronomicznej. W tym miejscu skupię się na prowadzeniu badań. Wnioski dotyczące konstruowania wiedzy astronomicznej z uwzględnieniem podanych wyjaśnień omówię w końcowej części rozprawy.

<sup>18</sup> Specyficzna logika, w której dziecko łączy co najmniej dwie sprzeczne informacje. Efekt łączenia intuicji z zarysami pojęć jest sprzeczny, jeżeli rozpatrywać go z punktu widzenia myślenia osoby rozumującej na poziomie operacji konkretnych lub formalnych. Jest jednak typowy dla dzieci, które przechodzą z jednego poziomu rozumowania na drugi, dojrzałszy. J. Piaget, *Mowa i myślenie*, dz. cyt., s. 109–110.

<sup>19</sup> S. Szuman, *Rozwój pytań dziecka...*, dz. cyt., s. 363–366. Dodam, że ustalenia polskiego badacza opisałem w rozdziale 3.

<sup>20</sup> Wynika to z faktu, że dziecięce przemyślenia są skutkiem osobistych doświadczeń, zaś informacje zasłyszane od dorosłych mają charakter uogólnień, które mogą jeszcze nie pasować do konkretności dziecięcych doświadczeń.



Prowadząc badania nad wiedzą dzieci (także astronomiczną), trzeba stosować metody, w których uwzględnia się społeczny kontekst:

- jeżeli dorosły prowadzi badania, a dziecko ma z gotowych odpowiedzi wybrać jedną – jego zdaniem właściwą – wówczas może wybrać tę, która nawiązuje już do zarysów pojęć tworzonych przecież pod wpływem informacji przekazywanych od dorosłych (przypuszcza, że tego właśnie oczekuje dorosły);
- gdy zastosowana procedura badawcza nie przewiduje wybierania jednej spośród odpowiedzi, dzieci częściej sięgają do swoich intuicji astronomicznych (osobistych, potwierdzonych doświadczeniami), gdyż w mniejszym stopniu sugerują się oczekiwaniami dorosłego.

Społeczny kontekst prowadzenia badań pozwolił ustalić, że niektóre dzieci udzielały innej odpowiedzi w trakcie rozmowy (towarzyszącej działaniu), podczas której samodzielnie musiały skonstruować wypowiedź.

#### CO DZIECI SĄDZĄ O LOKALIZACJI LUDZI NA ZIEMI NA POZIOMIE INTUICJI, ZARYSÓW POJĘĆ I POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ICH WIEKU, PŁCI I MIEJSCA ZAMIESZKANIA – WYNIKI BADAŃ






Dane liczbowe przedstawiam w tabeli 15. Ma ona podobną konstrukcję do tabeli 12 i 13. W pierwszej kolumnie zamieściłem symbole graficzne (z testu EARTH2) pokazujące różną lokalizację ludzi mieszkających na Ziemi. Obok – w kolumnie drugiej – liczbę dzieci, które wybrały dany obrazek jako odpowiedź na pytanie: *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?* W trzeciej, czwartej i piątej kolumnie tabeli podaję dane dotyczące płci, miejsca zamieszkania i wieku tych dzieci, które wybrały dany obrazek.

Przekonanie, że ludzie mogą żyć z każdej strony ziemskiej planety, jest wskaźnikiem tworzenia pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych. Wymaga to od dziecka:

- pominięcia np. warunków atmosferycznych (zimno w północnych rejonach świata, ciśnienie atmosferyczne w wysokich górach itp.) uniemożliwiających ludziom egzystencję w różnych miejscach świata;
- rozeznania w zakresie działania siły grawitacji w odniesieniu do kuli ziemskiej i obiektów znajdującej się na jej powierzchni.

Mimo tych komplikacji słysząc pytanie: *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi*, zadziwiająco dużo dzieci – bo 62,6% (278 dzieci) – wybierało ten, na którym przedstawiono ludzi umiejscowionych z każdej strony planety.

TABELA 15. Lokalizacja ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (2),  
Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?

Symbole graficzne z testu EARTH2 przedstawiające lokalizację ludzi na Ziemi	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
		Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	278 62,6%	151 60%	127 66,1%	135 65,5%	143 60,1%	48 48,5%	148 61,2%	82 79,6%
	99 22,3%	60 23,8%	39 20,3%	43 20,9%	56 23,5%	31 31,3%	57 23,6%	11 10,7%
	5 1%	4 1,6%	1 0,4%	0 0%	5 2,1%	2 2%	3 1,2%	0 0%
	26 5,9%	13 5,2%	13 6,9%	14 6,8%	12 5%	3 3%	17 7%	6 5,8%
	36 8%	24 9%	12 6,3%	14 6,8%	22 9,2%	15 15,2%	17 7%	4 3,9%

Jeżeli porówna się te wypowiedzi z wynikami badań uzyskanymi w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*, dostrzec można znaczące różnice. W badaniach dotyczących lokalizacji ludzi na Ziemi, w których umożliwiłem dzieciom lepienie kształtu Ziemi z plasteliny i umiejscowienie na niej ludzi, mniej niż połowa badanych (26 na 49 dzieci) umiejscawiała ludzi z każdej strony kulistej Ziemi i potrafiła to uzasadnić słownie<sup>21</sup>.

Przyczynę tych rozbieżności liczbowych upatruję w wyjaśnionym wcześniej kontekście społecznym realizowanych badań oraz tezie, że cechą budowania wiedzy astronomicznej na poziomie intuicji i zarysów pojęć jest to, że w umysłach wielu dzieci równolegle funkcjonuje przekonanie o płaskości Ziemi z informacjami zasłyszczanymi od dorosłych, że Ziemia ma kształt kuli (uzasadniłem to ustaleniami Jeana Piageta i Stefana Szumana zbieżnymi z moimi osobistymi przemyśleniami). Nim dzieci skonstruują

<sup>21</sup> Więcej informacji na temat wypowiedzi dzieci o lokalizacji ludzi na Ziemi ustalonych podczas realizacji projektu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć* przedstawiłem w podrozdziale 6.1.

w swoim umysłach system naukowych pojęć astronomicznych posługują się jednocześnie zarysami pojęć – a nawet intuicjami – i zlepkami uogólnień przypominających pojęcia naukowe. Jeżeli dzieci rozważają:

- nowe dla nich problemy, są skłonne więcej korzystać z zarysów pojęć, gdyż te wydają się im być pewniejsze od niedawno przyswojonej wiedzy pochodzącej od dorosłych;
- mentalne problemy, o których wcześniej słyszały od dorosłych (także w mediach) nawiązują do nich, zbliżając się do naukowych pojęć astronomicznych.

Dodam, że łączenie intuicji z zarysami pojęć wydaje się sprzeczne, jeżeli rozpatrywać go z punktu widzenia myślenia osoby dorosłej, rozumującej na poziomie operacji konkretnych lub formalnych. Jest jednak typowe dla dzieci, które przechodzą np. z jednego poziomu przedoperacyjnego rozumowania na poziom dojrzalszy – operacji konkretnych (w sensie Piageta).












Potwierdzają to dane zawarte w tabeli 15 dotyczące kształtowania wiedzy astronomicznej w umysłach dzieci. Lokalizacja ludzi na Ziemi wymaga od dzieci, aby w swoim rozumowaniu połączyły<sup>22</sup>: (a) przekonanie w kwestii kulistości Ziemi (z danych zawartych w tabeli 15 wynika, że dla wielu dzieci bliższe są przemyślenia o płaskiej Ziemi, wynikające z bezpośrednich doświadczeń) oraz (b) elementarnego rozeznania w sposobie działania siły grawitacji. Rozeznanie to może zarówno obejmować intuicje (przedmioty spadają także z kulistych obiektów), jak i zarysy pojęć (w środku Ziemi jest coś, co przyciąga przedmioty i dlatego nie spadają).

Przejdźmy do omówienia tego, **co dzieci sądzą o poruszaniu się ludzi na Ziemi, jest to bowiem konsekwencja myślenia o kształcie Ziemi.** Dlatego w tabeli 16 zestawilem dziecięce odpowiedzi (wybór obrazka) na następujące pytania<sup>23</sup>: *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?* (pytanie 2) i *Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?* (pytanie 7). Dane liczbowe zawarte są w tabeli 16. Konstrukcja tej tabeli jest podobna do tabeli 13.

<sup>22</sup> Dowodem są warianty modeli mentalnych, którymi wykazały się dzieci polskie. Szczegółowy opis tych modeli przedstawiłem w poprzednim rozdziale.

<sup>23</sup> Dzieci wcześniej wybrały obrazek przedstawiający kulistą Ziemię, potem wybrały obrazek przedstawiający poruszanie się człowieka dookoła takiej Ziemi bez obawy, że może spaść.

TABELA 16. Gdzie żyją i jak się poruszają ludzie na Ziemi – dane liczbowe dotyczące wyborów obrazków uznanych przez dzieci za odpowiedź na pytanie 2 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?*) i pytanie 7 (*Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?*)<sup>24</sup>

Pytanie 2	Liczba wskazań razem	Pytanie 7	Liczba wskazań*	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
				Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
				Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	278 62,6%		218 49,1%	123 48,2%	95 50,3%	105 51%	113 47,5%	28 28,3%	120 49,6%	70 68%
	99 22,3%		15 3,4%	8 3,1%	7 3,7%	7 3,4%	8 3,4%	8 8,1%	7 2,9%	0 0%
	5 1%		0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%
	26 5,9%		9 2%	5 2%	4 2,1%	5 2,4%	4 1,7%	1 1%	7 2,9%	1 1%
	36 8%		7 1,6%	3 1,2%	4 2,1%	3 1,6%	4 1,7%	2 2%	4 1,7%	1 1%
			3 0,7%	3 1,2%	0 0%	0 0%	3 1,3%	2 2%	1 0,4%	0 0%

\* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 2 i 7 wskazały ten sam model kształtu Ziemi.

Z danych zawartych w pierwszej rubryce (w pierwszym wierszu) tabeli 16 wynika, że wraz z wiekiem badanych dzieci rośnie liczba tych, które kierują się konsekwentnie przekonaniem o kulistości Ziemi, wybierając obrazki odpowiadające na pytania: *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?* oraz *Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?* Dotyczy to także intuicyjnego rozumienia zjawiska przyciągania ziemskiego, z którego wynika, że ludzie mogą

<sup>24</sup> Uzupełnieniem tej tabeli są informacje zawarte w załączniku 4. Zawiera on table, w której umieściłem tam odpowiedzi dzieci (w formie wyborów obrazków) na cząstkowe pytanie w teście EARTH2.

**poruszać się po powierzchni Ziemi bez obawy, że spadną z niej i polecą w kosmos.** Takich wyborów dokonało 28,3% dzieci w wieku przedszkolnym, 49,6% uczniów rozpoczynających edukację szkolną oraz 68% dzieci szkolnych w wieku dziewięciu i dziesięciu lat.

**99 dzieci z 444 wszystkich badanych (22,3%) wykazuje się niekonsekwencją, odpowiadając na analizowane pytania, kierując się wspomnianym wcześniej dualizmem (w sensie Piageta).** Wynika to z analizy danych dotyczących dzieci wybierających obrazki stanowiące odpowiedź na pytania 2 i 7 umieszczone w drugiej i trzeciej rubryce (wierszu). Wybór obrazków świadczy o tym, że dzieci te wychodzą z założenia, że Ziemia jest kulista. Jednakże rozpatrując poruszanie się ludzi na Ziemi uznali, że trzeba wybrać te obrazki, z których wynika, że ludzie spadną z jej powierzchni Ziemi w kosmos, jeżeli poruszać się będą po dolnej części czaszy Ziemi (przekonanie charakterystyczne dla intuicji).

**Analiza danych dotyczących 62 dzieci (14% badanych) wskazuje na specyficzną konsekwencję dzieci w wyborze obrazków stanowiących odpowiedź na pytania 2 i 7 (czwarta i piąta rubryka tabeli). Wszystkie one są przekonane o płaskim kształcie Ziemi i o tym, że ludzie mogą się poruszać tylko na powierzchni płaskiej Ziemi.** Natomiast troje dzieci (dane w piątej, ostatniej rubryce w tabeli) dodatkowo uważało, że poruszanie się po płaskiej Ziemi może grozić upadkiem w kosmos, jeżeli człowiek zbliży się zanadto do krawędzi Ziemi.





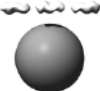










#### CO DZIECI SĄDZĄ O LOKALIZACJI LUDZI I DRZEW NA ZIEMI ORAZ CHMUR NA NIEBOSKŁONIE NA POZIOMIE INTUICJI, ZARYSÓW POJĘĆ I POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ICH WIEKU, PŁCI I MIEJSCA ZAMIESZKANIA – WYNIKI BADAŃ

W teście EARHT2 dzieci odpowiadały na każde pytania: *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?* (pytanie 2), *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?* (pytanie 3) oraz *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?* (pytanie 5). Dane dotyczące odpowiedzi dzieci na te pytania (wybór obrazków) przedstawiam w tabelach 11, 12 i 14, znajdujących się w załączniku 4. Kwestie poruszone w tych pytaniach są ze sobą powiązane merytorycznie, chociaż chmury unoszą się w przestrzeni na pewnej wysokości i mogą być inaczej interpretowane niż lokalizacja ludzi czy drzew na Ziemi. Porównując zatem odpowiedzi na pytanie drugie (dotyczące położenia ludzi na Ziemi), trzecie (położenia chmur) i piąte (lokalizacji

drzew na Ziemi), można ustalić, czym kierują się dzieci interpretujące położenie tych obiektów.

W tabeli 17 przedstawiłem liczbę dzieci, które wybierając obrazki na wymienione pytania, wykazywały się pewną konsekwencją. W pierwszej kolumnie umieściłem symbole graficzne lokalizacji ludzi na Ziemi związane z pytaniem 2 testu EARTH2 wraz z liczą wskazań na poszczególne odpowiedzi. Obok, w kolumnie drugiej, umieściłem schematyczne rysunki położenia chmur nad powierzchnią Ziemi (pytanie 3 testu) wraz z liczbą wskazań na konkretne obiekty. W trzeciej kolumnie umieściłem schematyczne rysunki dotyczące lokalizacji drzew na Ziemi (pytanie 5 testu).

TABELA 17. Lokalizacja ludzi i drzew na Ziemi oraz chmur na nieboskłonie – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie 2 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?*), 3 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?*) i 5 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?*)

Pytanie 2	Liczba wskazań	Pytanie 3	Liczba wskazań *	Pytanie 5	Liczba wskazań**
	278 62,6%		207 46,6%		157 35,4%
	99 22,3%		51 11,5%		35 7,9%
	5 1,1%		5 1,1%		1 0,2%
	26 5,9%		6 1,4%		5 1,1%
	36 8%		10 2,3%		10

\* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 2 i 3 wskazały ten sam kształt Ziemi.

\*\* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 2, 3 i 5 wskazały ten sam kształt Ziemi.

Z danych zawartych w pierwszej rubryce tabeli 17 wynika, że 35,4% wszystkich badanych dzieci (od 5. do 10. roku życia) jest tak pewnych, że Ziemia ma kształt kulisty, że potrafi wyprowadzić z tego wnioski odnoszące

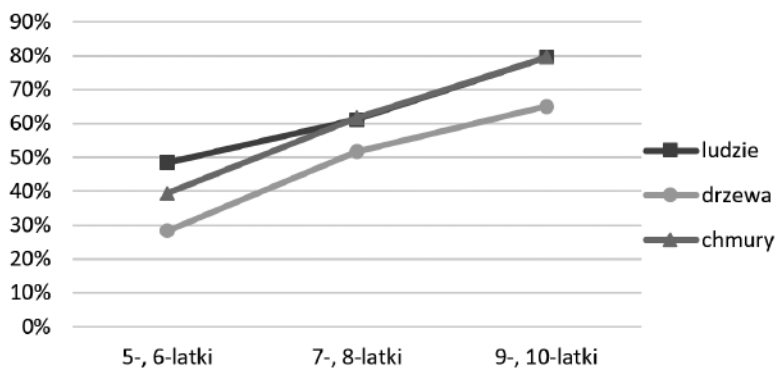


się do lokalizacji ludzi i drzew na Ziemi oraz umiejscowienia chmur na nieboskłonie. Dzieci te wybrały obrazki, które pokazują, że ludzie i drzewa są ulokowane z każdej strony kulistej Ziemi, a chmury znajdują się na nieboskłonie i są widoczne z każdego miejsca na Ziemi. Dodam, że taką wiedzę astronomiczną wykazywały się zarówno przedszkolaki, jak i dzieci starsze.

W dwóch następnych rubrykach tabeli podane są dane dotyczące dzieci, które na trzy wymienione wcześniej pytania wybrały obrazki przedstawiające kształt Ziemi w postaci kuli lub nieco spłaszczonej kuli. Natomiast ludzi i drzewa lokalizowały na górnej lub na górnej i dolnej powierzchni spłaszczonej Ziemi. Co do chmur, lokalizowały je na nieboskłonie, który otulał Ziemię tylko w określonych miejscach – u góry lub na dole i u góry czaszy Ziemi. Dotyczyło to 8% dzieci, czyli 36 badanych.

W dwóch ostatnich rubrykach zawarte są dane dotyczące 15 dzieci (nieco ponad 3% wszystkich badanych), które w teście EARTH2 wybierały obrazki płaskiej Ziemi z lokalizacją ludzi i drzew na płaskiej powierzchni, a chmury lokowały na nieboskłonie widocznym z płaskiej Ziemi.

Dane liczbowe zawarte w tych rubrykach potwierdzają prawidłowość: **wraz z wiekiem rośnie liczba dzieci uważających, że Ziemi ma kształt kuli i korzystających z tego przekonania w rozważaniach o lokalizacji ludzi, drzew i chmur.** Dla pokazania tej prawidłowości opracowałem wykres 2.



WYKRES 2. Lokalizacja ludzi, drzew i chmur – tendencje wzrostowe w wyborze obrazków na pytanie 2 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?*), 3 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?*) i 5 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?*)

Ukośne linie w wykresie 2 pokazują tendencję wzrostową wskazań na obrazki, w których ludzie i drzewa lokalizowane są z każdej strony planety – efekt poglądów zbliżonych do naukowych (Ziemia ma kształt kuli,

ludzie mieszkają z każdej strony planety, drzewa rosną wszędzie na Ziemi, a chmury są na nieboskłonie i są widoczne z każdego miejsca na Ziemi). Z analizy danych liczbowych i wizualizacji tych danych w formie krzywych na wykresie wynika, że w każdej grupie wiekowej:

- najwięcej dzieci wyjaśnia lokalizację ludzi na Ziemi, kierując się przekonaniem o kulistości Ziemi. Wynika to zapewne z konfrontacji osobistych doświadczeń z wiedzą o konsekwencjach kulistości Ziemi;
- nieco mniej dzieci potrafi przenieść wniosek dotyczący lokalizacji ludzi na lokalizację drzew na Ziemi. Moim zdaniem wynika to prawdopodobnie z tego, że dzieci rzadko miały okazję (lub nie miały jej wcale) do rozważań dotyczących lokalizacji drzew na kuli ziemskiej;
- najmniej dzieci potrafiło przenieść wniosek dotyczący lokalizacji ludzi na kulistej Ziemi na umiejscowienie chmur na nieboskłonie otulającej dookoła Ziemię. Być może przeszkodą są codzienne doświadczenia wynikające z obserwacji przemieszczania się chmur na niebie, które zdają się być potwierdzeniem intuicji o płaskości Ziemi.

Przyglądając się ikonicznym obrazkom (umieszczonym we wszystkich kolumnach i rzędach tabeli), dostrzec można związek pomiędzy lokalizacją ludzi, drzew i chmur a przekonaniem co do kształtu Ziemi. 7,9% badanych dzieci uważa, że chociaż Ziemia jest kulą to: (a) ludzie mogą mieszkać tylko na górnej powierzchni, (b) drzewa rosną tylko na górnej części czaszy Ziemi (zgodnie z intuicją płaskości Ziemi), a chmury są tylko nad górną czaszą okrągłej Ziemi. Pojedyncze dzieci lokalizując ludzi, drzewa i chmury, wybierają obrazki, na której kształt Ziemi jest przedstawiony w formie spłaszczonej kuli, okrągłej lecz pustej w środku Ziemi (wydmuszka) lub płaskiego dysku.













Potwierdza to wcześniej sformułowaną tezę, że w rozważaniach o lokalizacji ludzi, drzew i chmur dzieci posługują się jednocześnie intuicjami i zarysami pojęć astronomicznych, które mogą być merytorycznie sprzeczne (dualizm w sensie Piageta).

#### CO DZIECI SĄDZĄ O PORUSZANIU SIĘ LUDZI I PIŁKI NA ZIEMI NA POZIOMIE INTUICJI, ZARYSÓW POJĘĆ I POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ICH WIEKU, PŁCI I MIEJSCA ZAMIESZKANIA – WYNIKI BADAŃ

W teście EARHT2 znajdują się dwa osobne pytania dotyczące poruszania się ludzi i kopniętej piłki na powierzchni Ziemi. Po ich usłyszeniu dzieci miały wybrać jeden z kilku obrazków, który ich zdaniem stanowi

prawidłową odpowiedź. Dane dotyczące takich odpowiedzi zamieściłem w tabeli 18. W kolumnie pierwszej umieszczam odpowiedzi na pytanie (4) *Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?* oraz pytania (7) *Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?* W pozostałych kolumnach podaję informację o takich zmiennych jak płeć, miejsce zamieszkania i wiek badanych dzieci.

TABELA 18. Lokalizacja i poruszanie się ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie 4 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?*) i pytanie 7 (*Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?*)

Pytanie 4	Liczba wskazań razem	Pytanie 7	Liczba wskazań*	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
				Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
				Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	224 50,5%		204 45,9%	131 51,4%	73 38,6%	95 46,1%	109 45,8%	31 31,3%	114 47,1%	59 57,3%
	122 27,5%		34 7,7%	14 5,5%	20 10,6%	18 8,7%	16 6,7%	13 13%	19 7,9%	2 1,9%
	16 3,6%		1 0,2%	0 0%	1 0,5%	1 0,5%	0 0%	1 1%	0 0%	0 0%
	34 7,7%		16 3,6%	10 3,9%	6 3,2%	7 3,4%	9 3,8%	2 2%	11 4,5%	3 2,9%
	35 7,9%		11 2,5%	3 1,2%	8 4,2%	3 1,5%	8 3,4%	2 2%	7 2,9%	2 1,9%
	13 2,9%		1 0,2%	0 0%	1 0,5%	0 0%	1 0,4%	0 0%	1 0,4%	0 0%

\* Procenty nie sumują się do 100%, stanowią bowiem jedynie wskaźnik osób, które w pytaniu 4 i 7 wskazały ten sam kształt Ziemi.

Nim przedstawię wnioski z analizy danych zawartych w tabeli 18 przypomnę, że odpowiedź na te pytania wymaga od dzieci pewnej świadomości dotyczącej siły grawitacji. Z analizy treści kształcenia realizowanego w edukacji przedszkolnej i szkolnej nie wynika, by dzieci miały okazję

zetrącić się ze zjawiskiem grawitacji<sup>25</sup>. Dotyczy to też edukacji pozaszkolnej: trudno oczekiwać, że dorośli z najbliższego otoczenia wyjaśnią dziecku konsekwencje tego zjawiska. Z mojego rozeznania wynika też, że zjawisko grawitacji nie jest dzieciom przybliżane w dostępnych im publikacjach dotyczących zjawisk przyrodniczych.

Mimo to z danych zawartych w pierwszej rubryce tabeli 18 wynika, że **prawie połowa badanych (204 dzieci, 45,9%) konsekwentnie twierdzi, że ludzie i przedmioty (piłka) będą poruszać się po całej powierzchni kulistej Ziemi**. Dzieci te posługują się pojęciami zbliżonymi do naukowych, rozpatrując poruszanie się obiektów na powierzchni Ziemi. Pozostałe badane dzieci są odmiennego zdania, świadczą o tym dane zawarte w pozostałych rubrykach tabeli. I tak:

- w drugiej i trzeciej rubryce znajdują się następujące dane dotyczące liczby dzieci, które utrzymywały, że Ziemia jest okrągła lub kształtem zbliżona do kuli, ale jednocześnie uznawały, że z Ziemi można spaść. Dzieci te (35) wykazały się stałością przekonań w odniesieniu do poruszania się piłki i ludzi na powierzchni, jednak zaznaczając obrazki, były przekonane o tym, że Ziemia ma granice, z których można spaść;
- w czwartej, piątej i szóstej rubryce są dane dotyczące liczby dzieci, które uważały, że Ziemia jest płaska i zarówno człowiek, jak i piłka poruszają się tylko po jej górnej części. W tej samej konwencji utrzymane są poglądy dzieci, które sądzą, że jeżeli ludzie i piłki nie zatrzymają się przy krawędzi dysku, to mogą z niej spaść.

Pojawia się w tym miejscu pytanie w jakim stopniu dzieci udzielając odpowiedzi (w formie wyborów obrazków), kierowały się doświadczeniami spadających przedmiotów (efekt grawitacji), a w jakim tylko przekonaniem o kształcie Ziemi i intuicjami lokalizacji ludzi i piłki na Ziemi. Na podstawie wyników testu EARTH2 nie sposób wyjaśnić tej kwestii. Natomiast Stella Vosniadou wyjaśnia ten fenomen teorią ram<sup>26</sup>. Przyjmuje bowiem, że poglądy dotyczące kształtu Ziemi stanowią bazę – swoistą ramę – do innych rozważań z zakresu wiedzy astronomicznej. Jeżeli dziecko jest przekonane o kulistości Ziemi, w innych rozważaniach astronomicznych będzie korzystał z tego poglądu. Gdy dziecko jest przekonane co do płaskości Ziemi, wówczas w innych rozważaniach astronomicznych będzie korzystał z tego przekonania. Oznacza to, że dzieci wybierały obrazki w odpowiedzi na pytania: *Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?*

<sup>25</sup> Tego typu analizę przedstawiłem w rozdziale 2.

<sup>26</sup> Teorię ram Vosniadou zaprezentowałem w rozdziale 3.

i *Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?*, kierując się przekonaniem w kwestii kształtu Ziemi.

Do nieco innego wniosku upoważniają mnie wyniki badań realizowane w projekcie *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć*. W sytuacji gdy dzieci lepiły kształt Ziemi z plasteliny i umieszczały na niej ludzi, brały pod uwagę siły grawitacji. Świadczyły o tym wyjaśnienia typu: *Ludzie nie spadają, bo ich Ziemia przyciąga*. Na tej podstawie twierdzę, że dzieci dochodzą do intuicji grawitacji, chociaż nie są tego uczone. Używają słowa grawitacja w odniesieniu do zjawiska spadania przedmiotów, domyślając się, że siłą sprawczą jest siła grawitacji, chociaż nie potrafią jeszcze wyjaśnić jej działania w zakresie rozważań astronomicznych<sup>27</sup>. Przyjmuję, że z wiekiem i w miarę narastającej wiedzy o zjawiskach przyrodniczych więcej dzieci potrafi włączyć intuicje dotyczące siły grawitacji do wiedzy astronomicznej.

Do podobnych wniosków doszli Varda Bar, Barbara Zinn, Rivka Goldmuntz i Carey Sneider<sup>28</sup>, badając wiedzę astronomiczną dzieci wychowywanych w różnych kulturach. Z ich ustaleń wynika, że pięcioletki wyjaśniając zjawisko grawitacji, odwoływały się jedynie do jednego wskaźnika zachowania się przedmiotu – czy przedmiot jest podtrzymywany. Starsze dzieci (w wieku od 7 do 10 lat) uwzględniały także inne wskaźniki: czy obiekt jest ciężki oraz czy obiekt został przyciągnięty przez ziemską siłę przyciągającą (grawitację).

Uzasadniając ten kierunek wyjaśnień, powołam się na historię odkryć fizycznych w dziedzinie działania siły grawitacji. I tak, podobną sytuację rozpatrywał Arystoteles, rozważając tor kuli wystrzelonej z armaty. Nasuwa się więc skojarzenie, że dzieci podobnie jak starożytny filozof wydają się uważać, że piłka kopnięta przez olbrzyma będzie się poruszać po linii prostej, po czym może spaść z Ziemi. Tymczasem naukowe wyjaśnienie

<sup>27</sup> Na przykład w modelu horyzontalnym wyobrażenie działania wektora siły grawitacji jest bardzo rozmyte. Wydaje się, że dzieci nie zastanawiają się nad kierunkiem działania tej siły (względnie jej źródła), a konstruując wyjaśnienie, opierają się na informacji zasłyszanej od dorosłych: *z Ziemi nie da się spaść*. Dowodzi tego duża popularność modelu pustej Ziemi. Skoro z płaszczyzny dysku łatwo jest spaść (wszak przypomina powierzchnię stołu), to musi istnieć inne wyobrażenie płaskości Ziemi, która zawiera pewnego rodzaju granicę nie do przekroczenia. Tego typu warunek spełnia wyobrażenie **Ziemi pustej w środku**. Jej ściany (krzywizna kuli widziana wewnątrz) nie pozwalają spaść z planety. W tego typu kierunku rozumowania nie rozwiązuje się problemu siły grawitacji, po prostu się go eliminuje. To wyobrażenie przedstawiło 3,6% badanych dzieci.











<sup>28</sup> V. Bar, B. Zinn, R. Goldmuntz, C. Sneider, Children's concepts about weight and free fall, *Science Education*, 78/1994, s. 149–169.

rozważanej sytuacji bliższe jest ustaleniom Izaaca Newtona, że kula, która otrzymała odpowiednie przyspieszenie, może oblecieć całą Ziemię<sup>29</sup>.

### CO DZIECI SĄDZĄ O ZJAWISKU DNIA I NOCY NA POZIOMIE INTUICJI, ZARYSÓW POJĘĆ I POJĘĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ICH WIEKU, PŁCI I MIEJSCA ZAMIESZKANIA – WYNIKI BADAŃ

O tym, co dzieci sądzą o zjawisku dnia i nocy, można dowiedzieć się, porównując odpowiedzi na pytania: *Gdzie jest Słońce w nocy?* (6) i *Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?* (9). Po wysłuchaniu tych pytań dzieci wybierały z kilku obrazków ten, który ich zdaniem odpowiada na każde z tych pytań. Dane dotyczące wyborów obrazków zamieszczam w tabeli 19.

TABELA 19. Dane dotyczące wyborów obrazków stanowiące odpowiedź na pytanie 6 (*Gdzie jest Słońce w nocy?*) i 9 (*Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?*)

Pytanie 6	Liczba wskazań razem	Pytanie 9	Liczba wskazań*	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
				Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
				Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	241 54,3%		69 15,5%	47 18,4%	22 11,6%	36 17,5%	33 13,9%	4 4%	37 15,3%	28 27,2%
	46 10,4%		18 4,1%	7 2,7%	11 5,8%	12 5,8%	6 2,5%	3 3%	11 4,5%	4 3,9%
	33 7,4%		5 1,1%	5 2%	0 0%	3 1,5%	2 0,8%	2 2%	3 1,2%	0 0%
	87 19,6%		56 12,6%	24 9,4%	32 16,9%	14 6,8%	42 17,6%	21 21,2%	31 12,8%	4 3,9%
	37 8,9%		15 3,4%	9 3,5%	6 3,2%	12 5,8%	3 1,3%	6 6%	9 3,7%	0 0%

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

<sup>29</sup> Pod tym względem wyjaśnienia Izacka Newtona tłumaczą poruszanie się Księżyca wokół Ziemi oraz planet wokół Słońca.



W pierwszej kolumnie są pomniejszone obrazki wybierane przez dzieci po pytaniu 6 i 9. Pozostałe kolumny w tabeli 19 są analogiczne do tabel 13 i 16.

W rubryce pierwszej znajdują się dane dotyczące wybranych obrazków, które – zdaniem dzieci – były odpowiedzią na pytania: *Gdzie jest Słońce w nocy?* i *Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?*. Wynika z nich, że 54,3% dzieci wybrało obrazek, na którym Słońce znajduje się po przeciwnej stronie kuli ziemskiej podczas trwania nocy. Z tej grupy znacząco mniej, bo tylko 15,5%, kierowało się konsekwentnie tym przekonaniem, wybierając obrazek przedstawiający różne warianty zapadania nocy.

Do tego dochodzą dzieci, które chociaż przekonane, że Ziemia jest kulą, nie łączą jasności dnia z oświetleniem słonecznym – liczba dzieci (ok. 4% badanych) wybierająca obrazki umieszczone na początku rubryki drugiej, w których Słońce jest widoczne tylko z górnej czaszy Ziemi i nie ma to związku z jasnością dnia.

Dane zawarte w rubrykach trzeciej, czwartej i piątej wskazują, że ok. 17% dzieci wybierało obrazki przedstawiające różne warianty płaskiej Ziemi ze Słońcem zlokalizowanym nad powierzchnią takiej Ziemi.

Analizując te dane, trzeba wziąć pod uwagę także to, że dzieci wybierały obrazki pasujące do pytań z podanego zbioru. Być może wybory byłyby inne, gdyby:

- w zbiorze tym były obrazki przedstawiające inne warianty relacji Ziemia–Słońce, pora dnia i nocy (ograniczenie zakresu wyborów);
- w wyborze obrazków nie sugerowały się tym, który z nich może się podobać dorosłemu (kontekst społeczny).

Choćby z tych powodów wyniki uzyskanych badań w teście EARHT2 należy traktować z pewną ostrożnością.

Za taką ostrożnością przemawiają badania zrealizowane w ramach programu *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych* przedstawione w rozdziale 6. Przypominam, że dziecięce rozumienie zjawiska dnia i nocy w powiązaniu z kształtem Ziemi badano w sytuacji, gdy dzieci po ulepieniu plastelinowej Ziemi, Słońca i Księżyca (w kształcie kul lub np. placków) były proszone o wyjaśnienie zjawiska dnia i nocy. W trakcie tak organizowanych badań dzieci znacząco rzadziej posługiwały się zarysami pojęć astronomicznych lub pojęciami zbliżonymi do naukowych<sup>30</sup>. Badający nie wywierał bowiem presji – dając do wyboru obrazki – jakich odpowiedzi oczekuje.

<sup>30</sup> Więcej na ten temat pisałem w rozdziale 3.

Chcę też podkreślić, że zjawiska dnia i nocy nie sposób wyjaśnić, bazując na osobistych doświadczeniach, gdyż obserwowalna pozornosc ruchu Słońca na niebie jest sprzeczna z naukowym wyjaśnieniem zjawiska dnia i nocy. Stąd dziecięce kłopoty z ustaleniem, gdzie znajduje się Słońce w nocy, a na takie pytanie miały odpowiedzieć, wybierając jeden z obrazków w teście EARHT2. Nie można wykluczyć, że dzieci wybierały obrazek na chybił trafił. Jest to dodatkowy argument przemawiający za ostrożnością traktowania wyników testu EARHT2 w kwestii wyjaśniania dnia i nocy.

Mimo tych wątpliwości dane zawarte w tabeli 19 wskazują na to, że **im starsze dzieci, tym częściej posługują się zarysami pojęć astronomicznych w wyjaśnianiu zjawiska dnia i nocy**. To prowadzi do wniosku, że starsze przedszkolaki i uczniowie z klas początkowych częściej przyjmują poprzez modelowanie i naśladownictwo formułowane przez dorosłych wyjaśnienia dotyczące zjawiska dnia i nocy nawiązujące do wiedzy naukowej. Dzieci słuchające dorosłych, którzy wyjaśniają im relację pomiędzy obiektami niebieskimi – w tym także zjawiska dnia i nocy – stopniowo przyjmują je jako własne. Dzieje się to stopniowo, a w trakcie przechodzenia z intuicji do zarysów pojęć astronomicznych dzieci mogą w jednej wypowiedzi posługiwać się sprzecznymi wyjaśnieniami dotyczącymi dnia i nocy (opisany wcześniej dualizm w rozumowaniu dzieci).

## 7.2 RÓŻNICE INDYWIDUALNE W KONSTRUOWANYCH INTUICJACH I ZARYSACH POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH U DZIECI

W dalszej części przeanalizuję wpływ zmiennych dla ustalenia czynników, które związane są z modelami mentalnymi kształtu Ziemi, lokalizacją ludzi, drzew i chmur, siłą grawitacji oraz zjawiskiem dnia i nocy. W badaniach uwzględniłem trzy zmienne: wiek, płeć i środowisko zamieszkania.

### WIEK DZIECI A INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH

Szczegółowe dane dotyczące częstości wskazań na obrazki odpowiadające intuicjom, zarysom pojęć i pojęciom zbliżonym do naukowych zaprezentowałem w tabelach 20, 21 i 22. W tabeli 20 przedstawiłem popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej pięcioletków i sześciolatków, w tabeli 21 w grupie wiekowej siedmiolatków i ośmiolatków, a w tabeli 22 w grupie wiekowej dziewięcioletków i dziesięcioletków. Tabele te

TABELA 20. Popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej pięcioletków i sześciolatków (grupa badanych w tym wieku wynosi 99 dzieci)

Nr	Treść pytania w teście EARHT2	Wybory symboli graficznych odpowiadających różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	0 0%	0 0%	99 100%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	15 15,2%	36 36,3%	48 48,5%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	5 5%	55 55,5%	39 39,4%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	9 9,1%	48 48,6%	42 42,4%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	23 23,2%	48 48,4%	28 28,3%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	53 53,5%	22 22,2%	24 24,2%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	6 6%	34 34,3%	59 59,6%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	2 2%	3 3%	94 94,9%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	59 59,6%	27 27,3%	13 13,1%

są podobnej konstrukcji: w pierwszych dwóch kolumnach tabeli przedstawiam kolejno pytania testu EARTH2. W trzeciej, czwartej i piątej kolumnie przedstawiam wartość procentową wskazań badanych dzieci na symbole graficzne, które odpowiadały intuicjom, zarysom pojęć oraz pojęciom zbliżonym do naukowych.

Wśród badanych dzieci od 5. do 10. roku życia rośnie liczba prawidłowych wyobrażeń co do kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi, drzew i chmur na Ziemi, działania siły grawitacji, a także zjawiska dnia i nocy. Badania pokazały również, z jaką intensywnością następują zmiany wśród badanych dzieci. Okazuje się, że rozwój ten nie jest identyczny we wszystkich badanych zakresach dotyczących obiektów i zjawisk astronomicznych. **Wraz z wiekiem rośnie liczba odpowiedzi zbliżonych do naukowych**

TABELA 21. Popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej siedmiolatków i ośmiolatków (grupa badanych w tym wieku wynosi 242 dzieci)

Nr	Treść pytania w teście EARHT2	Wybory symboli graficznych odpowiadających różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	1 0,4%	4 1,7%	237 97,9%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	17 7%	77 31,8	148 61,2%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	10 4,1%	83 34,3	149 61,6%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	27 11,2%	94 38,9%	121 50%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	30 12,4%	87 36%	125 51,7%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	61 25%	42 17,4%	139 57,4%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	4 1,7%	65 26,8%	173 71,5%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	3 1,2%	5 2,1%	234 96,7%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	120 49,6%	77 31,8%	45 18,6%

w zakresie: wyobrażania lokalizacji ludzi, drzew i chmur, określania możliwości poruszania się człowieka na Ziemi oraz zachowania przedmiotów na powierzchni Ziemi (kopniętej piłki). Równoległe do wzrostu liczby dzieci stosujących naukowe wyjaśnienia, zmniejsza się liczba dzieci preferujących modele wstępne i uproszczone w tych samych zagadnieniach.

Zmiany te dotyczą wszystkich modeli za wyjątkiem jednego – modelu wydrążonej Ziemi. Wskazania na obrazki przedstawiające np. ludzi żyjących w środku pustej Ziemi, drzewa i chmury wewnątrz kopuły Ziemi utrzymują się na niskim poziomie (ok. 6–10%) na wszystkich badanych etapach rozwojowych.

Ciekawe jest też to, że najwięcej odniesień do płaskości Ziemi pojawia się w odpowiedzi na pytanie o wyjaśnienie zjawiska zapadania nocy.

TABELA 22. Popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej dziewięciolatków i dziesięciolatków (grupa badanych w tym wieku wynosi 103 dzieci)

Nr	Treść pytania w teście EARHT2	Wybory symboli graficznych odpowiadających różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	0 0%	1 1%	102 99,1%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	4 3,9%	17 16,5%	82 79,6%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	1 1%	20 19,4%	82 79,6%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	12 11,7%	30 29,2	61 59,2%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	8 7,8%	28 27,2%	67 65%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	10 9,7%	15 14,5%	78 75,7%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	0 0%	18 17,4%	85 81%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	2 1,9%	0 0%	101 98,1%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	36 35%	33 32%	34 34%

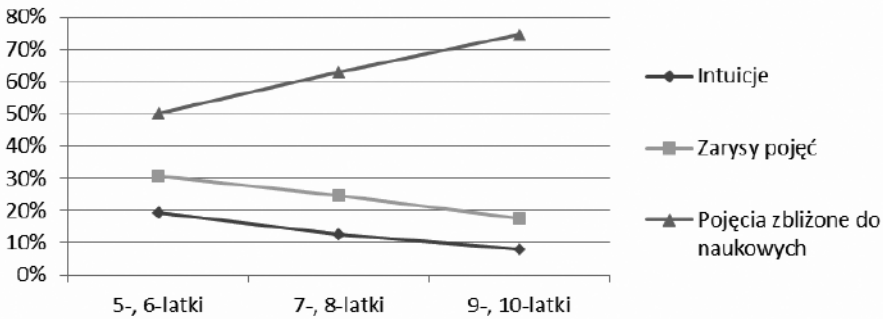
W tabeli 23 przedstawiam porównanie dziecięcych wypowiedzi względem wieku. W pierwszej kolumnie przedstawiam poziomy konstruowania wiedzy astronomicznej (poziom intuicji, poziom zarysów pojęć i poziom pojęć zbliżonych do naukowych). W kolejnych trzech kolumnach przedstawiam wartość procentową wyjaśnień dzieci w trzech badanych grupach wiekowych, przypisaną do poszczególnych poziomów wiedzy astronomicznej.

Analiza dziecięcych wyborów w kwestii obrazków przedstawiających kształt Ziemi, lokalizację obiektów (ludzi i przedmiotów) i sposobu poruszania się ich na Ziemi, relacja między Ziemią a Słońcem i zjawisko dnia oraz nocy wykazała, że **wraz z wiekiem dostrzega się znaczące zmiany we wskazywaniu na symbole graficzne (w teście EARHT2). Najmłodsze badane dzieci (pięciolatki i sześciolatki) wyraźnie częściej wskazywały obrazki odpowiadające codziennym doświadczeniom (poziom intuicji),**

TABELA 23. Częstość ujawniania się intuicji, zarysów pojęć i pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych w różnych grupach wiekowych wśród badanych dzieci

	Dzieci w wieku		
	5–6 lat	7–8 lat	9–10 lat
Intuicje	19,3%	12,6%	7,9%
Zarysy pojęć	30,6%	24,5%	17,5%
Pojęcia zbliżone do naukowych	50,1%	62,9%	74,6%

z kolei starsze dzieci częściej wybierały obrazki przedstawiające zjawisko w sposób bardziej uogólniony i związany z naukowym wyjaśnieniem. Dane z tabeli 23 przedstawiłem na wykresie 3, aby za pomocą krzywych zobrazować tendencję w zakresie zmian.



WYKRES 3. Tendencja występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych w różnych grupach wiekowych wśród badanych dzieci

Krzywe na wykresie 3 wskazują, że wraz z wiekiem dzieci coraz mniej korzystają z intuicji i wyjaśniając zjawiska, potrafią korzystać z pojęć bardziej zbliżonych do naukowych. Z kolei wartości procentowe pokazują, że ponad połowa najmłodszych badanych dzieci przejawia modele naukowe. Wśród najstarszych badanych okazało się, że nienaukowe modele mentalne utrzymują się do 10. roku życia.

Krzywe malejące widoczne na wykresie 3 zmiernie się zbliżają do zera, ale prawdopodobnie nigdy nie osiągną tej wartości, ponieważ – jak wskazuje Alison Gopnik, Henry Wellman<sup>31</sup> i Stella Vosniadou<sup>32</sup> – wcze-

<sup>31</sup> A. Gopnik, H. Wellman, Why the child's theory of mind really is a theory, dz. cyt.

<sup>32</sup> S. Vosniadou, *Conceptual change in learning and instruction. The Framework Theory Approach*, w: S.Vosniadou (red.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*, New York–London 2013.



śniejsze przekonania nie są zupełnie usuwane, a jedynie przesuwane w tło (na dalszy tor) i zastępowane nowszymi, bardziej odpowiadającymi naukowym wyjaśnieniom. Przekonania w umyśle są porządkowane na zasadzie nowsze–starsze.

### Płeć dzieci a intuicje i zarysy pojęć astronomicznych

Szczegółowe wyniki badań prezentujące poszczególne wskazania na każde pytanie przedstawiłem w tabeli 24 (wskazania na symbole graficzne w teście EARHT2 chłopców) i 25 (wskazania dziewczynek). Budowa obu tabel jest taka sama: w pierwszych dwóch kolumnach tabeli przedstawiam kolejne pytania testu EARTH2. W trzeciej, czwartej i piątej kolumnie

TABELA 24. Popularność wyborów symboli graficznych testu EARTH2 wśród chłopców (w badanej grupie było ich 255)

Nr	Treść pytania w teście EARHT2	Wybory symboli graficznych odpowiadające różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	1 0,4%	3 1,2%	251 98,4%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	24 9%	78 30,6%	153 60%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	11 4,3%	82 32,2%	162 63,5%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	18 7,1%	92 36,1%	145 56,9%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	23 9%	86 33,7%	131 51,4%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	62 24,3%	47 18,4%	146 57,3%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	20 7,8%	45 17,6%	190 74,5%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	4 1,6%	6 2,4%	245 96,1%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	115 45,1%	77 30,2%	63 24,7%

przedstawiam wartość procentową wskazań badanych dzieci, które zostały zaklasyfikowane jako intuicje, zarysy pojęć (modele uproszczone) i pojęcia zbliżone do naukowych (modele naukowe).

TABELA 25. Popularność wyborów symboli graficznych testu EARTH2 wśród dziewczynek (w badanej grupie było ich 189)

Nr	Treść pytania w teście EARTH2	Wybory symboli graficznych odpowiadające różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	0 0%	2 1,1%	187 98,9%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	12 6,3%	52 27,5%	125 66,1%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	5 2,6%	76 40,2%	108 57,1%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	30 15,9%	80 42,3%	79 41,8%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	38 20%	77 40,7%	89 47,1%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	62 32,8%	32 16,9%	95 50,3%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	19 10,1%	43 22,8%	127 67,2%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	1 0,5%	4 2,1%	184 97,4%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	100 52,9%	60 31,7%	29 15,3%

Porównując dane z tabeli 24 i 25 można zauważyć, że w poszczególnych pytaniach odpowiedzi chłopców i dziewczynek nieco się różnią. O ile różnice w udzielaniu odpowiedzi na pytanie o kształt Ziemi, lokalizację ludzi i chmur, a także sposobie poruszania się ludzi na Ziemi i położenie Słońca w nocy są niewielkie, o tyle większe różnice (sięgające 10%) zaczynają być widoczne w wypowiedziach odnoszących się do lokalizacji drzew, zachowań kopniętej piłki i wyjaśnienia zapadania nocy. Różnice w wyjaśnieniu lokalizacji drzew na Ziemi dotyczą intuicji i zarysów pojęć. Sięgają

one 11% w przypadku wyjaśnień na poziomie intuicji i 7% w przypadku zarysów pojęć. W obu przypadkach dziewczynki wskazują więcej symboli graficznych nie przedstawiających naukowego wyjaśnienia.

W tabeli 26 przedstawiłem wartości procentowe wskazań wszystkich badanych dzieci, podzielone osobno u chłopców i dziewczynek. Budowa tej tabeli jest analogiczna do tabeli 23. W pierwszej kolumnie przedstawiam intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych. W kolejnych dwóch kolumnach wartość procentową wskazań przypisaną do poszczególnych poziomów wiedzy astronomicznej uporządkowaną osobno u chłopców i dziewczynek.

TABELA 26. Częstość występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych wśród badanych chłopców i dziewczynek

	Chłopcy	Dziewczynki
Intuicje	12,3%	15,1%
Zarysy pojęć	22,7%	24,8%
Pojęcia zbliżone do naukowych	64,9%	60,1%

Na podstawie tych danych wyraźnie widać, że **chłopcy względem dziewczynek nieco lepiej wypadają, wskazując na symbole graficzne w teście EARHT2 odpowiadające wyjaśnieniom zbliżonym do naukowych (o 4,8%); dokonali mniej wskazań w zakresie intuicji (o 2,8%) oraz zarysów pojęć (o 2,1%).** Jednakże dla pokazania, że różnice te są niewielkie (nieistotne statystycznie), dane zawarte w tabeli 23 zobrazowałem w formie krzywych na wykresie 4.



WYKRES 4. Tendencja występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych u chłopców i dziewczynek

Przedstawiona na wykresie krzywa wskazuje wyraźnie, że mimo niewielkich różnic tendencja wskazań chłopców i dziewczynek we wszystkich typach wyjaśnień (intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych) są do siebie podobne. Tym samym w **ogólnej tendencji wskazania chłopców i dziewczynek na intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych są zbliżone do siebie.**

## MIEJSCE ZAMIESZKANIA DZIECI A INTUICJE I ZARYSY POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH

Szczegółowe dane dotyczące intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych wśród dzieci mieszkających na wsi i w średniej wielkości podwarszawskiej miejscowości przedstawiłem w tabel 27 i 28. Budową tabelę

TABELA 27. Popularność wyborów symboli graficznych w teście EARHT2 wśród dzieci mieszkających w mieście (w badanej grupie było ich 206)

Nr	Treść pytania	Wybory symboli graficznych odpowiadające różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	0 0%	2 1%	204 99%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	14 6,8%	57 27,7%	135 65,5%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	2 1%	66 32%	138 67%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	20 9,7%	81 39,3%	105 51%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	41 19,9%	51 24,8%	114 55,3%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	41 19,9%	45 21,8%	120 58,3%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	14 6,8%	45 21,8%	147 71,4%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	3 1,5%	1 0,5%	202 98%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	94 45,6%	66 32%	46 22,3%

TABELA 28. Popularność wyborów symboli graficznych w teście EARHT2 wśród dzieci mieszkających na wsi (w badanej grupie było ich 238)

Nr	Treść pytania	Wybory symboli graficznych odpowiadające różnym poziomom wyjaśnienia zjawiska		
		Intuicje	Zarysy pojęć	Pojęcia zbliżone do naukowych
1	Jak wygląda Ziemia?	1 0,4%	3 1,3%	234 98,3%
2	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?	22 9,2%	73 30,7%	143 60%
3	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?	14 5,9%	92 38,7%	132 55,5%
4	Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?	28 11,8%	91 38,2%	119 50%
5	Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?	41 17,2%	91 38,2%	106 44,5%
6	Gdzie jest Słońce w nocy?	83 34,9%	34 14,3%	121 50,8%
7	Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?	25 10,5%	43 18,1%	170 71,4%
8	Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?	4 1,7%	7 2,9%	227 95,4%
9	Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?	71 29,8%	121 50,8%	46 19,3%

te są podobne do tabeli 24 i 25. W pierwszych dwóch kolumnach tabeli przedstawiam kolejne pytania testu EARTH2. W trzeciej, czwartej i piątej kolumnie przedstawiam wartość procentową wskazań dzieci mieszkających w mieście i na wsi, które zostały zaklasyfikowane jako intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych.

Analiza danych liczbowych zawartych w tabelach 27 i 28 pokazuje większe rozbieżności w poszczególnych zagadnieniach dotyczących obiektów i zjawisk astronomicznych dla wyjaśnień prezentowanych przez dzieci mieszkające w mieście i na wsi. I tak w pytaniach dotyczących kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi, ich sposobu poruszania się, a także zachowania się kopniętej piłki dzieci z obu środowisk udzielały podobnych odpowiedzi (różnice nie przekraczały 6%). Większe różnice (powyżej 10%)

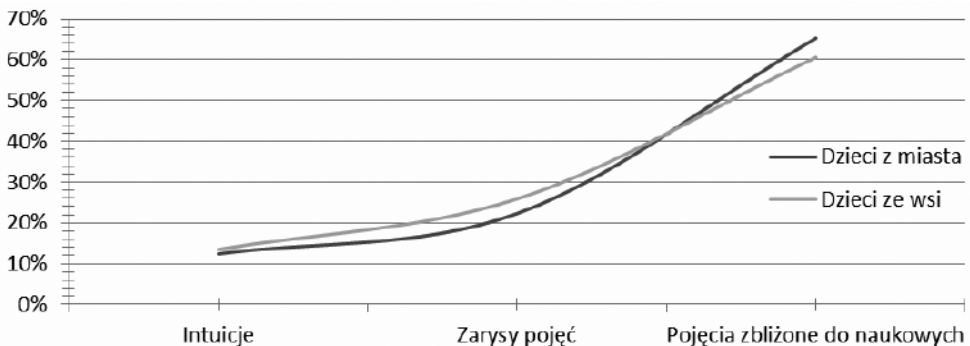
w zakresie wskazań dzieci z miasta i ze wsi pojawiły się w odniesieniu do: określenia lokalizacji drzew i chmur oraz zjawiska dnia i nocy (położenia Słońca w nocy i sposobu zapadania nocy). Na pytania o lokalizację drzew i chmur więcej poprawnych odpowiedzi udzieliły dzieci z miasta.

Dotychczas przeanalizowałem szczegółowo wypowiedzi dzieci z miasta i ze wsi. Teraz dokonam ogólnego zestawienia dziecięcych wyborów symboli graficznych na poziomie intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych. Porównania takiego dokonałem w tabeli 29. Tabela ta budową przypomina table 23 i 26. W pierwszej kolumnie przedstawiam intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych. W kolejnych kolumnach podaję wartość procentową wyjaśnień przypisaną osobno dla dzieci mieszkających w mieście i na wsi.

TABELA 29. Częstość występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych wśród badanych dzieci mieszkających w mieście i na wsi

	Dzieci mieszkające	
	w mieście	na wsi
Intuicje	12,4%	13,5%
Zarysy pojęć	22,3%	25,9%
Pojęcia zbliżone do naukowych	65,3%	60,6%

Różnica między wskazaniami na symbole graficzne waha się od 1,1% w przypadku intuicji, 3,6% w odniesieniu do zarysów pojęć oraz 4,7% w kontekście pojęć zbliżonych do naukowych. Różnice te wydają się niewielkie i aby je zobrazować, przygotowałem wykres 5.



WYKRES 5. Tendencja występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych względem miejsca zamieszkania



Analizując krzywą przedstawioną na wykresie 5 w ogólnej ocenie można uznać, że **różnice w zakresie wskazań na intuicje, zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych wśród dzieci z miasta i dzieci ze wsi są podobne do siebie i nieistotne statystycznie**. Jeśli istnieją rzeczywiste różnice, a w badaniu nie zostały one uchwycone, być może dzieje się tak dlatego, że w wyborze miejsca prowadzenia badań w mieście i na wsi wybrano miejscowości oddalone od siebie o 10 km. Być może to niewielkie rozróżnienie geograficzne osób badanych mogło sprawić, że odpowiedzi obu grup badanych dzieci – z miasta i ze wsi – były tak podobne do siebie<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Być może także zadziałało tu zjawisko nocnej łuny światła miasta, która może utrudniać obserwację gwiazd na niebie.

# 8 CO WNOSZĄ WYNIKI BADAŃ ZREALIZOWANE W RAMACH PROGRAMU *DZIECIĘCA ASTRONOMIA* DO PSYCHOLOGII I PEDAGOGIKI

W ramach programu badawczego *Dziecięca astronomia* zrealizowałem dwa projekty badawcze: pierwszy *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*, drugi *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*. Badaniami objąłem dzieci od 5 do 10 roku życia. W pierwszym projekcie ustaliłem prawidłowości procesu kształtowania się wiedzy astronomicznej u dzieci (szczegółowe informacje przedstawiłem w rozdziale 6). W procesie tym wyróżniłem następujące poziomy tworzenia przez dzieci wiedzy astronomicznej:

- poziom kształtowania intuicji;
- poziom tworzenia zarysów pojęć;
- poziom konstruowania pojęć zbliżonych do naukowych.

Występowały one we wszystkich analizowanych zakresach dziecięcej wiedzy astronomicznej, a więc w obszarze wnioskowania o kształcie Ziemi i otaczającym niebie, o lokalizacji ludzi na Ziemi, o występowaniu zjawiska dnia i nocy oraz o relacji Ziemia–Księżyc–Słońce.

Kierując się wynikami tych badań opracowałem następny projekt – *Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych* – w którym skupiłem się nad ustaleniem różnic indywidualnych w zakresie tworzenia przez dzieci od 5. do 10. roku życia na poziomie intuicji, zarysów pojęć astronomicznych i pojęć zbliżonych do naukowych (szczegółowe ustalenia dotyczące tego programu badawczego przedstawiłem w rozdziale 7). Dążyłem do ustalenia:

- różnic indywidualnych występujących u dzieci w trakcie formułowania wiedzy astronomicznej w obszarze wnioskowania o kształcie Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi, zjawiska dnia i nocy i relacji pomiędzy Ziemią, Słońcem i Księżycem (na wymienionych wcześniej poziomach);
- jak płeć, wiek i miejsce zamieszkania wpływają na kształtowanie się wiedzy astronomicznej u dzieci;

- w jakim stopniu sposób i zakres kształtowania wiedzy astronomicznej dzieci polskich różni się, bądź jest podobny do ustaleń Stelli Vosniadou i jej zespołu<sup>1</sup> oraz badaczy holenderskich<sup>2</sup>. Dodam, że ustalenia te wyznaczają<sup>3</sup> obecnie kanon badań nad wiedzą astronomiczną dzieci.

Wnioski z tych badań ująłem w trzech blokach. W pierwszym przedstawiam te, które dotyczą procesu kształtowania wiedzy astronomicznej u dzieci polskich. Uwzględniłem tu różnice indywidualne w zakresie przechodzenia od poziomu kształtowania intuicji przez poziom tworzenia zarysów pojęć do poziomu konstruowania pojęć zbliżonych do naukowych.

W drugim bloku omówię odmiennosc i podobieństwa kształtowania się wiedzy astronomicznej dzieci polskich w stosunku do tego, jak wiedzę tę tworzą dzieci amerykańskie, greckie, hinduskie, szwedzkie, angielskie i tureckie. Jest to ważne ze względu na edukację dzieci, które realizują ją poza granicami Polski. Dodam, że w tzw. literaturze zachodniej przedstawione są rozwiązania edukacyjne sprzyjające kształtowaniu się wiedzy astronomicznej dzieci. Nie wiadomo jednak, w jakim stopniu można z nich korzystać w naszym systemie edukacyjnym.

W trzecim bloku formułuję wnioski dla praktyki pedagogicznej. Wynikają one z faktu, że wiedza astronomiczna dzieci kształtuje się głównie poza systemem edukacji szkolnej. Konsekwencją są niepokojące różnice indywidualne, borykanie się dzieci z próbami połączenia wiedzy intuicyjnej z informacjami podawanymi przez dorosłych na wysokim poziomie abstrakcji.

Ustaliłem bowiem, że niektóre dzieci przedszkolne dysponują już wiedzą astronomiczną zbliżoną do naukowej i jednocześnie sporo dzieci w wieku dziewięć–dziesięć lat w swoich rozumowaniach nie wychodzi poza wiedzę budowaną na poziomie intuicji. Jest to trudne do zaakceptowane w czasach, gdy prawie w każdym miesiącu podawane są nowe informacje o odkryciach dotyczących kosmosu. Jeżeli dziesięciolatek posługuje się głównie wiedzą intuicyjną, nie jest w stanie ich pojąć. Zaciekawiony zaczyna interesować się filmami z gatunku fantastyki, budując w swoim umyśle fałszywy obraz kosmosu. Problem w tym, że w tej sytuacji jest niepokojąco dużo dzieci.

<sup>1</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183; A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>2</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, *Children's knowledge of the earth...*, dz. cyt., s. 276–296.

<sup>3</sup> Uzasadnienie podaję w rozdziale 4.

## WNIOSKI DOTYCZĄCE PROCESU KSZTAŁTOWANIA SIĘ WIEDZY ASTRONOMICZNEJ U DZIECI Z UWZGLĘDNIENIEM RÓŻNIC INDYWIDUALNYCH

Na podstawie badań stwierdzam, że **o wiedzy astronomicznej dzieci decydują pozaszkolne źródła informacji. Są nimi osobiste doświadczenia, informacje zasłyszane od dorosłych i wiadomości z mediów itd. Tylko w niewielkim stopniu wiedza tak kształtuje się pod wpływem szkolnej i przedszkolnej edukacji.** Konsekwencją są:

- niepokojąco wielkie różnice indywidualne w zakresie czasu, jaki dzieci potrzebują na przejście do poziomu pojęć zbliżonych do naukowych z poziomu intuicji poprzez poziom zarysów pojęć astronomicznych;
- złożoność i różnorodność tworzenia zarysów pojęć astronomicznych w przechodzeniu z poziomu intuicji do pojęć zbliżonych do naukowych spowodowanych nadmiernymi trudnościami pogodzenia intuicji z abstrakcyjną wiedzą astronomiczną podawaną przez dorosłych.

Stwierdziłem, że takie zmienne, jak płeć i miejsce zamieszkania nie mają większego wpływu na kształtowanie się wiedzy astronomicznej dzieci. Mało znacząca jest też **różnica między chłopcami i dziewczynkami w zakresie tworzenia wiedzy astronomicznej.** Dotyczy to także miejsca zamieszkania: **podobną wiedzę wykazywały się bowiem dzieci wychowywane na wsi i w mieście.**

Na podstawie ustaleń pierwszego projektu badawczego (*Dziecięce intuicje i zarysy pojęć astronomicznych*) i drugiego (*Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych*) określiłem zakresy dziecięcej wiedzy astronomicznej. Są nimi: kształt Ziemi i niebo widziane z Ziemi, lokalizacja ludzi na Ziemi, a także budowa Układu Słonecznego i związane z nim zjawisko dni i nocy. W każdym z tych zakresów wiedza astronomiczna kształtuje się na trzech poziomach: (1) poziom kształtowania się intuicji, (2) poziom zarysów pojęć, (3) poziom pojęć zbliżonych do naukowych.

Charakterystyczną cechą procesu kształtowania się wiedzy astronomicznej jest to, że wyznaczają go wyraziście dwa poziomy, a więc poziom intuicji i poziom tworzenia pojęć zbliżonych do naukowych. Natomiast poziom tworzenia zarysów pojęć astronomicznych można traktować jako przejściowy pomiędzy nimi.

Z moich ustaleń badawczych wynika, że **przejście z poziomu intuicji (pierwszy poziom wiedzy astronomicznej) do tworzenia pojęć zbliżonych do naukowych (poziom trzeci wiedzy astronomicznej) jest dla dzieci trudne intelektualnie oraz skomplikowane ze względu na proces uczenia**

się. **Muszą bowiem rezygnować z osobistej wiedzy tworzonej w wyniku własnych doświadczeń na rzecz przyjęcia wiedzy gotowej, podawanej im przez dorosłych.** Problem w tym, że wiedza podawana przez dorosłych jest formułowana na poziomie abstrakcyjnym i dlatego odbiega od wiedzy intuicyjnej formowanej na poziomie przedoperacyjnym (w sensie Jeana Piageta).

Wyjaśniając tę kwestię, skupię się na dziecięcym wnioskowaniu o kształcie Ziemi (jeden z zakresów tworzonej wiedzy astronomicznej). Z ustaleń Stefana Szumana<sup>4</sup> wiemy, że dzieci przyjmują wypowiedzi dorosłych z charakterystyczną ufnością, wierząc że podawane przez nich wiadomości są ważne... i prawdziwe. Mamy tu do czynienia z następującym **dysonansem poznawczym:**

- kierując się swoimi doświadczeniami, dzieci uważają, że Ziemia jest płaska (taką tworzą na podstawie swoich intuicji), jednocześnie słyszą informacje o kulistości Ziemi i widzą fotografie przedstawiające Ziemię na tle kosmosu<sup>5</sup>;
- zaniepokojone taką sprzecznością zadają dorosłym pytania dotyczące kształtu Ziemi i oczekują wyjaśnienia tej kwestii. Odpowiadając na takie pytanie, słyszą od dorosłych wyjaśnienia dotyczące kulistości. Są one formułowane na poziomie zbliżonym do wiedzy naukowej, a więc abstrakcyjnym;
- dzieci (ufając wiedzy przekazywanej przez dorosłych) starają się pogodzić intuicyjne przekonania o płaskiej Ziemi z informacjami podawanymi przez nich. Ze względu na *odległość* intelektualną jest to dla nich trudne;
- dlatego przez pewien czas dzieci posługują się dwiema sprzecznymi wizjami kształtu Ziemi: pochodzącą z własnych doświadczeń (Ziemia jest płaska) oraz przekazaną przez dorosłych (Ziemia jest kulą).

Tę cechę dziecięcego rozumowania opisuje Jean Piaget, nazywając ją dualizmem lub dwoistością stanów i przekształceń<sup>6</sup>. Pojęciami tymi posługuje się w wyjaśnieniach dziecięcych rozumowań w zakresie wnioskowania co do tworzenia pojęcia liczby i miary.

<sup>4</sup> S. Szuman, *Rozwój pytań dziecka...*, dz. cyt., s. 363–366; S. Szuman, *Osobowość i charakter*, dz. cyt., s. 249–257.

<sup>5</sup> Zagadnienie źródeł dziecięcej wiedzy astronomicznej szczegółowo omówiłem w rozdziale 2.

<sup>6</sup> Wiele miejsca na temat rozwoju dziecięcego rozumowania poświęciłem w rozdziale 3.

W trakcie analizowania rozumowań dziecięcych na poziomie tworzenia zarysów pojęć doszedłem do wniosku, że opisana przez Piageta cecha dziecięcego rozumowania dotyczy także tworzenia wiedzy astronomicznej. Wskazuje na to różnorodność dziecięcych wyjaśnień w kwestii kształtu Ziemi stworzonych na poziomie zarysów pojęć. Na przykład sporo dzieci<sup>7</sup> twierdzi, że Ziemia jest kulista (bo tak twierdzą dorośli), ale musi być spłaszczona u góry, aby ludzie mogli tam żyć i nie spadać z niej (bo tak im nakazuje wcześniej stworzona intuicja – Ziemia jest płaska).

Problem ten przedstawiam syntetycznie<sup>8</sup> na tabeli 30. Wydzieliłem w niej cztery kolumny odpowiednio do zakresów kształtowania się dziecięcej wiedzy astronomicznej. W kolumnach tych – w formie haseł – przedstawiam dziecięce przekonania dotyczące kolejno: kształtu Ziemi i obrazu nieba w ciągu dnia i nocy, lokalizacji ludzi na Ziemi, zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego. W kolejnych pola tabeli uwzględniam informacje dotyczące procesu kształtowania wiedzy astronomicznej przez dzieci z uwzględnieniem: poziomu kształtowania intuicji, poziomu tworzenia zarysów pojęć i poziomu konstruowania pojęć zbliżonych do naukowych.

Analizując informacje wpisane w kolejne pola tabeli, można się zorientować w złożoności kształtowania wiedzy astronomicznej u dzieci od 5. do 10. roku życia. Pod tabelą – w interpretacji – wyjaśniam zjawisko różnic indywidualnych w tempie przechodzenia przez kolejne poziomy tworzenia wiedzy astronomicznej, w tym także – wspomniane wcześniej – charakterystyczne cechy dziecięcego dualizmu.

Informacje zawarte w tabeli 30 uzasadniają wcześniejszą tezę, że poziom kształtowania zarysów pojęć astronomicznych można traktować jako przejściowy w drodze od **przechodzenia od intuicji do pojęć zbliżonych do naukowych**. Tworzone przez dzieci przekonania w kwestii kształtu Ziemi i obrazu nieba widzianego z Ziemi, lokalizacji ludzi, zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego wynikają z komplikacji intelektualnych w trakcie stopniowego przybliżania się do wyjaśnienia naukowego z zachowaniem elementów typowych dla tworzenia wiedzy na poziomie intuicji. Ponieważ kwestie te nie były dotąd opisywane w literaturze dotyczącej kształtowania się wiedzy astronomicznej u dzieci, warto szczegółowo je wyjaśnić.

<sup>7</sup> Inne sposoby łączenia intuicji o kształcie Ziemi (Ziemia płaska), z informacjami dorosłych, że Ziemia jest kulą, przedstawiam na schemacie 20 w rozdziale 6.

<sup>8</sup> Podstawą są informacje zawarte w rozdziałach 6 i 7.



TABELA 30. Model kształtowania się wiedzy astronomicznej u badanych dzieci od 5. do 10. roku życia

	<b>Kształt Ziemi i obraz nieba widziany z Ziemi</b>	<b>Lokalizacja ludzi</b>	<b>Zjawisko dnia i nocy</b>	<b>Budowa Układu Słonecznego</b>
<b>Intuicje</b>	Podstawą dziecięcej wiedzy są sporadycznie prowadzone obserwacje, z których wynika, że Ziemia jest płaska. Słońce, Księżyc i gwiazdy lokują w różnych miejscach jako obiekty stacjonarne nad płaską Ziemią. Nad Ziemią jest niebo: gdy świeci Słońce, jest dzień, a gdy świeci Księżyc, jest noc.	Dzieci twierdzą, że ludzie żyją na płaskiej Ziemi. Gdy Ziemię przedstawiają w formie płaskiego dysku, pokazują, że ludzie mogą spaść z Ziemi, gdy poruszając się przesuną się poza krawędź dysku.	Dzieci tłumaczą, że dzień jest efektem pojawienia się Słońca na niebie, a noc jego zniknięciem i pojawieniem się Księżycza. Zjawisko „znikania” Słońca i „pojawiania się” Księżycza tłumaczą odwołując się do baśni np. o smoku pozerającym Słońce.	Dzieci rozpatrują Ziemię, Słońce, Księżyc i widoczne gwiazdy jako jedyne obiekty w kosmosie (nie posługują się tym określeniem). Ich poglądy zbliżone są do wizji świata w czasach starożytnych: Słońce, Księżyc i gwiazdy są zawieszony na niebieskiej sferze, która znajduje się nad płaską Ziemią.
<b>Zarysy pojęć</b>	Pod wpływem informacji podawanych przez dorosłych (znaczące są prezentowane np. w telewizji fotografie kulistej Ziemi na tle kosmosu) dzieci starają się pogodzić tę wiedzę z własną intuicją – Ziemia jest płaska. Pytane o kształt Ziemi wyjaśniają, że Ziemia jest np. kulista, ale spłaszczona u góry, jest płaska, ale znajduje się wewnątrz pustej kuli. Są przekonane, że niebo jest jasne, gdy świeci słońce, a ciemne, gdy na niebie jest Księżyc. Są już przekonane o pozorności	Mimo że dzieci są już przekonane, że Ziemia niekoniecznie jest płaska, w kwestii ludzi twierdzą, że mogą żyć tylko na górnej części np. spłaszczonej kuli. Wyjaśniając sposób poruszania się ludzi na Ziemi, podkreślają ograniczenia, „bo mogą z niej spaść”.	Konsekwencją lokowania Ziemi, Słońca i Księżycza w przestrzeni kosmicznej jest wyjaśniania zjawiska dnia i nocy przez dwie sprzeczne hipotezy: dzień i noc to efekt krążenia Słońca wokół nieruchomej Ziemi oraz dzień i noc to konsekwencja ruchu Ziemi wokół Słońca. Niektóre dzieci zaczynają widzieć związek przemienności dnia i nocy z ruchem Ziemi wokół własnej osi.	Dzieci są już przekonane, że Ziemia nie znajduje się w centrum świata. Co do roli Słońce–Księżyc–Ziemia formują poglądy, w których nie wyjaśniają w sposób jednoznaczny specyficznego ruchu Ziemi wokół Słońca (pomijają zwykle ruch obrotowy Ziemi). Ponadto ich wyjaśnienia dotyczące kosmosu są kompilacją poglądów typowych dla geocentrycznego i heliocentrycznego widzenia kosmosu.

	<b>Kształt Ziemi i obraz nieba widziany z Ziemi</b>	<b>Lokalizacja ludzi</b>	<b>Zjawisko dnia i nocy</b>	<b>Budowa Układu Słonecznego</b>
<b>Zarysy pojęć</b>	<p>ruchu Słońca wokół Ziemi. Z ich wypowiedzi wynika, że lokują okrągłą Ziemię, a także Słońce i Księżyc w przestrzeni kosmicznej.</p>			
<b>Pojęcia zbliżone do naukowych</b>	<p>Dzieci są już przekonane o kulistym kształcie Ziemi (powołują się na np. oglądane fotografie i wyjaśnienia dorosłych). Wiedzą, że ruch Słońca jest pozorny, a Ziemia krąży wokół Słońca. W kwestii nieba oglądanego z Ziemi wiedzą, że dzień i noc są skutkiem ruchu Ziemi wokół własnej osi. Są też przekonane, że Ziemia i Słońce mieszczą się w przestrzeni kosmicznej.</p>	<p>Konwencją przyjęcia po- glądu, że Ziemia ma kształt kuli, jest przekonanie, że ludzie mogą żyć na całej powierzchni kulistej planety. Rozpatrując poruszanie się ludzi na Ziemi, dzieci odwołują się do okrągłego kształtu Ziemi i intuicyjnego pojmowania zjawiska grawitacji. Twierdzą więc, że ludzie nie tylko nie spadają z Ziemi, lecz także mogą ją obejmć.</p>	<p>Dzieci wiedzą, że Ziemia krąży wokół własnej osi i wokół Słońca, że wokół Ziemi krąży Księżyc. Powstawanie dnia i nocy tłumaczą zatem ruchem Ziemi wokół Słońca. W twierdzeniach tych powołują się na wyjaśnienia dorosłych i oglądane filmy (chcąc w ten sposób podkreślić słuszność swoich wyjaśnień).</p>	<p>Dzieci wiedzą, że Ziemia krąży wokół Słońca, a wokół Ziemi krąży Księżyc. Mają też świadomość, że w Układzie Słonecznym są też inne planety, np. Mars i Wenus. Przedstawiając budowę Układu Słonecznego, powołują się na obrazki w książeczkach i kierując się zawartymi tam informacjami, próbują w zarysie graficznie przedstawić wzajemne zależności między Ziemią, Księżycem i Słońcem.</p>

## UZASADNIENIE TEZY, ŻE TWORZENIE WIEDZY NA POZIOMIE ZARYSÓW POJĘĆ JEST FORMĄ PRZEJŚCIOWĄ POMIĘDZY WIEDZĄ TWORZONĄ NA POZIOMIE INTUICJI I NA POZIOMIE ZARYSÓW POJĘĆ NAUKOWYCH

Zacząć trzeba od ustaleń Piageta<sup>9</sup> dotyczących specyfiki przechodzenia z rozumowania operacyjnego – poziom przedoperacyjny – na poziom wczesnych operacji konkretnych. Dotyczą one wnioskowania o stałości długości, ale odnoszą się także do tworzenia przez dzieci zarysów pojęć astronomicznych.

Oto fragment zajęć w pierwszym roku szkolnego nauczania – dzieci mają ustalać stałość długości, manipulując dwoma paskami papieru<sup>10</sup>. Każde dziecko ma do dyspozycji dwa paski papieru: (a) porównuje je i ustala, że są tej samej długości, (b) jeden pasek zwinia w rulonik i kładzie obok paska prostego, (c) patrząc na pasek zwinięty w rulonik i pasek prosty, ma odpowiedzieć na pytanie, czy – po wprowadzanej zmianie (zwinienie jednego paska) – paski są nadal tej samej długości. W opisanej sytuacji dzieci rozumujące:

- na poziomie przedoperacyjnym (według takiej logiki) odwołują się do doświadczeń percepcyjnych i twierdzą: *Nie są tej samej długości, ten (wskazują prosty pasek) jest dłuższy* i wyjaśniają: *Bo widać*;
- na poziomie operacji konkretnych (według logiki operacyjnej) stwierdzają: *Są tej samej długości* i wyjaśniają: *Bo ten (pokazują zwinięty) tylko inaczej wygląda*;
- na poziomie przejściowym (jeszcze rozumują w konwencji przedoperacyjnej i powoli przechodzą do logiki operacyjnej) są zaniepokojone skutkiem obserwowanych zmian i pytają: *Można rozwinąć pasek (wskazują zwinięty)?*. Po uzyskaniu zgody, rozwijają zwinięty w rulonik, a pasek papieru przykładają do prostego i z widoczną ulgą stwierdzają: *Tak, są tej samej długości*.

Przytoczyłem opis zachowania się dzieci w trakcie ustalania stałości długości, aby pokazać – poprzez analogię – że złożoność przechodzenia z poziomu intuicji do tworzenia zarysów pojęć odnosi się także do tworzenia pojęć astronomicznych. Tu i tu dzieci starają się pogodzić sprzeczne

<sup>9</sup> J. Piaget, *Mowa i myślenie u dziecka*, dz. cyt., s. 109–110.

<sup>10</sup> E. Gruszczyk-Kolczyńska, *Dziecięca matematyka – dwadzieścia lat później*, dz. cyt., s. 158–159.

poglądy wynikające z przechodzenia z jednego poziomu rozumowania na drugi, ale:

- w opisanych zajęciach (z porównywaniem długości pasków papieru) dzieci mogą pomóc sobie odwołaniem się do realnie wykonywanych przekształceń: rozwijają rulonik i porównują długości pasków papieru;
- co do tworzenia wiedzy astronomicznej, problem jest bardziej skomplikowany. Dzieci nie mają możliwości potwierdzenia swojego rozumowania poprzez odwołanie się do bezpośrednich doświadczeń, np. manualnych. Korzystają więc z wypowiedzi przekazywanych przez dorosłych, a te mają charakter werbalny (abstrakcyjny). Jeżeli nawet są ilustrowane obrazkiem przedstawiającym kulistą Ziemię widzianą z kosmosu to obrazek ten jest zaprzeczeniem intuicyjnej wizji płaskiej Ziemi, którą dziecko już dysponuje.

Podobne komplikacje intelektualne mają miejsce w obszarach wiedzy dotyczących lokalizacji ludzi na Ziemi, zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego. Przez krótki czas – gdy tworzą zarysy pojęć astronomicznych – dzieci posługują się jednocześnie wiedzą intuicyjną (tworzoną z własnych doświadczeń) oraz informacjami podawanymi przez dorosłych. Ustaliłem, że takie właśnie komplikacje mają miejsce, gdy dzieci formują zarysy pojęć astronomicznych, przechodząc z poziomu intuicji do poziomu pojęć zbliżonych do naukowych.

Potwierdzeniem tej tezy są ustalenia Stefana Szumana<sup>11</sup> dotyczące tego, jak dzieci włączają do swojego rozumowania informacje przekazywane przez dorosłych. Kierując się nimi ustaliłem, że gdy dziecko jest zaniepokojone tym, że jego osobiste przekonanie o płaskiej Ziemi nie pasuje do usłyszanych informacji i obrazków przedstawiających kulistą Ziemię, zadaje dorosłym pytania dotyczące tej kwestii i wysłuchuje wyjaśnień<sup>12</sup>.

Szuman ustalił, że dziecko w sytuacji intelektualnej niepewności włącza podane przez dorosłego informacje do swojego systemu wiedzy, nawet wówczas, gdy ich nie rozumie. Dlatego dzieci nie krytykują informacji podawanych przez dorosłych, ani ich w żaden inny sposób nie sprawdzają. Ufając dorosłemu, przyjmują podaną informację jako uzupełnienie swojego rozumowania.

<sup>11</sup> S. Szuman, *Rozwój pytań dziecka...*, dz. cyt., s. 363–366.

<sup>12</sup> Wśród dorosłych są osoby, które nie przyjmują dowodów naukowych potwierdzających kulisty kształt Ziemi. Przekonanie o tym, że Ziemia jest płaska, łączy członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi (*Universal Zetetic Society*). Szerzej wierzenia członków tego Towarzystwa opisałem w rozdziale 1.

W trakcie analizy wyników badań uzyskanych metodą IZPA<sup>13</sup>, wielokrotnie miałem okazję potwierdzić słuszność ustaleń Szumana. Gdy dzieci lepiły z plasteliny kształt Ziemi i słownie uzasadniały go, wiele z nich zadawało badającemu pytania, przedstawiały mu swoje wątpliwości i oczekiwały dodatkowych wyjaśnień. Zauważyłem wówczas, że:

- dzieci posługujące się intuicjami **nie miały wątpliwości**, że Ziemia jest płaska. Tej tezie podporządkowywały wnioski o lokalizacji ludzi na Ziemi i położeniu Słońca i Księżyca na nieboskłonie nad płaską Ziemią;
- dzieci tworzące zarysy pojęć astronomicznych **nie były przekonane** o słuszności swoich sądów dotyczących kształtu Ziemi. Wahały się, zmieniały zdanie, zadawały pytania i oczekiwały dodatkowych wyjaśnień. Wyraźnie chciały połączyć stworzoną wcześniej intuicję o płaskości Ziemi z informacjami pochodzącymi od dorosłych o kulistości Ziemi. Niektóre z nich przedstawiając kształt Ziemi, formowały z plasteliny kulę i spłaszczwały w górnej części. Następnie, na tej płaskiej części, umieszczały ludziki-zabawki i wyjaśniały, że ludzie żyją tylko na tej części Ziemi, bo gdyby było inaczej, mogliby z niej spaść;
- dzieci posługujące się już pojęciami zbliżonymi do naukowych **były pewne**, że Ziemia ma kształt kuli. W swoich uzasadnieniach powoływały się na wyjaśnienia dorosłych i obrazki zamieszczone w książeczkach. Twierdziły też, że ludzie mogą żyć z każdej strony kuli ziemskiej. Z wypowiedzi niektóre z nich można było wnioskować, że posiadają już intuicje ziemskiej grawitacji.

Kierując się informacjami zawartymi w tabeli 30 oraz przedstawioną interpretacją stwierdzam, że wszystkie badane dzieci tworząc wiedzę astronomiczną przechodzą kolejno przez poziom intuicji, poziom konstruowania zarysów pojęć i poziom pojęć zbliżonych do naukowych. Przy czym poziom kształtowania zarysów pojęć astronomicznych stanowi przejście pomiędzy dziecięcą wiedzą tworzoną na poziomie intuicji i wiedzą zbliżoną do naukowej. Świadczy o tym:

- pewność, z jaką dzieci posługują się wiedzą tworzoną na poziomie intuicji i wiedzą konstruowaną na poziomie pojęć zbliżonych do naukowych;
- wątpliwości, z jakimi dzieci posługują się wiedzą tworzoną na poziomie zarysów pojęć astronomicznych.

<sup>13</sup> Metodę tę szczegółowo opisałem w rozdziale 6 a także w załączniku 2.

Odnosząc się do poziomu tworzenia zarysów pojęć, chcę jeszcze raz podkreślić, że różnorodność dziecięcych wyjaśnień wynika z faktu, że w ich umysłach przez stosunkowo długi czas **obok siebie funkcjonują dwa przeciwstawne poglądy dotyczące tej samej kwestii: własne przemyślenia i informacje zasłyszane od dorosłych**. Na przykład dzieci mogą jednocześnie wyjaśniać, że Ziemia ma kształt kuli ale jednocześnie uważać, że ludzie nie mogą żyć z każdej strony planety. Jest to charakterystyczne dla poziomu formułowania zarysów pojęć astronomicznych.

#### PROBLEM HARMONIJNOŚCI W TWORZENIU WIEDZY ASTRONOMICZNEJ. CZY DZIECI KONSTRUUJĄ WIEDZĘ ASTRONOMICZNĄ WE WSZYSTKICH OBSZARACH NA TYM SAMYM POZIOMIE KOMPETENCJI, CZY TEŻ CZYNIĄ TO NA RÓŻNYCH POZIOMACH?

Żeby wyjaśnić ten problem, odwołam się do wyników badań z zastosowaniem autorskiej metody<sup>14</sup> IZPA i metody testu<sup>15</sup> EARTH2. W pierwszej metodzie dzieci lepiły z plasteliny kształt Ziemi, Słońca i Księżyca i jednocześnie wypowiadały się o ich kształcie i wzajemnych relacjach. W teście EARTH2 dzieci wybierały i zaznaczały jeden z kilku obrazków (np. przedstawiający kształt Ziemi). Analizując wyniki tych badań, ustaliłem następującą prawidłowość:

- wypowiedzi dzieci towarzyszące lepieniu trójwymiarowego kształtu obiektów niebieskich charakteryzowały się następującą asymetrycznością: w jednych obszarach wiedzy astronomicznej dzieci posługiwały się wiedzą intuicyjną, podczas gdy w innych tworzyły już zarysy pojęć, a niektóre z nich posługiwały się nawet pojęciami zbliżonymi do naukowych;
- asymetryczność ta charakteryzowała wybór także obrazków, na których przedstawione były np. kształt Ziemi, lokalizacja ludzi na Ziemi, relacje pomiędzy Ziemią i Słońcem. Te same dzieci wybierały obrazki odpowiadające wiedzy intuicyjnej i w jednym zakresie wiedzy oraz obrazki zgodne z pojęciami zbliżonymi do naukowych lub obrazki zawierające zarysy pojęć w innych obszarach wiedzy astronomicznej.

<sup>14</sup> Przypominam, że szczegółowy opis tej metody zawarłem w rozdziale 6, a także w załączniku 2.

<sup>15</sup> Szczegółowy opis tej metody znajduje się w rozdziale 6, a samo narzędzie zostało dołączone do publikacji w formie załącznika 3.



Na tej podstawie stwierdzam, że **większość dzieci od 5. do 10. roku życia formuje wiedzę astronomiczną jednocześnie na trzech poziomach: intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych**. Ustaliłem także następujące różnice indywidualne. W grupie badanych dzieci:

- było sporo pięciolatków i sześciolatków, które posługiwały się jednocześnie wiedzą na poziomie zarysów pojęć, a nawet na poziomie pojęć zbliżonych do naukowych;
- były dzieci w wieku dziewięć i dziesięć lat, które posługiwały się głównie wiedzą intuicyjną w kilku zakresach wiedzy astronomicznej.

Mimo tych różnic indywidualnych zarysowuje się prawidłowość: wraz z wiekiem wzrasta liczba dzieci, które zaczynają posługiwać się zarysami pojęć i pojęciami zbliżonymi do naukowych w następujących obszarach: kształt Ziemi i obraz nieba widzianego z Ziemi, lokalizacja ludzi, zjawisko dnia i nocy oraz budowa Układu Słonecznego.

## O POTRZEBIE WPROWADZENIA EDUKACJI ASTRONOMICZNEJ DO KSZTAŁCENIA DZIECI NA POZIOMIE PRZEDSZKOLA I KLASACH POCZĄTKOWYCH

Z ustaleń zawartych w rozdziale 2 wynika, że w edukacji przedszkolnej i szkolnej treści z zakresu astronomii realizowane są w szczątkowej formie, lub – co gorsza – w sposób, który preferuje wiedzę intuicyjną i nie sprzyja budowaniu pojęć zbliżonych do naukowych. Nieliczne treści dotyczące astronomii są bowiem wkomponowane w edukację polonistyczną i realizowane niejako przy okazji omawiania baśni<sup>16</sup>, mitów<sup>17</sup> i opowiadań<sup>18</sup>. Dopiero w czwartej klasie – uczniowie mają już wówczas ok. 12 lat – w ramach zajęć z geografii przybliży im się treści astronomiczne formułowane na poziomie zbliżonym do naukowych.

Wynika z tego, że wiedza astronomiczna dzieci przedszkolnych i uczniów klas początkowych wywodzi się z pozaszkolnych, osobistych doświadczeń (wiedza intuicyjna) i przypadkowo uzyskanych informacji wypowiedzi dorosłych, informacji zasłyszanych w telewizji, oglądanych

<sup>16</sup> Na przykład: *O dwóch takich co ukradli Księżyc*, *O chłopie, co szedł pytać słońce, gdzie jego kura niesie jajka*, *Wszystko przez myszkę*, *Księżyc i jego matka*, *O dwunastu miesiącach*, *Dziesiąte słońce*. Omówienie tych baśni przedstawiłem w rozdziale 6.

<sup>17</sup> Przykłady mitów prezentujących budowę wszechświata znajdują się w każdej mitologii. Szczegółowy ich opis zamieściłem w rozdziale 6.

<sup>18</sup> Przykładem takich opowieści jest odczytywane literalnie Pisma Świętego. Wizję budowy wszechświata zobrazowaną w Biblii omówiłem w rozdziale 6.

przypadkowo obrazków przedstawiających obiekty i zjawiska astronomiczne<sup>19</sup>. Te przypadkowo gromadzone rozbudzają wyobraźnię i powodują, że dzieci chętnie oglądają filmy o przygodach zdobywców kosmosu lub filmy zaliczane do dziedziny fantastyki naukowej, w której fikcja miesza się z codziennymi realiami z niekoniecznie prawdziwymi informacjami z obszaru astronomii.

Problem w tym, że pozaszkolne źródła wiedzy astronomicznej dotyczą pojedynczych, wyrwanych z szerszego kontekstu fragmentów wiedzy. Ponadto nie respektują – bo respektować nie mogą – przedstawionych wcześniej prawidłowości kształtowania wiedzy astronomicznej w umysłach dzieci (to jest: przechodzenia z intuicji do zarysów pojęć i zbliżonych do naukowych pojęć). Dlatego konsekwencją tak gromadzonej wiedzy astronomicznej są:

- stwierdzone w badaniach zadziwiająco duże różnice indywidualne w przechodzeniu przez kolejne poziomy kompetencji;
- zbyt długi czas formułowania przez dzieci zarysów pojęć, w tym opisane wcześniej kłopoty w łączeniu wiedzy intuicyjnej z informacjami przekazywanymi przez dorosłych na wysokim poziomie abstrakcji.

Żeby temu zaradzić, konieczne jest wprowadzenie do edukacji przedszkolnej i szkolnej bloków tematycznych z zakresu astronomii, które ułatwią dzieciom przechodzenie z wiedzy intuicyjnej na poziom tworzenia pojęć zbliżonych do naukowych. Dodatkowym argumentem jest to, że każdego bodaj miesiąca w prasie, w radiu i w telewizji podaje się informacje o nowych odkryciach astronomicznych. Dzieci dysponujące wiedzą formułowaną na poziomie intuicji nie są w stanie zrozumieć znaczenia tych informacji. Poprawić to może jedynie wspomaganie dzieci w tworzeniu wiedzy astronomicznej realizowane w edukacji przedszkolnej i w klasach początkowych. Argumentem potwierdzającym taką konieczność jest to, że wiedza astronomiczna tworzona przez dzieci na podstawie własnych doświadczeń jest sprzeczna z wiedzą naukową dotyczącą kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> Tylko nieliczni dorośli rozmawiają z dziećmi o obiektach i zjawiskach astronomicznych, podsuwają im książki o kosmosie z wiedzą przedstawioną w sposób przystępny dla dziecka, organizują wycieczki do planetarium i centrów nauki (np. Centrum Nauki Kopernik w Warszawie) itp.

<sup>20</sup> Kształt widnokregu sugeruje, że Ziemia jest płaska, a nie kulista. Błędne pojmowanie kształtu Ziemi sprawia, że dzieci mogą mieć trudności z ustaleniem np. relacji Ziemia–Księżyc–Słońce, a zatem i wyjaśnienia zjawiska powstawania dnia i nocy, faz Księżyca itd. Pozorny ruch Słońca na niebie prowadzi do wniosku, że zjawisko powstawania dnia wynika

Badania wykazały, że dzieci przez długi czas posługują się taką wiedzą dla opisywania obiektów i wyjaśnienia zjawisk astronomicznych. Okazjonalnie zdobywane informacje o kosmosie sprawiają, że dzieci zbyt wolno przechodzą z poziomu tworzonych intuicji na zarysy pojęć i pojęcia zbliżone do naukowych. Dowodzi tego fakt, że z 98,6% badanych dzieci na pytanie o kształt Ziemia tylko co trzecie badane dziecko twierdziło, że:

- Ziemia ma kształt kuli, pozostałe dzieci w wieku od 5. do 10. roku życia nie były przekonane o kulistości Ziemi, gdyż posługiwały się intuicjami, z których wynikało, że Ziemia jest płaska;
- podobna rozbieżność poglądów dotyczyła lokalizacji i poruszania się ludzi i przedmiotów na powierzchni Ziemi oraz relacji pomiędzy Słońcem, Ziemią i Księżycem.

Wyniki badań zrealizowane w programie *Dziecięca astronomia* ujawniają obszar trudności, który dzieci muszą pokonać, przechodząc z intuicji, przez zarysy pojęć, do zbliżonych do naukowych pojęć astronomicznych. Pomoc w tym może odpowiednie fachowe wsparcie edukacyjne realizowane w ramach edukacji przedszkolnej i szkolnej<sup>21</sup>.

Niestety dzieci pozbawione są takiego wsparcia – wynika to jednoznacznie z analizy podstawy programowej i częściej wybieranych przez nauczycieli programów wychowania przedszkolnego oraz programów

z pojawienia się i zniknięcia Słońca na niebie. Przyjęcie, że Słońce, Księżyc i inne obiekty kosmiczne krążą wokół Ziemi prowadzi do wniosków, które przeczą obecnemu stanowisku nauki (model heliocentryczny). Obserwacja spadających przedmiotów może wskazywać, że siła grawitacji działa tak samo na przedmioty na całej planecie, a nawet na całą Ziemię. Przekonanie, że siła grawitacji działa tak samo na obiekty na powierzchni Ziemi jak i na całą planetę powoduje, że dzieci twierdzą np. że życie na Ziemi może odbywać się tylko w górnej części jej czaszy.

<sup>21</sup> Problemy te muszą być rozwiązywane w odpowiedni dla dziecka sposób i przy uwzględnieniu jego możliwości poznawczych. Dzieci potrzebują najpierw zgromadzić dużą ilość osobistych doświadczeń, które będą stanowić bazę do budowania pojęć naukowych. Osobiste doświadczenia muszą być powiązane z prowadzoną przez dzieci regularną obserwacją dziennego i nocnego nieba. Dzieci muszą być mądrze prowadzone również w rozmowie towarzyszącej obserwacji. Dorosły musi odpowiednio prowadzić dziecko w myśleniu tak, aby skonstruowało pojęcie kulistej Ziemi, rozwiązało problem lokalizacji ludzi, drzew na Ziemi i chmur nad Ziemią, problem ich poruszania się względem kulistej Ziemi, a także zjawisko powstawania dnia i nocy. Zagadnienia te stanowią podstawę wiedzy astronomicznej i będą fundamentem do zrozumienia kolejnych zjawisk kosmicznych, tj. fazy Księżyca, pory roku, kwestie miar upływu czasu względem ruchu Ziemi wokół Słońca, podział na miesiące i lata.

nauczania wczesnej edukacji<sup>22</sup>. Z badań zrealizowanych w ramach programu *Dziecięca astronomia* wynika, że wspieranie dzieci w tworzeniu wiedzy astronomicznej wymaga opracowania programu edukacyjnego, który będzie zawierał bloki tematyczne pomagające dzieciom poprawnie wnioskować głównie o:

- kulistości kształtu Ziemi (gdyż z codziennych doświadczeń wynika, że jest ona płaska) i lokalizacji ludzi oraz poruszania się ich na kulistej powierzchni Ziemi;
- przemienności dnia i nocy oraz pór roku. Wymaga to rozumienia budowy Układu Słonecznego, w tym ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.

Z wiedzy tej dzieci będą korzystać tworząc pojęcia zbliżone do naukowych w pozostałych zakresach wiedzy astronomicznej. Uważam, że taki zakres wspomagania zmieni błędne przekonania dzieci w 10. roku życia dotyczące obiektów i zjawisk astronomicznych.

Moje badania wykazały też, że wprowadzając naszkicowane zmiany w systemie edukacji przedszkolnej i szkolnej można korzystać z doświadczeń pedagogicznych zgromadzonych w krajach, w których w szkolnej edukacji w większym stopniu dba się o wiedzę astronomiczną dzieci. Uzasadnię to w następnym bloku wniosków z przeprowadzonych badań.

## RÓŻNICE I PODOBIENSTWA W ZAKRESIE KSZTAŁTOWANIA WIEDZY ASTRONOMICZNEJ DZIECI WYCHOWYWANYCH W REALIACH POLSKICH Z PORÓWNANIEM Z WIEDZĄ ASTRONOMICZNĄ DZIECI WYCHOWYWANYCH W INNYCH KRĘGACH KULTUROWYCH

Z badań<sup>23</sup> zespołu Vosniadou wynika, że wiedza astronomiczna w ogólnych zarysach kształtuje się w podobny sposób u dzieci wychowywanych

<sup>22</sup> Zakres treści opisany w podstawie programowej, programach wychowania przedszkolnego i programach nauczania wczesnej edukacji omówiłem w rozdziale 2.

<sup>23</sup> Vosniadou S., Brewer W., *Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood*, *Cognitive Psychology*, 24/1992, s. 535–585; A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon: Indian Children's Cosmologies*, *Cognitive Development* 11/1996, s. 491–521; E. Kikas, *The Impact of Teaching on Students' Definitions and Explanations of Astronomical Phenomena*, *Learning and Instruction*, 8/1998, s. 439–454; K. Ehrlén, *Drawings as representations of children's conceptions*, *International Journal of Science Education*, 31/2008, s. 41–57; M. Straatemeier, H. Maas, B. Jansen, *Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach*, *Journal Experimental Child Psychology*, 100/2008, s. 276–296; G. Panagiotaki, G. Nobes, *Is the world*

w Ameryce, Indiach, Estonii, Szwecji, Holandii, Anglii, Grecji i Turcji. Dotyczy to modeli mentalnych, poziomów formułowania wiedzy astronomicznej w zakresie kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi, zjawiska dnia i nocy oraz budowy Układu Słonecznego.

Mimo starań nie udało mi się dotrzeć do badań, których celem było ustalenie, w jakim stopniu wiedza astronomiczna dzieci polskich kształtuje się w sposób podobny lub różny do ustaleń Vosniadou i jej zespołu. W tej sytuacji w program badawczy *Dziecięca astronomia* wkomponowałem metody, które to umożliwią. Oprócz własnych, autorskich metod zastosowałem metodę (test EARTH2) stosowaną przez Straatemeier, van der Maasa i Jansen<sup>24</sup> (metoda ta jest wzorowana na założeniach Vosniadou<sup>25</sup>). Zadałem też o to, aby własne metody oraz test EARTH2 umożliwiły analizę wiedzy astronomicznej dzieci w tych samych obszarach: wnioskowanie o kształcie Ziemi, o lokalizacji ludzi na Ziemi, zjawisku dnia i nocy oraz budowie Układu Słonecznego. Na podstawie tak prowadzonych badań stwierdzam, że **wiedza astronomiczna dzieci polskich nie odbiega od tego jak kształtują ją dzieci z innych kręgów kulturowych**. Oznacza to, że opracowując programy wspomagania dzieci w tworzeniu wiedzy astronomicznej, można korzystać – z pewną ostrożnością – z doświadczeń pedagogów, którzy wcześniej o to zadbali w innych krajach.

Niestety tak jednoznacznej tezy nie mogę sformułować odnośnie różnic indywidualnych występujących w zakresie kształtowania wiedzy astronomicznej u dzieci polskich. Dotyczy to też opisanej już specyfiki kształtowania przez dzieci zarysów pojęć. Przeszkodą jest to, że dane mi było korzystać jedynie z publikacji artykułowych, w których – z konieczności – autorzy ograniczają się do przedstawienia procedury badawczej i wniosków z badań.

Na podobną przeszkodę natrafiłem, gdy szukałem informacji, w jakim stopniu edukacja dzieci (amerykański, szwedzkich, indyjskich, greckich

round or flat? Children's understanding of the earth. *European Journal of Developmental Psychology*, 3/2006, s. 124–141; S. Özsoy, *Is the Earth Flat or Round? Primary School Children's Understanding of Planet Earth: The Case of Turkish Children*, w: *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4/2012, s. 407–415. M.A. Kurnaz, Turkish Students' Understandings about Some Basic Astronomy Concepts: A Cross-Grade Study, *World Applied Sciences Journal*, 19/2012, s. 986–997.

<sup>24</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., 100/2008, s. 276–296.

<sup>25</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585; Mental Models of the Day/Night Cycle, dz. cyt., s. 123–183.

itd.) objętych badaniami przez Vosniadou i jej zespół była nasycona treściami astronomicznymi i w jakim stopniu mogły one korzystać z pozaszkolnych źródeł zawierającej dostępną im wiedzę astronomiczną.

Mimo tych wątpliwości warto korzystać w tworzeniu programu wspomaganie dzieci polskich w kształtowaniu wiedzy astronomicznej z doświadczeń pedagogicznych zgromadzonych przez pedagogów w innych krajach. Jest to – moim zdaniem – jeden z ważniejszych wniosków wynikających z przeprowadzenia badań w ramach programu *Dziecięca astronomia*.



## BIBLIOGRAFIA

W spisie bibliograficznym podaję jedynie publikacje cytowane w dysertacji.

- Adamek, J. (2000). *Podstawy edukacji wczesnoszkolnej*. Kraków: ZAMP.
- Agan, L., Sneider, C. (2004). Learning About the Earth's Shape and Gravity: A Guide for Teachers and Curriculum Developers. *The Astronomy Education Review*, 2.
- Al-Khamisy, D. (1996). *Rozwijanie pojęć przyrody nieożywionej u dzieci sześcioletnich*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
- Arndt, M., Barwinek, H., Felmberg, I., Müller, S., Pradel, W. (1988). *Przyroda przeżywana i obserwowana z dziećmi przedszkolnymi*. Warszawa: WSiP.
- Arystoteles (1980). *O niebie*. Warszawa: PWN.
- Arystoteles (1990). *O niebie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Baczała, K. (1996). *Zieloną ścieżką...: edukacja ekologiczna: przewodnik dla nauczycieli*. Warszawa: WSiP.
- Bajki Ezopa* (1993). Adaptacja: Graeme Kent. Katowice: Wydawnictwo Debit.
- Bar, V., Zinn, B., Goldmuntz, R., Sneider, C. (1994). Children's concepts about weight and free fall. *Science Education*, 78.
- Basak, A.M. (2012). Wpływ bajek czytanych przez rodziców na rozwój dzieci w wieku szkolnym. *Pedagogika Rodziny*, 2.
- Bauman, T. (2001). *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11.
- Becklake, S. (1991). *Budowa wszechświata*. Warszawa: Polska Oficyna Wydawnicza BGW.
- Bettelheim, B. (1985). *Cudowne i pożyteczne: O znaczeniach i wartościach baśni*. Warszawa: PIW.
- Białołęcka, H., Dunin-Wąsowicz, M. (1975). *Pomoce graficzne w wychowaniu przedszkolnym*. Warszawa: WSiP.
- Bibacz, J., Walczak, W. (1970). *Zarys historii odkryć geograficznych*. Warszawa: PWN.
- Biblia. Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu* (2008). Warszawa: Brytyjskie i Zagraniczne Towarzystwo Biblijne.
- Bilewicz-Kuźnia, B., Parczewska, T. (2009). *Ku dziecku. Program wychowania przedszkolnego*. Warszawa: Nowa Era.
- Bladford, L., Davidson, P. (2010). *Kamienie milowe cywilizacji*. Olszanica: Wydawnictwo Bosz.

- Borowiec, H. (2010). Dziecięce teorie umysłu. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 28(1). Lublin.
- Brewer, W.F., Herdrich, D.J., Vosniadou, S. (1987). *A cross-cultural study of children's development of cosmological models: Samoan and American data*. Dokument zaprezentowany na konferencji *Third International Conference on Thinking*. Honolulu: HI.
- Broda, I. (2010). *Od przedszkolaka do pierwszaka. Program wychowania przedszkolnego*. Warszawa: WSiP.
- Broda-Bojak, M., Majewska, M., Gąsienica, G., Ledwoń, M., Łasota, N. (2016). W kosmos rakieta leci, latawce puszczają dzieci. *Bliżej przedszkola*, 3.
- Bruce, B., Lane, M. (1990). *Cudowna planeta*. Warszawa: Inter-Book.
- Bruner, J.S. (1964). *Proces kształcenia*. Warszawa: PWN.
- Bruner, J.S. (1966). *Studies in cognitive growth*. New York: John Wiley.
- Bruner, J.S. (1978). *Poza dostarczone informacje*. Warszawa: PWN.
- Bruner, J.S. (2006). *Kultura edukacji*. Kraków: Wydawnictwo Universitas.
- Brylińska, I., Bachańska, M.M. (2009). *Zajęcia przyrodnicze na niepogodę*. Warszawa: Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza.
- Bubień, A. (1975). O potrzebie ćwiczeń wprowadzających do tematyki o ruchach Ziemi. *Życie Szkoły*, 9.
- Budniak, A. (2009). *Edukacja społeczno-przyrodnicza dzieci w wieku przedszkolnym i młodszym szkolnym*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Butterworth, G., Newcombe, P. (2004) Culture and children's cosmology. *Developmental Science*, 7.
- Bynum, W. (2011). *Krótką historią nauki*. Warszawa: Wydawnictwo RM.
- Cameron, A.G.W., Ward, W.R. (1976). The Origin of the Moon. *Abstracts of the Lunar and Planetary Science Conference*, 7.
- Campbell, J. (2010). *Getting it Wrong: Ten of the Greatest Misreported Stories in American Journalism*. Berkeley: University of California Press.
- Caramazza, A., McCloskey, M., Green, B. (1981). Naïve beliefs in "sophisticated" subjects: Misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge MA: MIT Press.
- Carey, S. (2007). Conceptual Differences Between Children and Adults. *Mind & Language*, 3.
- Carey, S., Spelke, E. (1996). Science and core knowledge. *Philosophy of Science*, 63.
- Cenev, G. (2006). Megalithic observatory Kokino. *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 80.
- Charmaz, K. (2009). *Teoria ugruntowana. Praktyczny przewodnik po analizie jakościowej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Chi, M., Slotta, J., de Leeuw, N. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concept. *Learning and Instruction*, 4.
- Chi, M., VanLehn, K. (1991). The content of physics self-explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 1.
- Chotomska, W. (2014). *Dzieci Pana Astronoma*. Łódź: Wydawnictwo Literatura.
- Ciczkowski, W. (1995). Strukturalizm genetyczny w badaniach nad rozwojem myśli pedagogicznej. W: W. Jamrozak (red.), *Stan i perspektywy historii wychowania*. Poznań: Wydawnictwo Eruditus.
- Ciepliński, A., Woźniak, R. (1994). *Encyklopedia współczesnej broni palnej*. Warszawa: Wydawnictwo WIS.

- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50.
- Cotterell, A. (1996). *Ilustrowana encyklopedia mitów i legend świata*. Warszawa: Świat Książki.
- Czartoryski, P. (1972). *Rękopis dzieła Mikołaja Kopernika. O obrotach: facsimile*. Warszawa: PWN.
- Danaia, L., McKinnon, D. (2007). Common Alternative Astronomical Conceptions Encountered in Junior Secondary Science Classes: Why Is This So?. *The Astronomy Education Review*, 2.
- Dewey, J. (1988). *Jak myślimy*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Diakidoy, I.A., Vosniadou, S., Hawks, J.D. (1997). 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.
- diSessa, A. (1998). Knowledge in Pieces. W: G. Forman, P. Pufall (red.), *Constructivism in the Computer Age*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers.
- Długosz, Z. (2001). *Historia odkryć geograficznych i poznania Ziemi*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Donaldson, M. (1986). *Myslenie dzieci*. Warszawa: WP.
- Driver, R., Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5.
- Duda, R. (1981). Zasada paralelizmu w dydaktyce. *Dydaktyka matematyki*, 1.
- Dudzińska, I. (1976). (red.). *Metodyka wychowania przedszkolnego*. Warszawa: WSiP.
- Dudzińska, I. (1982). (red.). *Wychowanie i nauczanie w przedszkolu. Poradnik metodyczny*. Warszawa: WSiP.
- Dunlop, J. (2000). How Children Observe the Universe. *Journal: Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17.
- Duraj-Nowakowa, K. (2000). *Integrowanie edukacji wczesnoszkolnej*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Dymara, B., Michałowski, S.C., Wollman-Mazurkiewicz, L. (1998). *Dziecko w świecie przyrody. Książka do wychowania proekologicznego*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Działa, R. (2000). Kosmiczny teleturniej. *Życie Szkoły*, 5.
- Dziamka, D., Buchnat, M. (2017). *Zbieram, poszukuję, badam*. Warszawa: Nowa Era.
- Dzieci w świecie nauki* (2013). Warszawa: Federacja Inicjatyw Oświatowych.
- Eberhard, E. (2007). *Symbole chińskie. Słownik*. Kraków.
- Ehrlén, K. (2008). Drawings as representations of children's conceptions. *International Journal of Science Education*, 31.
- Elbanowska, S. (1983). *Przyroda nieożywiona w wychowaniu przedszkolnym*. Warszawa: WSiP.
- Elbanowska-Ciemuchowska, S., Porada, Z. (1994). *Jak zadziwić przedszkolaka, tym co świeci, pływa, lata. Wiosna*. Warszawa: Wydawnictwo Medium.
- Faliszewska, J., Lech, G. (2017). *Ja i moja szkoła na nowo*. Warszawa: Wydawnictwo Juka.
- Filipiak, E. (2011). *Z Wygotkim i Brunerem w tle: słownik pojęć kluczowych*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego.
- Florczak, A. (2003). Tajemnicze i odległe. *Wychowanie w Przedszkolu*, 1.
- Flynn, S. (2012). *Naukowa lista przebojów*. Warszawa: Wydawnictwo AB.

- Ford, H., Barnham, K. (2005). *Kosmos*. Warszawa: Wydawnictwo Mozaika.
- Fraisse, P., Piaget, J. (1967). *Inteligencja*. Warszawa: PWN.
- Franus, E. (1978). *Myslenie techniczne*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Frątczak, E. (1996). *Edukacja ekologiczna w wieku przedszkolnym: obserwacje i doświadczenia: poradnik metodyczny dla nauczycieli i rodziców*. Bydgoszcz: Kujawsko-Pomorskiej Studium Edukacyjne.
- Frutiger, A. (2015). *Człowiek i jego znaki*. Kraków: Wydawnictwo d2d.
- Galileusz, (1962). *Dialog o dwóch najważniejszych układach świata: Ptolemeusza i Kopernikowym*. Warszawa: PWN.
- Gąsienica, G., Góra, D., Kaczanowska, E., Ledwoń, M., Majewska, M., Tomiak-Zaremba, K. (2017). W kosmicznej rakiemie wspaniale bawić się będziecie. *Blżej przedszkola*, 4.187.
- Gelman, R. (1980). What Young Children Know About Numbers. *Educational Psychologist*, 15.
- Gilbert, J., Osborne, R., Fensham, P. (1982). Children's Science and Its Consequences for Teaching. *Science Education*, 66.
- Gisela, W. (2004). *Żywioty w przedszkolu. Powietrze*. Kielce: Wydawnictwo Jedność.
- Głuszniowska, A., Prus-Wirzbicka, K., Stryjewska, D., Szczepkowska-Szczęśniak, K., Zatorska, M. (2017). *Szkolna Trampolina*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Godawa, G. (2016). *Funkcjonowanie rodziny dziecka objętego domową opieką hospitacyjną. Studium tanatopedagogiczne*. Toruń: Wydawnictwo Edukacyjne „Akapit”.
- Gola, O., Krzemppek, A. (2014). Kosmiczne podboje. *Blżej przedszkola*, 11.
- Gołębiowski, K., Kamiński, M., Rochowicz, K., Sobczuk, B. (2012). *Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej*. Warszawa: Ośrodek Rozwoju Edukacji.
- Gopnik, A. (2010). *Dziecko filozofem*. Warszawa: Pruszyński i S-ka.
- Gopnik, A., Wellman, H. (1992). Why the child's theory of mind really is a theory. *Mind and Language*, 7.
- Grigoriew, R. (2012). O mądrym księżycu Joanny Kumulowej. *Wychowanie w Przedszkolu*, 6.
- Gruszczyk-Kolczyńska, E. (1982). *Dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się matematyki*. Warszawa: WSiP.
- Gruszczyk-Kolczyńska, E. (2013). Grzechy matematycznej edukacji. *Matematyka. Czasopismo dla nauczycieli*, 3.
- Gruszczyk-Kolczyńska, E. (2013). Papierowa matematyka. *Matematyka. Czasopismo dla nauczycieli*, 1.
- Gruszczyk-Kolczyńska, E. (2014). (red.). *Starsze przedszkolaki. Jak skutecznie je wychowywać i kształcić w przedszkolu i szkole*. Kraków: Wydawnictwo CEBP.
- Gruszczyk-Kolczyńska, E. (2019). O społecznym uczeniu się preferowanym przez dzieci i dziecięcej ciekawości, bez której niemożliwe jest wspomaganie rozwoju umysłowego maluchów. W: E. Gruszczyk-Kolczyńska (red.), *Wspomaganie rozwoju i wychowanie małych dzieci. Podręcznik dla rodziców, opiekunów w żłobkach i nauczycieli w przedszkolach*. Kraków: Wydawnictwo CEBP.
- Gruszczyk-Kolczyńska, E., Zielińska, E. (2015). *Dziecięca matematyka – dwadzieścia lat później. Książka dla rodziców i nauczycieli starszych przedszkolaków*. Kraków: Wydawnictwo CEBP.
- Grzęda, M., Karolewska, I. (2014). Ziemia czy gleba?. *Wychowanie w Przedszkolu*, 9.

- Haavio, M. (1967). *Mitologia fińska*. Warszawa: PIW.
- Hannust, T., Kikas, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 22.
- Hartmann, W.K., Davis, D.R. (1975). Satellite-sized planetesimals and lunar origin. *Icarus*, 24.
- Hawking, S. (2004). *Wszechświat w skorupce orzecha*. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Hawking, S. (2018). *Krótkie odpowiedzi na wielkie pytania*. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Hawkins, G.S., White, J.B. (1965). *Stonehenge decoded*. London: Better World Books Ltd.
- Hewitt, P.G. (2008). *Fizyka wokół nas*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Hoskin, M. (2007). *Historia astronomii*. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Hryszkiewicz, E., Stępień, B., Winiecka-Nowak, J., Bielenica, K., Bura, M., Kwil, M., Lankiewicz, B. (2017). *Elementarz odkrywców*. Kraków: Nowa Era.
- Inhelder, B., Piaget, J. (1970). *Od logiki dziecka do logiki młodzieży*. Warszawa: PWN.
- Ioannides, Ch., Vosniadou, S. (1991). The development of the concept of force in Greek children. Materiał pokonferencyjny: *European Association for Research on Learning and Instruction*. Finland: Turku.
- Jakimowicz, A. (1986). *Mitologia indyjska*. Warszawa: Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe.
- Jakimowicz-Shah, M., Jakimowicz, A. (1986). *Mitologia indyjska*. Warszawa: Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe.
- Jakubowska, A. (2016). Odkrywamy tajemnice kosmosu. *Życie Szkoły*, 6.
- Jakubowska, A. (2017). Światło bez tajemnic. *Życie Szkoły*, 2.
- James, P., Thorpe, N. (1997). *Dawne wynalazki*. Warszawa: Świat Książki.
- Janiszewska-Gold, K. (2015). Lekcja 19 – Sun and Mood. *Blżej przedszkola*, 1.
- Jaroni, E. (2008). *Dylematy integrowanej edukacji wczesnoszkolnej*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Jelinek, J.A. (2014). Kącki przyrodnicze w warszawskich przedszkolach. Oczami studentów kierunków wychowanie przedszkolne. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 4.
- Jelinek, J.A. (2016). Konstruowanie reprezentacji astronomicznych u dzieci. *Ruch Pedagogiczny*, 1.
- Jelinek, J.A. (2016). Teorie wyjaśniające zjawiska astronomiczne u dzieci i dorosłych. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 1.
- Jelinek, J.A. (2017). Dziecięca astronomia. Rozumienie dziecięcych wyjaśnień jako punkt wyjścia do organizowania dydaktyki. W: A. Domagała-Kręcioch, B. Majeranek (red.), *Kategorie (nie)obecne w edukacji*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Jelinek, J.A. (2017). Grzechy edukacji przyrodniczej, których korzenie sięgają wychowania przedszkolnego i nauczania w klasach I–III. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 2.
- Jelinek, J.A. (2018). Dziecięca astronomia. Dominujące modele umysłowe kształtu Ziemi, lokalizacji ludzi na Ziemi i zjawiska dnia i nocy u dzieci od 5. do 10. roku życia. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 3.
- Jelinek, J.A. (2019). Dziecięca astronomia. Jak starsze przedszkolaki i młodszy uczniowie wyjaśniają kształt Ziemi i jej miejsce w kosmosie (wykład inauguracyjny). *Leszczyński Notatnik Akademicki*, 65.



- Jelinek, J.A. (2019). The effectiveness of peer tutoring in the field of teaching basic astronomical concept among older preschoolers and young pupils. A quantitative analysis. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas Pedagogika*, 19.
- Johnson-Laird, P. (1999). Modele umysłowe a myślenie probabilistyczne. W: Z. Chlewiński (red.), *Modele umysłu*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kallery, M. (2011). Astronomical concepts and events awareness for young children. *International Journal of Science Education*, 33.
- 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.
- Karbowniczek, J., Kwaśniewska, M., Surma, B. (2011). *Podstawy pedagogiki przedszkolnej z metodyką*. Kraków: Wydawnictwo WAM.
- Kelemen, L. (1968). Rozumienie pojęć przez uczniów szkoły podstawowej. W: W. Szewczuk (red.), *Psychologia rozumienia*. Warszawa: PWN.
- Kempton, W. (1987). Two theories of home heat control. W: D. Holland, N. Quinn (red.), *Cultural models in language and thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kerrod, R. (1990). *Układ Słoneczny*. Warszawa: Wydawnictwo Wiedza i Życie.
- Kielar, M. (1978). *Rola filmu animowanego w pracy wychowawczo-dydaktycznej przedszkola*. Warszawa: WSiP.
- Kiezik-Kordzińska, E. (2009). *Czy śmieci to problem? Edukacja ekologiczna w nauczaniu początkowym*. Warszawa: WSiP.
- Kijas, Z.J. (2004). *Początki świata i człowieka*. Kraków: Wydawnictwo WAM.
- Kikas, E. (1998). The Impact of Teaching on Students' Definitions and Explanations of Astronomical Phenomena. *Learning and instruction*, 8.
- Klein, C. (1982). Children's concepts of the earth and the sun: A cross cultural study. *Science Education*, 65.
- Klim-Klimaszewska, A. (2012). *Pedagogika przedszkolna. Nowa podstawa programowa*. Warszawa: Instytut Wydawniczy Erica.
- Klimska, A. (2009). *Edukacja ekologiczna w polskiej szkole*. Olecko: Wydawnictwo Wszechnicy Mazurskiej.
- Kmita, J. (1975). *Wykłady z logiki i metodologii nauk*. Warszawa: PWN.
- Kocińska-Niewiadomska, A. (1985). *Wszystko przez myszkę*. Warszawa: Nasza Księgarnia.
- Kokowski, M. (2009). *Różne oblicza Mikołaja Kopernika. Spotkania z historią interpretacji*. Warszawa: Instytut Historii Nauki PAN; Kraków: Polska Akademia Umiejętności.
- Konarzewski, K. (2013). Osiągnięcia przyrodnicze trzecioklasistów w perspektywie międzynarodowej. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 2.
- Konecki, K.T. (2000). *Studia z metodologii badań jakościowych. Teoria ugruntowana*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Korpiakiewicz, H. (1985). *Tajemnice nieba*. Warszawa: Krajowa Agencja Wydawnicza.
- Korzeniewski, B. (1982). *Telewizja dydaktyczna w nauczaniu dzieci*. Warszawa: WSiP.
- Korzeniewski, B. (1985). *Kształtowanie pojęć geograficznych w nauczaniu początkowym*. Warszawa: WSiP.
- Kot, S. (1996). *Historia wychowania*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
- Kowska, B. (2007). *Wesołe gwiazdozbiory. Wychowanie w Przedszkolu*, 7.
- Królikowska-Sołtan, M. (2010). Dlaczego gwiazdy świecą w nocy. *Wychowanie w Przedszkolu*, 4.



- Królikowska-Sołtan, M. (2011). Pytania o Księżyc. *Wychowanie w Przedszkolu*, 2.
- Królikowska-Sołtan, M. (2011). Pytania o Wszechświat i ufoludki. *Wychowanie w Przedszkolu*, 4.
- Kuhn, T.S. (1977). *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Kuhn, T.S. (2001). *Struktura rewolucji naukowych*. Warszawa: Fundacja Aletheia.
- Künstler, M.J. (1985). *Mitologia chińska*. Warszawa: Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe.
- Kupisiewicz, C. (1996). *Podstawy dydaktyki ogólnej*. Warszawa: Polska Oficyna Wydawnicza BGW.
- Kurnaz, M.A. (2012). Turkish Students' Understandings about Some Basic Astronomy Concepts: A Cross-Grade Study. *World Applied Sciences Journal*, 19.
- Kwaśniewska M., Lenzion, J., Żaba-Żabińska, W. (2018). *Wokół przedszkola. Program wychowania przedszkolnego oparty na warstwowej koncepcji wychowania Stefana Kunikowskiego*. Warszawa: Wydawnictwo MAC.
- Kwaśniewska, M., Żaba-Żabińska, W. (2009). *Nasze przedszkole. Program edukacji przedszkolnej wspomagający rozwój aktywności dzieci*. Warszawa: Wydawnictwo MAC.
- Kwiatkowska, M. (1985). (red.). *Podstawy pedagogiki przedszkolnej*. Warszawa: WSiP.
- Kwiatkowska, M., Topińska, Z. (1972). (red.). *Metodyka wychowania przedszkolnego*. Warszawa: PZWS.
- Lamża, Ł. (2020). *Światy równoległe. Czego uczą nas płaskoziemcy, homeopaci i różdżkarze*. Wołowiec: Wydawnictwo Czarne.
- Legends o Słońcu (1999). *Świat Wiedzy*, numer specjalny.
- Lelonek, M. (1984). *Kształtowanie pojęć z przyrody nieożywionej w nauczaniu początkowym*. Warszawa: WSiP.
- Lévi-Strauss, C. (1969). *Mysł nieoswojona*. Warszawa: PWN.
- Levy, H.D. (1998). *Gwiazdy i planety*. Warszawa: Wydawnictwo Muza S.A.
- Lindsay, P.H., Norman, D.A. (1984). *Procesy przetwarzania informacji u człowieka. Wprowadzenie do psychologii*. Warszawa: PWN.
- Lipińska, J. (2002). *Mitologia starożytnego Egiptu*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Lorek, M., Wollman, L. (2014). *Nasz Elementarz*. Warszawa: Ministerstwo Edukacji Narodowej.
- Lorek, M., Wollman, L. (2017). *My i nasz elementarz. Podręcznik do szkoły podstawowej*. Katowice: Fundacja Ekologiczna – Wychowanie i Sztuka „Elementarz”.
- Lucas, E., Lucas, H. (1990). *Nasz świat. Jak? Co? Kiedy? Dlaczego?*. Warszawa: Instytut Wydawniczy PAX.
- Łasota, N. (2014). Lecimy w kosmos. *Bliżej Przedszkola*, 4.
- Łasota, N. (2016). Litte Ant in Space. *Bliżej Przedszkola*, 11.
- Łasota, N. (2019). Kosmos. *Bliżej Przedszkola*, 4.
- Łopacińska, I. (2015). Co kryje ziemia?. *Bliżej Przedszkola*, 3.
- Majcher, I. (2008). Czy księżyc świeci? Pytanie z pretekstem w tle. W: E. Szatan, D. Bronk (red.), *Gdyby Einstein współcześnie chodził do szkoły... Dziecko i twórczość w pedagogice wczesnoszkolnej* (s. 171–181). Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Majorek, C. (1987). Przewycięzenie diaspory. Współczesne tendencje w rozwoju historii wychowania. W: *Szanse naukowego rozwoju pedagogiki*. Materiały z Międzynarodowej

- Konferencji Naukowej zorganizowanej przez Instytut Pedagogiki Uniwersytetu Jagiellońskiego w dniach 4 i 5 października 1985 r. *Prace Pedagogiczne*, z. 6.
- Mali, G., Howe, A. (1979). Development of earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, 63.
- Mały Książę (fragment) (2015). *Blżej Przedszkola*, 7–8.
- Marciniak, K. (2013). *Moja pierwsza mitologia*. Warszawa: Wydawnictwo Nasza Księgarnia.
- Markowska, A., Lechowicz, M., Grajowski, W., Chrzanowski, M., Spalik, K., Borgensztajn, J., Ostrowska, E., Musialik, M. (2014). Błędne przekonania w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 4.
- Marseille, J., Laneyrie-Dagen, N. (1992). (red.). *Największe sekrety historii*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza MAK.
- 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*, 8.
- Materska, M., Tyszka, T. (1996). *Psychologia i poznanie*. Warszawa: PWN.
- Matuszewski, T. (2002, 2011). *Psychologia poznania*. Gdańsk: GWP.
- Mazur, B., Sokołowska, B., Zagórska, K. (2017). *Gra w kolory*. Warszawa: Wydawnictwo Juka.
- McCloskey, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248.
- McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. W: D. Gentner, A. Stevens (red.), *Mental Models*. New York: Psychology Press.
- Michalik, M. (1992). *Kronika. Technika*. Warszawa: Wydawnictwo Kronika.
- Między Słońcem a Ziemią (2017). *Zycie Szkoły*, 2.
- Milewska, E., Zonna, W. (1980). *Gwiazdozbiory*. Warszawa: Wydawnictwo KAW.
- Milewska, E., Zonna, W. (1973). *Niebo i Kalendarz*. Warszawa: Wydawnictwo KAW.
- Minsky, M. (1977). Frame-system theory. W: P.N. Johnson-Laird, P.C. Wason (red.), *Thinking: readings in cognitive science*. Cambridge MA: Cambridge University Press.
- Misiorna, E., Ziętkiewicz, E. (1999). *Zintegrowana edukacja w kl. I–III*. Poznań: WOM.
- Mitton, S., Minton, J. (1996). *Seria Oxford. Astronomia*. Warszawa: Polska Oficyna Wydawnicza BGW.
- Młodinow, L., Hawking, S. (2011). *Wielki projekt*. Warszawa: Albatros.
- Moore, R., Decker, M.D. (2008). *More Than Darwin. An Encyclopedia of the People and Places of the Evolution-Creationism Controversy*. Westport: Greenwood Press.
- Najder, K. (1996). Schematy poznawcze. W: M. Materska, T. Tyszka (red.), *Psychologia i poznanie*. Warszawa: PWN.
- Nedo, P. (1990). (red.). *Śpiewająca lipka. Bajki Słowian Zachodnich*. Poznań: Wydawnictwo Media Rodzina.
- Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B. (2006). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Nobes, G., Martin, A., Panagiotaki, G. (2005). The development of scientific knowledge of the Earth. *British Journal of Developmental Psychology*, 23.
- Nobes, G., Moore, D., Martin, A., Clifford, B., Butterworth, G., Panagiotaki, G., Siegal, M. (2003). Children's understanding of the earth in a multicultural community: mental models or fragments of knowledge?. *Developmental Science*, 6.

- Nowicka, E. (2004). *Świat człowieka – świat kultury*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross age study. *Science Education*, 63.
- Nussbaum, J., Novak, J. (1976). An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews. *Science Education*, 60.
- O chłopie, co szedł pytać słońce, gdzie jego kura niesie jajka (1990). W: P. Nedo (red.), *Śpiewająca lipka. Bajki Słowian Zachodnich*. Poznań: Wydawnictwo Media Rodzina.
- Okoń, W. (1964). *Szkoły eksperymentalne w świecie 1900–1960*. Warszawa: Nasza Księgarnia.
- Okoń, W. (1987). *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*. Warszawa: PWN.
- Onichimowska, A. (2005). *Tajemnice Początku. Mity o stworzeniu świata*. Warszawa: Świat Książki.
- Özsoy, S. (2012). Is the Earth Flat or Round? Primary School Children's Understanding of Planet Earth: The Case of Turkish Children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4.
- Panagiotaki, G., Nobes, G. (2006). Is the world round or flat? Children's understanding of the earth. *European Journal of Developmental Psychology*, 3.
- 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.
- Panagiotaki, G., Nobes, G., Potton, A. (2009). Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104.
- Parczewska, T. (2009). *Edukacja ekologiczna w przedszkolu*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- Parlak, M. (2013). Uwarunkowania poziomu wiedzy przyrodniczej uczniów w młodszym wieku szkolnym. W: E. Ogordziej-Mazu, U. Suścik, A. Wąsiński (red.), *Wybrane obszary aktywności*. Bielsko-Biała–Cieszyn–Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Paško, I. (2010). Wiedza przyrodnicza nauczyciela wychowania przedszkolnego i edukacji wczesnoszkolnej. W: *Aktuální otázky preprimárního a primárního vzdávání*. Ostrava: Wydawnictwo Universitas Ostraviensis.
- Piaget, J. (1966). *Narodziny inteligencji dziecka*. Warszawa: PWN.
- Piaget, J. (1966). *Studia z psychologii dziecka*. Warszawa: PWN.
- Piaget, J. (1971). *Strukturalizm*. Warszawa: Wiedza Powszechna.
- Piaget, J. (1977). *Psychologia i epistemologia*. Warszawa: PWN.
- Piaget, J. (1977). *Dokąd zmierza edukacja*. Warszawa: PWN.
- Piaget, J. (1981). *Równoważenie struktur poznawczych*. Warszawa: PWN.
- Piaget, J. (1992). *Mowa i myślenie u dziecka*. Warszawa: PWN.
- Piaget, J. (2005). *Mowa i myślenie dziecka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Piaget, J. (2006). *Jak sobie dziecko wyobraża świat*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Piaget, J. (2006). *Studia z psychologii dziecka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1989). *Psychologia dziecka*. Wrocław: Wydawnictwo Siedmioróg.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1993). *Psychologia dziecka*. Wrocław: Wydawnictwo Siedmioróg.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1976). *Operacje umysłowe i ich rozwój*. W: J. Oleron, J. Piaget, B. Inhelder (red.), *Inteligencja*. Warszawa: PWN.

- Pięciu braci Li. Chińskie bajki ludowe i przysłowia* (1965). Opr. M. Górską, Warszawa: Wydawnictwo Nasza Księgarnia.
- Pilch, T., Bauman, T. (2001). *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
- Piwiński, R. (1989). *Mitologia Arabów*. Warszawa: Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe.
- Pleskot, M., Staszewska-Mieszek, A. (2018). *Kocham przedszkole. Program wychowania przedszkolnego*. Warszawa: Wydawnictwo WSiP.
- Podstawa programowa przedmiotów przyrodniczych w opiniach nauczycieli, dyrektorów szkół oraz uczniów* (2013). Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.
- Poincaré, H. (1988). *Wartość nauki*. Warszawa: Alma-Press.
- Popper, K. (1977). *Logika odkrycia naukowego*. Warszawa: PWN.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66.
- Priyamvada, N. (2017). *Mapy kosmosu. Przełomowe idee naukowe, dzięki którym odkryliśmy Wszechświat*. Warszawa: Wydawnictwo Prószyński i S-ka.
- Propp, W. (2011). *Morfologia bajki magicznej*. Kraków: Wydawnictwo Nomos.
- Przetacznik, M., Makiełło-Jarża, G. (1977). *Psychologia wychowawcza, społeczna i kliniczna*. Warszawa: WSiP.
- Przetacznikowa, M. (1978). *Podstawy rozwoju psychicznego dzieci i młodzieży*. Warszawa: WSiP.
- Przybylski, T., Machowska, B. (2003). *Edukacja ekologiczna w programie dydaktyczno-wychowawczym szkoły*. Legnica: Towarzystwo Przyjaciół Nauk.
- Putko, A. (2008). *Dziecięca 'teoria umyśtu' w fazie jawnej i utajnionej a funkcje wykonawcze*. Poznań: Wydawnictwo UAM.
- Pytlarczyk, J. (2009). *W kręgu zabawy. Program wychowania przedszkolnego*. Warszawa: Wydawnictwo JUKA.
- Reale, G. (2001). *Historia filozofii starożytnej*, t. II. Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Rejmer, K. (2018). *Zapomniana historia nauki, czyli fantazje I facjacje naszych dziadków*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Roskał, Z. (2006). Starożytni prekursorzy geosferyzmu. *Fizyka w szkole*, 3.
- Rościszewska-Woźniak, M. (2010). *Dobry start przedszkolaka. Program wychowania przedszkolnego*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
- 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.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, załącznik 1 i 2. Dz.U. z dnia 23 grudnia 2008, poz. 17, zał. 1 i 2.
- Rubiś-Kuczycka, J., Kowalik, E., Kuźma, I. (2005). *Edukacja ekologiczna w naszej szkole*. Polkowice: Zespół Szkół im. Narodów Zjednoczonych Europy.
- Rudnicki, K. (1988). *Astronomia*. Warszawa: WSiP.

- Ruth, M., Sanders, A. (2016). *Mali odkrywcy. W kosmosie*. Warszawa: Wydawnictwo Wilga.
- Saan, A. (2005). *365 pomysłów na eksperymentowanie*. Warszawa: Wydawnictwo Rea.
- 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.
- Saçkes, M., Smith, M., Trundle, K.C. (2016). US and Turkish preschoolers' observational knowledge of astronomy. *International Journal of Science Education*, 1.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., Brewer, W. (1996). Mental Models of the Earth, Sun, and Moon: Indian Children's Cosmologies. *Cognitive Development*, 11.
- Samojlik, T. (2016). *Misja kosmos. Międzygwiazdna podróż Voyagera*. Warszawa: Wydawnictwo Wilga.
- Schaffer R. (2007). *Psychologia dziecka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Schaffer, R. (1994). Epizody wspólnego zaangażowania jako kontekst rozwoju poznawczego. W: A. Brzezińska, G. Lutomski (red.), *Dziecko w świecie ludzi i przedmiotów*. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Schaffer, R. (2010). *Psychologia rozwojowa*. Kraków: Wydawnictwo UJ.
- Schaffer, R.H. (2010). *Psychologia rozwojowa. Podstawowe pojęcia*. Kraków: Wydawnictwo UJ.
- Schultz, J., Säljö, R., Wyndhamn, J. (2001). Heavenly Talk: Discourse, Artifacts, and Children's Understanding of Elementary Astronomy. *Human Development*, 44.
- Shayer, M., Küchemann, D.E., Wylam, H. (1976). The Distribution of Piagetan Stages of Thinking In British Middle and Secondary School Children. *Journal of Educational Psychology*, 46.
- Siegal, M., Butterworth, G., Newcombe, P. (2004). Culture and children's cosmology. *Developmental Science*, 7.
- Skorny, Z. (1964). *Observacje i charakterystyki psychologiczne*. Warszaw: PZWS.
- Skorupka, S., Auderska, H., Lempicka, Z. (1969). (red.). *Mały słownik języka polskiego*. Warszawa: PWN.
- Słońska, I. (1969). *Psychologiczne problemy ilustracji dla dzieci*. Warszawa: PWN.
- Słysz, A. (2005). Perspektywa zastosowania metodologii teorii ugruntowanej w badaniach rozwoju. *Psychologia rozwojowa*, 1.
- Sneider, C., Pulos, S. (1983). Children's cosmologies: Understanding the earth's shape and gravity. *Science Education*, 61.
- Sneider, C., Pulos, S., Frenor, E., Porter, J., Templeton, B. (1986). Understanding the earth's shape and gravity. *Learning*, 14.
- Sobel, D., Drake, F. (1995). *Czy jest tam kto? Nauka w poszukiwaniu cywilizacji pozaziemskich*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Soida, D. (1993). *Bądź Mistrzem-Przyjacielem, czyli Edukacja ekologiczna na wesoło*. Przysiek: Ośrodek Edukacji Ekologicznej RPK OA PTTK.
- Solomon, G. (2002). Birth, kind and naive biology. *Developmental Science*, 5.
- Spelke, E. (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. W: S. Carey, R. Gelman (red.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. New Jersey: Erlbaum Erlbaum Associate.
- Spietzer, M. (2007). *Jak uczy się mózg*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Springer, K. (1995). Acquiring a Naive Theory of Kinship through Inference. *Child Development*, 66.



- Stabryła, S. (1989). *Owidiusz. Świat poetycki*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Steinhardt, P., Turok, N. (2009). *Nieskończony wszechświat. Poza teorię wielkiego wybuchu*. Warszawa: Prószyński i S-ka.
- Sternberg, R., Spear-Swerling, L. (2003). *Jak nauczyć dzieci myślenia*. Gdańsk: GWP.
- Stępczak, K. (1996). *Ochrona i kształtowanie środowiska*. Warszawa: WSiP.
- Straatemeier, M., van der Maas, H., Jansen, B. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal Experimental Child Psychology*, 100.
- Strelau, J. (2004). (red.). *Psychologia. Podręcznik akademicki*, tom 2. Gdańsk: GWP.
- Such, J., Szcześniak, M. (2000). *Filozofia nauki*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Szczepańska, M. (2004). Ziemia – planeta pełna tajemnic. *Życie Szkoły*, 9.
- Sztobryn, S. (2010). Historiografia edukacyjna i jej metodologia. Wybrane zagadnienia. W: S. Palka (red.), *Podstawy metodologii badań w pedagogice 2*. Gdańsk: GWP.
- Sztompka, P. (1973). *Teorie i wyjaśnienia. Z metodologii problemów socjologii*. Warszawa: PWN.
- Szuman, S. (1936/1937). Jak dzieci oglądają obrazki i co one dzieciom dają. *Przedszkole*, 4/5.
- Szuman, S. (1939). *Rozwój pytań dziecka. Badania nad rozwojem umysłowości dziecka na tle jego pytań*. Warszawa–Wilno–Lublin: Nasza Księgarnia.
- Szuman, S. (1947). *Psychologia wychowawcza wieku dziecięcego*. Warszawa: Nasza Księgarnia.
- Szuman, S. (1955). *Rola działania w rozwoju umysłowym małego dziecka*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk.
- Szuman, S. (1958). O mitologicznych, fantastycznych oraz realnych wartościach bajek dla dzieci. *Nowa Szkoła*, 2.
- Szuman, S. (1960). *Psychologia dziecka w wieku przedszkolnym*. Warszawa: Nasza Księgarnia.
- Szuman, S. (1985). *Dzieła wybrane. Studia nad rozwojem psychicznym dziecka*. Warszawa: PWN.
- Szuman, S. (2014). *Osobowość i charakter*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Szuman, S. (1990). *Sztuka dziecka*. Warszawa: WSiP.
- Tatarkiewicz, W. (1988). *Historia filozofii*. Warszawa: PWN.
- Tatarkiewicz, W. (2003). *Historia filozofii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Time life. Encyklopedia szkolna (2000). *Wszechświat*. Bielsko-Biała: Wydawnictwo Debit.
- Tokarska, E., Kopała, J. (2009). *Zanim będę uczniem. Program wychowania przedszkolnego*. Warszawa: Wydawnictwo Edukacja Polska.
- Topolski, J. (1968). *Metodologia historii*. Warszawa: PWN.
- Topolski, J. (1996). *Jak się pisze i rozumie historię. Tajemnice narracji historycznej*. Warszawa: Wydawnictwo Rytm.
- Tracz, M. (2008). *Znaczenie geografii jako przedmiotu ogólnokształcącego na przełomie XX i XXI wieku – studium przypadku*. W: R. Wiśniewski, W. Gierańczyk (red.), *Geografia we współczesnym systemie kształcenia*. Kraków: Poligrafia Inspektoratu Towarzystwa Salezjańskiego.
- Trilling, W. (1980). *Stworzenie i upadek według Rdz 1-3*. Warszawa: Instytut Wydawniczy PAX.



- Tuszyńska, L. (2006). *Edukacja ekologiczna dla nauczycieli i studentów*. Warszawa: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej TWP.
- Tymczasowy program nauki o przyrodzie w publicznych szkołach powszechnych trzeciego stopnia z polskim językiem nauczania (projekt) (1945). Ministerstwo Oświaty. Łódź: Państwowe Zakłady Wydawnicze.
- Vaiopoulou, J., Papageorgiou, G. (2018). Primary students' conceptions of the Earth: Re-examining a fundamental research hypothesis on mental models. *Preschool and Primary Education*, 6.
- Vasta, R., Haith, M., Miller, S. (1995). *Psychologia dziecka*. Warszawa: PWN.
- Vasta, R., Haith, M., Miller, S. (2004). *Psychologia dziecka*. Warszawa: WSiP.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the Relationships between Conceptual Change and Intentional Learning. W: G. Sinatra, P. Pintrich (red.), *Intentional Conceptual Change*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S. (2013). Conceptual change in learning and instruction. The Framework Theory Approach. W: S. Vosniadou (red.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York–London: Routledge.
- Vosniadou, S., Brewer, W. (1989). A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon: Greek and American data. *Learning and instruction: European research in an international context*, 2.
- Vosniadou, S., Brewer, W. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24.
- Vosniadou, S., Brewer, W. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18.
- Vosniadou, S., Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, 19.
- Walczak-Sarao', M., Kręcisz, D. (2009). *Wesołe przedszkole i przyjaciele. Program wychowania i edukacji przedszkolnej*. Warszawa: WSiP.
- Walpole, B., Stott, C. (2008). *Ciekawe dlaczego: nocą słońce nie świeci i inne pytania na temat kosmosu i pór roku*. Ożarów Mazowiecki: Wydawnictwo Olesiejuk.
- Wandersee, J., Mintzes, J., Novak, J. (1994). Research on alternative conceptions in science. W: D.L. Gabel (red.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Simon & Schuster and Prentice Hall International.
- Wasiukiewicz, J. (1998). *Pedagogika waldorfska w praktyce*. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Wertsch, J.V. (1984). The zone of proximal development & some conceptual issues. W: B. Rogoff, J.V. Wertsch (red.), *Children's learning in the "zone of proximal development" — New directions for child development*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Więckowski, R. (1995). *Pedagogika wczesnoszkolna*. Warszawa: WSiP.
- Wieczorek, I. (2003). Kosmiczna przygoda. *Wychowanie w Przedszkolu*, 1.
- Winklewski, J. (1964). Kształcenie samodzielnego myślenia w nauczaniu geografii w szkole średniej. *Zeszyty geograficzne WSP w Gdańsku*, 4.

- Wiśniewska, M. (2016). Kosmiczna wyprawa. *Wychowanie w Przedszkolu*, 7.
- Witerska, K., Janiak, M. (2017). *Trampolina. Program wychowania przedszkolnego z terminarzem*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Włodarczyk, J. (1994). Chrońmy niebo gwiazdziste. *Postępy Astronomii*, 2.
- Wood, D., Bruner, J., Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem-solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17.
- Woszczyk, A. (1994). Chrońmy niebo. *Postępy Astronomii*, 2.
- Woźniakowski, S. (1982). *Antologia bajki polskiej*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
- Wójcicki, K. (2016). Jak zacząć patrzeć w gwiazdy?. *Gazeta Wyborcza. Nauka dla każdego ekstra – Astronomia*, 1.
- Wójcik, M. (2009). Rakietą w kosmos. *Życie Szkoły*, 11.
- Wróbel, F. (2008). *Vademecum Nawigatora*. Gdynia: Trademar.
- Wróbel, T., Zieniuk, J., Górski, J., Zajda, K., Kiernicki, B., Lisowska, H., Krawczyk, M. (1967). (red.). *Metodyka nauczania początkowego*, cz. 3. Warszawa: PZWS.
- Wróblewski, A.K. (2015). *Historia fizyki*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Wygotski, L.S. (1971). *Wybrane prace psychologiczne*. Warszawa: PWN.
- Wygotski, L.S. (1978). *Narzędzie i znak w rozwoju dziecka*. Warszawa: PWN.
- Wygotski, L.S. (1989). *Mowa i myślenie*. Warszawa: PWN.
- Wygotski, L.S. (2002)., *Wybrane prace psychologiczne II: dzieciństwo i dorastanie*. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Załęski, S. (1908) *Jezuici w Polsce*. Kraków: Drukiem i Nakładem Drukarni W.L. Anczyca i Sp.
- Zeszyty *Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej*. Warszawa–Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Centrum Edukacji Nauczycielskiej.
- Zimbardo, P. (1999). *Psychologia i życie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Zimmerman, L. (2013). *Zła nauka. Krótka historia dziwacznych przekonań, błędnych wniosków i niewiarygodnie głupich teorii*. Warszawa: Wydawnictwo Aletheia.
- Znanięcki, F. (2008). *Wstęp do socjologii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Zonn, W. (1973). *Kopernik, astronomia, astronautyka: przewodnik encyklopedyczny*. Warszawa: PWN.
- Żytko, M. (2002), *Kształcenie zintegrowane*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.

## BIBLIOGRAFIA INTERNETOWA

- Driver R. (1985). *Children's ideas in science*. McGraw-Hill Education: <https://staff.fnwi.uva.nl/e.joling/vakdidactiek/documenten/driver.pdf> [dostęp: 14.09.2015].
- Europejska Agencja Kosmiczna. Oficjalna strona ESA: [http://www.esa.int/pol/ESA\\_in\\_your\\_country/Poland](http://www.esa.int/pol/ESA_in_your_country/Poland) [dostęp: 21.01.2018].
- Europejska Agencja Kosmiczna. Strona poświęcona „twarzy marsjańskiej”: *Cydonia – the face on Mars*: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Cydonia\\_the\\_face\\_on\\_Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Cydonia_the_face_on_Mars) [dostęp: 13.01.2018].
- Europejskie Południowe Obserwatorium Astronomicznego (ESO): <https://www.eso.org/public/hungary/images/epod-cc-rf18284/> [dostęp: 8.01.2018].
- Film *A Private Universe. Misconceptions that block learning* (1987) Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics dostępny jest pod adresem: [https://www.youtube.com/watch?v=TrXaQu\\_qGeo](https://www.youtube.com/watch?v=TrXaQu_qGeo) [dostęp: 12.12.2018].

- Film *O dwóch takich co ukradli księżyc* – informacje o filmie dostępne są w Internetowej Bazie Filmu Polskiego: <http://www.film Polski.pl/fp/index.php?film=424056> [dostęp: 8.01.2018].
- Film, na którym widać, jak lekkie odepchnięcie się wprawia w ruch cały organizm członka załogi Międzynarodowej Stacji Kosmicznej: <https://www.youtube.com/watch?v=OaSzRWDazr4> [dostęp: 14.04.2019].
- Film, w którym raper Darryl Marble opisuje swój eksperyment mający potwierdzić, że Ziemia jest płaska: <https://www.youtube.com/watch?v=UeJetQLLp4c> [dostęp: 15.05.2018].
- Fragment filmu nagranych z pokładu rakiety V2 wystrzelonej w 1946 roku na wysokość 105 km, która – jako pierwsza zarejestrowała kulisty kształt Ziemi: <https://youtube/3JsnNdioXQM> [dostęp: 10.11.2019].
- Hoffman Dariusz, autor wideobloga SciFun omawia problemy astrofizyki przedstawione w filmie „Gwiazdne wojny”: <https://youtu.be/riiopXHXRA8> [dostęp: 5.07.2018].
- Informacje o filmie „Apollo 13” w reżyserii Rona Howarda (nakręcony w 1995 roku): [https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo\\_13\\_\(film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_13_(film)) [dostęp: 17.05.2019].
- Johnson E., Rockets: What is cost of sending 1 kg weight into space?, *Quora*, <https://www.quora.com/Rockets-What-is-cost-of-sending-1-kg-weight-into-space> [dostęp: 30.06.2019].
- Międzynarodowa Unia Astronomiczna. Strona IAU poświęcona planetoidzie „Farout” (2018 VG18): <https://www.minorplanetcenter.net/mpec/K18/K18Y14.html> [dostęp: 18.12. 2018].
- Międzynarodowa Unia Astronomiczna. Strona IAU poświęcona problemowi sprzątania przestrzeni kosmicznej: <https://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau0603/> [dostęp: 30.06.2019].
- Miller J.E., (1931) \$5,000 for Proving the Earth is a Globe, *Modern Mechanics and Invention*. Artykuł, w którym Wilbur Glenn Voliva zaoferował pieniądze osobie, która przedstawi niezbitą dowód, że Ziemia jest płaska: <http://blog.modernmechanix.com/5000-for-proving-the-earth-is-a-globe/> [dostęp: 27.01.2018].
- Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach, prowadzone przez Monikę Maślaniec. Za: <http://moa.edu.pl/koloastronomiczne-dla-najmlodszych/> [dostęp: 5.05.2020].
- Morelle R., Race to the bottom of the ocean: Why go down?, *BBC News, Science & Environment*. Artykuł, w którym Sylia Earle – badaczka mórz stwierdza, że powierzchnia Księżyca jest lepiej znana niż dno ziemskich oceanów. <https://www.bbc.com/news/science-environment-17041438> [dostęp: 30.06.2019].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Artykuł *A Chronology of the Hubble Space Telescope*, <https://history.nasa.gov/hubble/chron.html> [dostęp: 16.08.2017].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona misji teleskopu Jamesa Webba: <https://www.jwst.nasa.gov/> [dostęp: 6.07.2019].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona „drugiemu księżycowi Ziemi” (2016 HO3): <https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=469219> [dostęp: 30.06.2019].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona planecie Mars: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/overview/> [dostęp: 2.04.2019].

- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona misji Voyager: <https://www.jpl.nasa.gov/voyager/> [dostęp: 16.08.2017].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona zdjęciu „The Blue Dot” (błękitna kropka) – Ziemi widzianej z przestrzeni spoza Układu Słonecznego: <https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=52392> [dostęp: 30.08.2019].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona planecie karłowatej Haumea (136108): <https://solarsystem.nasa.gov/planets/haumea/indepth> [dostęp: 1.08.2018].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona poświęcona planecie karłowatej Makemake (136472): <https://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi?sstr=136472> [dostęp: 8.01.2018].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Strona na której Agencja zachęca osoby posługujące się programami graficznymi do korzystania ze zdjęć nadsyłanych przez teleskopy, sondy kosmiczne i łaziki aby edytować je komputerowo i tworzyć z nich grafiki „bardziej przyjazne oku”: <https://images.nasa.gov/> [dostęp: 15.01.2018].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Galeria obiektów kosmicznych: <https://spaceplace.nasa.gov> [dostęp: 8.01.2018].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Oficjalna strona programu teleskopu kosmicznego Hubble: <http://hubblesite.org> [dostęp: 8.01.2018].
- Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej rządu Stanów Zjednoczonych (NASA). Oficjalna strona Johnson Space Center (JSC) <https://www.jsc.nasa.gov/jscfeatures/articles/000001063.html> [dostęp: 8.01.2018].
- Polska Agencja Kosmiczna (PAK). Oficjalna strona: <https://polsa.gov.pl/o-agencji/o-polsa> [dostęp: 21.01.2018].
- Szpak Agnieszka: *Prawo kosmiczne w pigułce*: <http://www.edukacjaprawnicza.pl/prawo-kosmiczne-w-pigulce/> [dostęp: 21.01.2018].
- Test EARTH2. Autorzy testu Straatemeiera M, Maasa H., Jansena B. zamieścili pełną wersję test una stronie: [http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage\\_Han\\_van\\_der\\_Maas/EArth.html](http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage_Han_van_der_Maas/EArth.html) [dostęp: 10.12.2016].
- Universal Zetetic Society – oficjalna strona Towarzystwa Płaskiej Ziemi: <https://theflartearth society.org/home/> [dostęp: 4.11.2018].
- Wystąpienie Yusaka Maezawa dla firmie SpaceX, który jako pierwszy w prywatnej misji kosmicznej obleci dookoła Księżyc. Wyprawa planowana jest na rok 2023: <https://www.youtube.com/watch?v=2FwpRn-jaSo> [dostęp: 2.12.2019].
- Wywiad Moniki Waluś z Holgerem Kraigem – dyrektorem biura ds. Kosmicznych Śmieci Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Wywiad ten jest dostępny pod adresem: <http://wyborcza.pl/7,75400,24428103,smieci-w-kosmosie-to-juz-8-1-tys-ton-rupieci.html?disableRedirects=true> [dostęp: 4.02.2019].
- Wywiad z Dennisem Hope, który sprzedawał działki na Księżycu, Marsie i Io (księżyc Jowisza): <https://www.vice.com/pl/article/yv574m/ive-owned-the-moon-since-1980> [dostęp: 21.01.2018].

# ZAŁĄCZNIKI

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

ZAŁĄCZNIK 1. Krótko o stosowanych metodach badań nad ustalaniem wiedzy astronomicznej u dzieci .....	305
ZAŁĄCZNIK 2. Metoda Intuicje i Zarysy Pojęć Astronomicznych (IZPA) zastosowana w pierwszym programie badawczym mającym na celu ustalenie intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych wśród starszych przedszkolaków i uczniów z klasy pierwszej .....	323
ZAŁĄCZNIK 3. Test EARHT2 wykorzystany w ramach projektu <i>Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych</i> ...	329
ZAŁĄCZNIK 4. Wskazania badanych dzieci na każde z pytań testu EARHT2 przeprowadzonego w ramach projektu <i>Proces rozwijania przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych</i> .....	340
SPIS TABEL .....	350
SPIS SCHEMATÓW .....	353
SPIS WYKRESÓW .....	354
SPIS ZDJĘĆ .....	354

## ZAŁĄCZNIK 1. KRÓTKO O STOSOWANYCH METODACH BADAŃ NAD USTALANIEM WIEDZY ASTRONOMICZNEJ U DZIECI

W historii badań nad dziecięcymi modelami mentalnymi dają się zauważyć dwa charakterystyczne okresy związane ze stosowaniem narzędzi badawczych. W pierwszym zadawano dzieciom pytania otwarte i proszono o udzielenie odpowiedzi w formie werbalnej, graficznej, lub tworząc model z plasteliny. Poproszono dzieci o wyjaśnienie, jak wygląda Ziemia, gdzie mieszkają ludzie na Ziemi, co się będzie działo, jeśli człowiek będzie przemierzał planetę, idąc cały czas w jednym kierunku, a także jak powstaje dzień i noc oraz jak porusza się Ziemia, Słońce i Księżyc w kosmosie.

W tak organizowanych warunkach niektóre dzieci udzielały wyjaśnień zbliżonych do naukowych. Zaskoczyło to badaczy, gdyż – podobnie jak w Polsce – w szkolnej edukacji dzieci rzadko mają okazję omawiać np. kształt Ziemi. Chcąc ustalić, w jakim wieku dzieci zaczynają udzielać takich odpowiedzi, zaczęto prowadzić badania wśród coraz to młodszych dzieci. Jednakże różnice indywidualne nie pozwalały jednoznacznie określić wieku dzieci, w którym wyjaśniały obiekty i zjawiska astronomiczne w sposób zbliżony do naukowego.

Wraz z organizowaniem sytuacji diagnostycznych wśród coraz to młodszych dzieci zaczęto także zmieniać metodę badawczą. Zamiast stawiać pytania otwarte, w których dziecko musiało skonstruować samodzielnie całą odpowiedź – zaczęto używać narzędzi badawczych z pytaniami zamkniętymi. Podczas badania dzieci miały jedynie wskazać jedną z wymienionych odpowiedzi. Okazało się, że dzieci, którym przedstawiano pytania z możliwością wyboru, częściej udzielały prawidłowej odpowiedzi niż dzieci, które proszono o samodzielne jej skonstruowanie. Uznano, że wyniki badań w zakresie modeli mentalnych będą różnić się nie tylko od środowiska kulturowego, w jakim znajdują się dzieci, lecz także od metod, jakimi są badane.



Przejdę teraz do dokładniejszego scharakteryzowania obu nakreślonych tu okresów, a na końcu przedstawię szczegółowy opis testu EARTH2 zastosowanego w programie badań *Dziecięca astronomia (w projekcie Proces tworzenia przez dzieci intuicji i zarysów pojęć astronomicznych)*<sup>1</sup>.

## BADANIA WYKORZYSTUJĄCE KWESTIONARIUSZ WYWIADU

Pierwsze badania nad pojęciami i wyobrażeniami astronomicznymi dzieci przebiegały w formie rozmów. Stawiano dzieciom pytania otwarte i proszono o udzielenie odpowiedzi (Nussbaum, Novak<sup>2</sup>; Nussbaum<sup>3</sup>; Vosniadou, Brewer<sup>4</sup>). Ponieważ udzielane odpowiedzi były różnorodne, dokonywano ich uogólnienia i porządkowano według podobieństwa. Dostrzeżono, że są one wewnętrznie spójne i zorganizowane w dostępny dziecku sposób. Takie wyabstrahowane i zgeneralizowane opisy dzieci zaczęto traktować jako zorganizowane struktury myśli i nazywać np. modelami mentalnymi (*mental models*<sup>5</sup>).

Zaczęto także konstruować narzędzia mające na celu szybkie szacowanie dziecięcych przekonań. W tym celu bazując na wcześniejszych doświadczeniach, zaczęto konstruować narzędzia z pytaniami zamkniętymi (Mali i Howe<sup>6</sup>; Panagiotaki, Nobes<sup>7</sup>; Hannusta, Kikas<sup>8</sup>; Kampeza, Konstantinos<sup>9</sup>;

<sup>1</sup> Szczegółowy opis celów i zadań projektu przedstawiłem w rozdziale 5.

<sup>2</sup> J. Nussbaum, J. Novak, An Assessment of Children's Concepts of the Earth..., dz. cyt., s. 535–550.

<sup>3</sup> J. Nussbaum, Children's conceptions of the earth as a cosmic body..., dz. cyt., s. 83–93.

<sup>4</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, A cross-cultural investigation of children's conceptions about the earth, the sun, and the moon..., dz. cyt., s. 605–629; S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585; S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Day/Night Cycle, dz. cyt., s. 123–183; A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth, Sun, and Moon..., dz. cyt., s. 491–521.

<sup>5</sup> Za: P. Johnson-Laird, Mental models, dz. cyt.

<sup>6</sup> G. Mali, A. Howe, Development of earth and gravity concepts among Nepali children, dz. cyt., s. 685–691.

<sup>7</sup> G. Nobes, A. Martin, G. Panagiotaki, The development of scientific knowledge of the Earth, dz. cyt., s. 47–64; G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat?..., dz. cyt., s. 124–141.

<sup>8</sup> T. Hannusta, E. Kikas, Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning, dz. cyt., s. 89–104.

<sup>9</sup> M. Kampeza, R. Konstantinos, Transforming the representations of preschool-age children..., dz. cyt., s. 141–158.

Saçkes<sup>10</sup>), a następnie porównywać uzyskane w nich wyniki z tymi, które osiągnięto za pomocą pytań otwartych (Vosniadou, Skopeliti, Ikospentaki<sup>11</sup>; Panagiotaki, Nobes, Banerjee<sup>12</sup>). Ze względu na istotne wnioski z tych badań poświęcę im więcej uwagi.

Vosniadou, Skopeliti oraz Ikospentaki<sup>13</sup> przeprowadzili eksperyment dla ustalenia, który z dwóch typów kwestionariuszy – z pytaniami otwartymi, czy zamkniętymi – daje bardziej spójne odpowiedzi. Skonstruowano dwa rodzaje kwestionariuszy, w których pytano dzieci o wyobrażenie kształtu Ziemi i cyklu dnia i nocy. Pierwszy kwestionariusz miał charakter wymuszonego wyboru, drugi zawierał pytania otwarte. Wykorzystanie kwestionariusza z pytaniami zamkniętymi przebiegało w następujący sposób: poproszono dzieci o wskazanie jednego z trójwymiarowych modeli Ziemi. Następnie usunięto pozostałe modele, pozostawiając na widoku jedynie model kulistej Ziemi. Pozostałe pytania zadawano tylko w odniesieniu do modelu kulistej Ziemi. Pokazano dzieciom małą figurkę lalki i poproszono je o umieszczenie jej „tam, gdzie żyją ludzie w Australii”. Eksperymentator umieścił małą figurkę lalki nad wierzchołkiem sferycznego modelu Ziemi i zapytał dzieci: „Czy ludzie mogą tu mieszkać?”, a następnie umieścił figurkę na spodzie modelu kulistej Ziemi, pytając dzieci, czy tam może mieszkać. Ostatecznie dzieci poproszono o zabranie lalki i wskazanie, „gdzie ludzie żyją w Grecji...”. W przypadku kwestionariusza otwartego wykorzystano narzędzie stworzone przez Vosniadou i Brewera<sup>14</sup> i zmodyfikowano je tak, aby pasowało do prowadzonych badań<sup>15</sup>. Zgodnie z przypuszczeniami wykorzystanie narzędzia Vosniadou i Brewera potwierdziło wcześniejsze wyniki. Większość dzieci udzieliła odpowiedzi zgodne z niewielką liczbą wewnątrznie spójnych modeli mentalnych Ziemi opracowanych wcześniej przez Vosniadou i Brewera. Tymczasem wykorzystanie narzędzia z przymusowym wyborem odpowiedzi

<sup>10</sup> M. Saçkes, Kindergartners' Mental Models of the Day and Night Cycle: Implications for Instructional Practices in Early Childhood Classrooms, *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15/2015, s. 997–1006

<sup>11</sup> S. Vosniadou, I. Skopeliti, K. Ikospentaki, Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy, dz. cyt., s. 203–222.

<sup>12</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat?... , dz. cyt., s. 124–141.

<sup>13</sup> S. Vosniadou, I. Skopeliti, K. Ikospentaki, Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy, dz. cyt., s. 203–222.

<sup>14</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585.

<sup>15</sup> Zbadano 72 dzieci greckich z trzech szkół w Atenach, z czego: 38 uczniów z klasy I w wieku od 5;5 do 7 lat oraz 34 dzieci z klasy III w wieku od 8;5 do 9;5 lat.

spowodowało wzrost poprawnych pod względem naukowym odpowiedzi, ale także spadek w wewnętrznej spójności. Ustalono, że kwestionariusz zbudowany **metodą wymuszonego wyboru, wraz z prezentacją sferycznego modelu Ziemi może hamować generowanie modeli wewnętrznych**. Innymi słowy dzieci przestają budować własne modele umysłowe, czyli – mówiąc słowami Piageta<sup>16</sup> – tworzyć samorodne odpowiedzi. W sytuacji diagnostycznej dzieci zdają się jedynie odtwarzać oczekiwane przez osobę badającą wyjaśnienia.

Do innych wniosków – prowadząc podobne badania – doszli Georgia Panagiotaki, Gavin Nobes i Robin Banerjee<sup>17</sup>. Najpierw przebadali oni dzieci kwestionariuszem z pytaniami otwartymi (zastosowano narzędzie Vosniadou i Brewera<sup>18</sup>), następnie wykorzystano kwestionariusz własnego autorstwa z pytaniami zamkniętymi. Badania wykazały, że narzędzie z pytaniami zamkniętymi ujawniło więcej dzieci prezentujących modele naukowe niż podczas wykorzystania kwestionariusza z pytaniami otwartymi. Autorzy wysunęli wniosek, że **kwestionariusz z pytaniami otwartymi może pełnić rolę diagnostyczną, za pomocą której można ustalić występujące wśród dzieci modele mentalne. Jednak kwestionariusz drugiego typu – z pytaniami zamkniętymi – będzie ujawniał te dzieci, które są w stanie rozpoznać prawidłową odpowiedź**. Autorzy testu z pytaniami zamkniętymi podając walory swojego narzędzia, zwrócili uwagę, że jest ono bardziej praktyczne z przyczyn ekonomicznych. Szybszy do przeprowadzenia i łatwiejszy do wyłonienia wniosków test z pytaniami zamkniętymi sugeruje, że może być on stosowany jako test przesiewowy do stosowania w różnych grupach wiekowych<sup>19</sup>.

Dyskusja między zwolennikami kwestionariuszy z otwartymi pytaniami (Vosniadou, Brewer – obóz amerykański) opowiadającymi się za badaniami pozwalającymi ustalić wewnętrzne modele umysłowe nieskażone sugestiami i badaczami angielskimi (Panagiotaki, Nobes i Banerjee) skłaniającymi się ku wykorzystaniu znanych modeli umysłowych w budowanie szybkich do przeprowadzania narzędzi przesiewowych (testów), pokazała silne i słabe strony zastosowanych narzędzi do badania wiedzy astronomicznej dzieci. **Kwestionariusze z otwartymi pytaniami pozwalają**

<sup>16</sup> J. Piaget, *Jak sobie dziecko wyobraża świat*, dz. cyt., s. 20–25.

<sup>17</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, *Is the world round or flat?...*, dz. cyt., s. 124–141.

<sup>18</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

<sup>19</sup> Dodam, że właśnie takie zastosowanie narzędzi wykorzystano w programie badań *Dziecięca astronomia*. Szerszy opis w rozdziale 5.

ustalać rzeczywiste kompetencje astronomiczne dzieci., które muszą samodzielnie sformułować odpowiedź, ujawniając tym samym poziom wiedzy astronomicznej. Tego typu narzędzia (z pytaniami otwartymi) dobrze będą się sprawdzać, pełniąc rolę diagnostyczną. Natomiast **narzędzia z pytaniami zamkniętymi (testy) będą pozwalały szybko ocenić modele umysłowe dzieci.** Jednakże poziom wyłanianych kompetencji astronomicznych jest zależny od tego, w jakim stopniu badane dzieci miały kontakt z informacjami naukowymi i jak łatwo potrafią je kojarzyć z tymi, które zostały przedstawione w teście w formie np. symboli graficznych (patrz: test EARTH2 – szerzej opisany nieco dalej).

Ponieważ jednak użycie kwestionariusza nie zapewnia pełnej skuteczności badawczej, dlatego często wykorzystuje się metodę mieszaną. Wywiad uzupełnia się, prosząc dzieci o samodzielne narysowanie swojego wyobrażenia lub – wykorzystując formy trójwymiarowe dla odtworzenia brył planet i ich wzajemnej relacji w kosmosie (w tym również ruchu) – uformowania z plasteliny planet i ułożenia ich tak, jak znajdują się w przestrzeni. Tego typu prace dostarczają jednak trudności interpretacyjnych, dlatego często badacze ograniczają się do prośby o wybranie jednej z gotowych ilustracji lub trójwymiarowego modelu zawierających graficzne odzwierciedlenie ustalonych już modeli umysłowych.

W dalszej części przedstawię trudności, jakie ustalono na podstawie badań wykorzystujących tego typu mieszane techniki (wykorzystanie techniki rysunku oraz gotowych ilustracji). Dodam, że decydując się na kompilacyjną technikę, badacz zamierza upewnić się, czy przedstawiony przez dziecko opis pasuje do wskazanego lub wybranego przez niego modelu. Porównując wskazania badanego dziecka może ustalić, czy jest ono stałe w swoim wyborze, czy też nie jest go pewne.

## BADANIA WYKORZYSTUJĄCE RYSUNKI I GOTOWE ILUSTRACJE

W badaniach, w których wykorzystano metodę dziecięcego rysunku zazwyczaj proszono dzieci o narysowanie Ziemi (*Ziemi widzianej z kosmosu* – Baxter<sup>20</sup>, Vosniadou, Brewer<sup>21</sup>; *Ziemi, na której mieszkają wszyscy ludzie*

<sup>20</sup> J. Baxter, Children's understanding of familiar astronomical events, dz. cyt., 502–513.

<sup>21</sup> S. Vosniadou., W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585.

– Hannust, Kikas<sup>22</sup>, Panagiotaki, Nobes, Potton<sup>23</sup>). Ponieważ dzieci rysują kulistą Ziemię na płaskiej kartce papieru w postaci okręgu, interpretacja takich ilustracji okazała się trudna. Bez opisów dziecięcych trudno było ocenić, czy narysowany na kartce papieru okrąg jest dyskiem widzianym z góry, czy kulą<sup>24</sup>. Wykorzystując tę technikę, szybko się okazało, że nie można jej stosować w sposób izolowany. Do tego wniosku doszedł w 1989 roku John Baxter<sup>25</sup>, który poprosił 100 dzieci (w wieku od 9. do 16. roku życia) o narysowanie Ziemi widzianej z rakiety znajdującej się w kosmosie. Podczas zbierania rysunków nie przeprowadził z każdym z dziećmi formalnej rozmowy i trudno mu było interpretować ilustracje<sup>26</sup>. Ograniczając się zatem tylko do graficznej oceny treści rysunków udało mu się podzielić prace dzieci na cztery wyobrażenia opisane przez Nussbauma i Novaka<sup>27</sup>.

Podobną do Baxtera instrukcję podał 124 dzieciom tureckim Sibel Özsoy<sup>28</sup>. Poprosił je o narysowanie Ziemi widzianej z kosmosu. Gdy dzieci wykonały rysunki prosił, aby opowiedziały, co narysowały. Analizując ilustracje, Özsoy pominął możliwości graficzne dzieci i skoncentrował się na interpretacji rysunku. Wśród rysunków pojawiły się modele opisane przez Vosniadou i Brewera<sup>29</sup>: model kulistej Ziemi (był widoczny u 41,1% dzieci), model płaskiej Ziemi (21%), model podwójnej Ziemi (37,9%). Chociaż badacz dysponował dziecięcymi opisami rysunków, był w stanie ocenić jedynie 60% z nich. Pozostała część wzbudzała wiele wątpliwości

<sup>22</sup> T. Hannust, E. Kikas, *Children's knowledge of astronomy...*, dz. cyt., s. 89–104.

<sup>23</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, A. Potton, *Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth*, dz. cyt., s. 52–67.

<sup>24</sup> Por. K. Ehrlén, *Drawings as representations of children's*, dz. cyt., s. 41–57.

<sup>25</sup> J. Baxter., *Children's understanding of familiar astronomical events*, dz. cyt., s. 502–513.

<sup>26</sup> Mimo to opisał sześć nieporozumień, które pojawiają się w dziecięcych wyjaśnieniach: (1) Zimne planety pobierają ciepło od Słońca; (2) ciężkie zimowe chmury zatrzymują ciepło słoneczne; (3) w zimie Słońce jest dalej od Ziemi; (4) latem Słońce przesuwają się na drugą stronę Ziemi, aby dać ciepło; (5) zmiany w roślinach powodują pory roku (rośliny zrzucają liście, aby nastąpiła zima) i (6) sezony są spowodowane tym, że oś Ziemi jest ustawiona pod kątem do osi Słońca

<sup>27</sup> J. Nussbaum, J. Novak, *An Assessment of Children's Concepts of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–550.

<sup>28</sup> S. Özsoy, *Is the Earth Flat or Round? ...*, dz. cyt., s. 407–415.

<sup>29</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585. Przypomnę, że modele te szczegółowo opisałem w rozdziale 4.

interpretacyjnych<sup>30</sup>. Mimo to Özsoy widzi w rysunku dziecka metodę diagnostyczną, którą proponuje nauczycielom dla ustalania dziecięcych wyobrażeń.

Znaczenie diagnostyczne rysunku dostrzegł także Stefan Szuman<sup>31</sup>, opisując funkcję rysunków dziecięcych. Empirycznie wykazał on, że treści rysunków nie odpowiadają temu, co dziecko widzi, ale pokazują, jak ono samo rozumie świat. Ta różnica zgadza się z ustaleniami Dunlopa<sup>32</sup>, Panagiotaki, Nobesa i Banerjee<sup>33</sup> oraz Özsoy<sup>34</sup>. Ten ostatni wskazuje jednak na konieczność zachowania ostrożności podczas interpretacji rysunków. **W formie oceny rysunek może pełnić jedynie rolę potwierdzającą, jednak on sam nie może być zastosowany jako narzędzie badawcze, a jedynie uzupełniające.**

Znając silne i słabe strony wykorzystywania dziecięcych rysunków do analizy modeli mentalnych, Michael Siegal, George Butterworth i Peter Newcombe<sup>35</sup> zwrócili uwagę na jeszcze jedną cechę rysunków. Uznali, że trudność w rysowaniu kuli może być powodem, dla którego dziecko znacznie się zastanawia nad treścią wyobrażenia. Na przykład chcąc narysować okrągłą Ziemię, dzieci zaczną wyobrażać sobie inne aspekty tej bryły i odnosić je do kształtu Ziemi. Innymi słowy stwierdzili, że **dzieci rysując, aktywnie uczestniczą w rozwiązywaniu problemów, które mogą przyczynić się do zmiany koncepcji.** Wskazówka ta daje jeszcze jeden argument, by uwzględniać dziecięce rysunki jako materiał do analizy samodzielnie budowanych przez nie wyobrażeń. Sugeruje także nauczycielom, by wyko-

<sup>30</sup> Podobne wnioski wysunęli inni badacze, np. G. Panagiotaki, G. Nobes, A. Potton, *Mental models and other misconceptions in children's understanding of the earth*, dz. cyt., s. 52–67).

<sup>31</sup> S. Szuman, *Sztuka dziecka. Psychologia twórczości rysunkowej dziecka*, Warszawa 1990, s. 19.

<sup>32</sup> J. Dunlop., *How Children Observe the Universe*, *Journal: Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17/2000, s. 194–206. Dodam, że John Dunlop – pracownik obserwatorium astronomicznego i planetarium (Auckland Observatory i Stardome Planetarium w Nowej Zelandii) – poprosił odwiedzające instytut dzieci w wieku szkolnym o narysowanie trzech rysunków: (1) Ziemi, Słońca, dnia i nocy; (2) narysowanie ruchu tych obiektów niebieskich i (3) rysunku wyjaśniającego, „dlaczego na Ziemi jest lato i zima”. Ponadto poprosił aby dzieci pisemnie pod rysunkami wyjaśniły je w kilku słowach.

<sup>33</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, *Children's representations of the earth...*, dz. cyt., s. 353–372.

<sup>34</sup> S. Özsoy, *Is the Earth Flat or Round?...*, dz. cyt., s. 407–415.

<sup>35</sup> M. Siegal, G. Butterworth, P. Newcombe, *Culture and children's cosmology*, dz. cyt., s. 308–324.



rzystywać na zajęciach edukacyjnych metodę rysunku a następnie analizować jego treść celem przybliżania naukowego obrazu rzeczywistości.

W badaniach Nobes, Martina i Panagiotaki<sup>36</sup> poproszono, aby dzieci (w wieku od 5. do 10. roku życia) przedstawiły swoje wyobrażenie kształtu Ziemi, wybierając jedną spośród 16 kolorowych ilustracji. Wybrano tak wiele ilustracji, ponieważ tworzyły one kombinację trzech elementów:

- czterech wariantów kształtu Ziemi (kula, spłaszczona kula, kula pusta w środku i dysk);
- dwóch wariantów miejsc dla ludzi (wokół i na górze);
- dwóch wariantów nieba (wokół i na górze).

Kombinacje wszystkich tych trzech kluczowych właściwości Ziemi pojawiły się na ilustracjach. Wśród tych kombinacji znalazły się modele umysłowe opracowane przez Vosniadou i Brewera<sup>37</sup>. Dla zachowania czytelności do wykonania ilustracji posłużono się graficznym programem komputerowym, a do zilustrowania postaci posłużono się ludzikami lego. Ponadto przed wprowadzeniem kart eksperymentator wyjaśniał, że karty pokazywały różne obrazy Ziemi. Objasniał każdą formę trzech właściwości Ziemi (kształt, położenie ludzi, położenie nieba). Na przykład, wskazując na kartę przedstawiającą Ziemię jako płaski dysk, powiedział: „niektóre dzieci myślą, że Ziemia wygląda płasko jak dysk lub naleśnik, tak jak to (gest)” lub wskazując na kartę przedstawiającą ludzi żyjących dookoła na Ziemi, powiedział: „niektóre dzieci myślą, że ludzie żyją na całym świecie, tak jak to (gest)”. Następnie badacz prosił o opisanie czterech losowo wybranych ilustracji. Jeśli był pewien, że dziecko prawidłowo rozpoznało ilustrację, wykładał wszystkie 16 kart. Tym razem pytał, czy dziecko widzi dwie takie same karty. Jeśli dziecko wskazało takie badacz tłumaczył różnice między nimi. Powtarzał tę procedurę do momentu, aż dziecko uświadomiło sobie, że każda karta jest inna. Wtedy dopiero zadawał kluczowe pytanie: „Które z tych zdjęć najbardziej przypomina Ziemię?”. Wybraną kartę kładziono w rogu stołu. Następnie ponawiano pytanie, a dziecko z pozostałych kart z obrazkami wybierało kolejną, najbardziej zbliżoną kształtem. Karty ustawiano w jednej linii. W ten sposób tworzył się rząd kart, od najbardziej prawidłowej do najmniej prawidłowej ilustracji. Gdy rząd był już ułożony ze wszystkich kart, zwracano uwagę, że po prawej stronie znajdują się

<sup>36</sup> G. Nobes, A. Martin, G. Panagiotaki, The development of scientific knowledge of the Earth, dz. cyt., s. 47–64.

<sup>37</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585; Mental Models of the Day/Night Cycle, dz. cyt., s. 123–183.

karty, które najbardziej przypominają kształt Ziemi, a po lewej najmniej przypominające. Pytano dzieci, czy chcą zmienić kolejność kart. Po takiej procedurze badawczej 50% najmłodszych dzieci (10 z 19 dzieci w wieku od 5 do 6 lat) i 80% starszych dzieci (18 z 22 dzieci w wieku od 9 do 10 lat) dało odpowiedzi zbliżone do naukowych (ujawniło modele naukowe).

Po przeprowadzonych badaniach autorzy doszli do wniosku, że **zbyt duża liczba ilustracji mogła być zbyt trudna dla dzieci do przeanalizowania. Z kolei wyłanianie najlepszego modelu mogło tłumić rzeczywiste wewnętrzne wyobrażenia.** Innymi słowy oglądane ilustracje były bardziej absorbujące niż wewnętrzne wyobrażenia. Obrazy mogły zatem zasugerować odpowiedź, a dziecko pod ich wpływem nie przedstawiało samorodnego wyobrażenia.

## BADANIA WYKORZYSTUJĄCE PLASTELINĘ I GOTOWE MODELE TRÓJWYMIAROWE

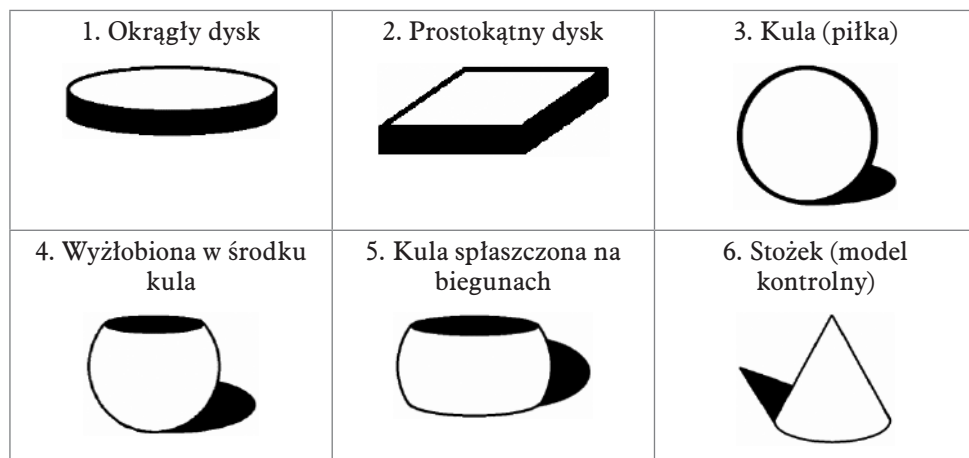
W niektórych badaniach oprócz lub zamiast wykorzystywania gotowych ilustracji i rysunków, proszono dzieci o wybranie jednej z gotowych konstrukcji trójwymiarowych (Samarapungavan, Vosniadou, Brewer<sup>38</sup>; Vosniadou, Skopeliti, Ikospentaki<sup>39</sup>). We wszystkich badaniach stosowano modele do ustalania kształtu Ziemi. Skonstruowane modele kształtem wizualizowały modele ustalone podczas wywiadów Vosniadou i Brewera<sup>40</sup>. To właśnie ci badacze jako pierwsi zastosowali trójwymiarowe modele. Użyto ich w badaniach polegających na porównaniu modeli umysłowych indyjskich i amerykańskich dzieci. W badaniach tych wykorzystano sześć trójwymiarowych przedmiotów. Były to wycięte ze styropianu: (1) okrągły dysk imitujący model płaskiej Ziemi, (2) prostokątny dysk imitujący wyobrażenie Ziemi jako czworokątnego dysku, (3) kulę, (4) wyźłobioną kulę odpowiadającą wyobrażeniu życia ludzi wewnątrz planety, (5) kulę spłaszczoną z dwóch stron. W badaniach wykorzystano także model kontrolny (6) w formie

<sup>38</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>39</sup> S. Vosniadou, I. Skopeliti, K. Ikospentaki, *Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy*, dz. cyt., s. 203–222.

<sup>40</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–585; *Mental Models of the Day/Night Cycle*, dz. cyt., s. 123–183.

stożka pełniący rolę sprawdzającą<sup>41</sup>. Na schemacie 23 przedstawiam kształt trójwymiarowych modeli stosowanych w badaniach.



SCHEMAT 23. Modele trójwymiarowe używane do ustalania modeli kształtu Ziemi przez Alę Samarapungavan, Stellę Vosniadou i Williama Brewera<sup>42</sup>

W procedurze badawczej dzieci słyszały następujące pytanie: *Który z tych modeli wygląda najbardziej jak Ziemia?* Wybór jednego z modeli pełnił rolę sprawdzającą wcześniejsze wypowiedzi ustne. Ta procedura badawcza rozwiązuje problem klasyfikowania dziecięcych wyobrażeń. Wystarczy, że dziecko wskaże jeden model, a badacz od razu określi rodzaj wyobrażenia i zawęzi wyobrażenie do przypisanego mu w literaturze modelu mentalnego<sup>43</sup>. Tym samym **gotowe modele trójwymiarowe mogą pełnić** – analogicznie do gotowych ilustracji – **rolę szybkiej oceny kompetencji astronomicznych dzieci**.

W badaniach przeprowadzonych w 2003 roku Vosniadou, Skopeliti oraz Ikospentaki<sup>44</sup> prowadzonych wśród dzieci greckich autorzy wykorzystali cztery modele kształtu Ziemi z modeliny (kulę, kulę spłaszczoną z jed-

<sup>41</sup> Autorzy nie wyjaśniają w swojej publikacji w jaki sposób model kontrolny miał spełniać swoją funkcję.

<sup>42</sup> A. Samarapungavan, S. Vosniadou, W. Brewer, *Mental Models of the Earth, Sun, and Moon...*, dz. cyt., s. 491–521.

<sup>43</sup> Dodam, że na ich podstawie opracowano test EARHT2. Więcej: M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, *Children's knowledge of the earth...*, dz. cyt., s. 276–296.

<sup>44</sup> S. Vosniadou, I. Skopeliti, K. Ikospentaki, *Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy*, dz. cyt., s. 203–222.

nej strony, okrąg, kwadratowy dysk). Po ich zaprezentowaniu poproszono dzieci, aby wskazały ten model, który ich zdaniem najlepiej pokazuje, jak wygląda Ziemia. Następnie usunięto pozostałe modele Ziemi, pozostawiając na widoku jedynie model wybrany przez dziecko i zadawano pytania w odniesieniu do tego modelu. Pokazano małą figurkę lalki i poproszono dziecko o umieszczenie jej „tam, gdzie żyją ludzie w Australii”. Eksperymentator umieszczając figurkę lalki w różnych miejscach modelu pytał, czy mieszkają tu (np. nad nim, pod nim), a następnie gdzie mieszkają ludzie w Grecji. Na tej podstawie badacze chcieli ustalić, jak dzieci lokalizują ludzi w wybranym przez siebie modelu kształtu Ziemi.

W tym samym badaniu autorzy chcieli porównać efekty stosowania dwóch rodzajów pytań – otwartych i zamkniętych. Te ostatnie przedstawiłem wcześniej – dzieci miały za zadanie wybrać jeden z gotowych modeli. W drugiej grupie zaproponowano dzieciom wykonanie własnych trójwymiarowych kształtów za pomocą modeliny. Dzieci stworzyły bogaty wachlarz konstrukcji. Jedne z nich tworzyły płaskie rzeźby przypominające rysunek (okrąg imitujący Ziemię, okrąg z paskami przypominający Słońce oraz rogalik podobny do jednej z faz Księżyca<sup>45</sup>), inne tworzyły płaskie placki tłumacząc, że są to Ziemia, Słońce i Księżyc. Dzieci, które tworzyły trójwymiarowe konstrukcje, przedstawiały kule (kształt zbliżony do rzeczywistego). Jeszcze inne zbudowały szereg kręgów ustawionych jeden na drugim tłumacząc, że życie ludzi odbywa się wewnątrz Ziemi (model pustej Ziemi). Badacze stwierdzili, że dzieci widząc okrągły model Ziemi, częściej wybierały ten kształt. Uznano, że obecność gotowych odpowiedzi hamuje wyzwalanie się wewnętrznych, samorodnych modeli syntetycznych kształtu Ziemi.

Podobne badania przeprowadził zespół Panagiotaki, Nobesa i Banerjee<sup>46</sup>. Wykorzystali oni gotowe modele analogiczne do tych użytych przez Vosniadou i Brewera. Jediną różnicą w ich badaniach było dodanie jeszcze jednego modelu – kuli spłaszczonej tylko u góry. Model ten odzwierciedlał model spłaszczonej Ziemi (nie wystąpił w badaniach Vosniadou i Brewera). Panagiotaki, Nobes i Banerjee potwierdzając ustalenia Vosniadou i Brewera dotyczące nie ujawniania wewnętrznych modeli stwierdzili jednocześnie, że wykorzystanie trójwymiarowych modeli – w przeciwieństwie do wyko-

<sup>45</sup> Dodam, że podobne kształty utworzyły polskie dzieci. Więcej na ten temat opisałem w rozdziale 6.

<sup>46</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Children's representations of the earth..., dz. cyt., s. 353–372.

rzystania w badaniu techniki rysowania – nie wpływa na zwiększenie się liczby naukowych odpowiedzi wśród dzieci. Zjawisko to wyjaśnili jedynie w następujący sposób: „w porównaniu z rysunkami, modele 3D nie wydają się wyjaśniać kolejnych pytań, ani pomagać wspomnieniom dzieci” (s. 364).

Zagadnienie to do tej pory nie zostało wyjaśnione na płaszczyźnie badań nad modelami umysłowymi kształtu Ziemi. Pamiętam jednak, że podczas badań (które są opisane w rozdziale 6), gdy prosiłem dzieci o narysowanie kuli ziemskiej, bez problemu zabierały się do pracy, jednak gdy prosiłem je o wykonanie modelu kształtu Ziemi z plasteliny, wykonywały to zadanie początkowo z niepewnością tłumacząc, że plasteliny jest zdecydowanie za mało. Być może świadomość **dzieci, że przedstawienie kuli ziemskiej za pomocą plasteliny jest trudne, wynika z dużej proporcji skali między rzeczywistym obiektem a jego odzwierciedleniem w postaci imitującego go przedmiotu.**

## KRÓTKO O ROZWOJU NARZĘDZI PRZESIEWOWYCH. TEST EARTH2

Podsumowując ten rozdział, przedstawię analizę rozwoju gotowych narzędzi przesiewowych. Prowadząc badania nad dziecięcymi modelami umysłowymi poszukiwano narzędzia, dzięki któremu będzie można w szybki i pewny sposób ustalić dziecięce modele. Pierwszym z narzędzi był kwestionariusz Josepha Nussbauma i Josepha Novaka<sup>47</sup>, kolejnym był kwestionariusz stworzony przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera<sup>48</sup>. Cechowała go duża zbieżność udzielanych odpowiedzi. Ze względu jednak na dużą liczbę pytań (48) jego wykorzystanie i opracowanie wyników okazywało się czasochłonne. Z tego względu poszukiwano krótszego narzędzia, które zachowa jakość zdobywanych odpowiedzi. Pierwszym tego typu narzędziem był kwestionariusz przesiewowy Sneider i jego zespołu<sup>49</sup>. Bazował on na modelach Nussbaum i Novaka, które zdewaluowały się wraz z wynikami badań Schoulta, Säljö i Wynhdmana<sup>50</sup>. Na tej podstawie zaczęto budować bardziej zaawansowane narzędzia przesiewowe takie jak protokół

<sup>47</sup> J. Nussbaum, J. Novak, An Assessment of Children's Concepts of the Earth Utilizing Structured Interviews, dz. cyt., s. 535–550.

<sup>48</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585.

<sup>49</sup> C. Sneider, S. Pulos, J. Porter, E. Freenor, B. Templeton Understanding the Earth's Shape and Gravity, dz. cyt., s. 42.

<sup>50</sup> J. Schoultz., R. Säljö., J. Wynhdamn., Heavenly Talk: Discourse, Artifacts, and Children's Understanding of Elementary Astronomy, *Human Development* 44/2001, s. 103–118.

autorstwa Butterworth, Siegal, Newcombe i Dorfman<sup>51</sup>. Autorzy tego narzędzia zakwestionowali badania Vosniadou i Brewera, ponieważ ci posługiwali się głównie rysunkami i pytaniami otwartymi. Butterworth i jego zespół wykorzystał trójwymiarowe modele i pytania z kafeterią odpowiedzi do wyboru. Na przykład zamiast pytać swoich respondentów, „jaki kształt ma Ziemia?” (tego typu pytanie znajdowało się w kwestionariuszu Vosniadou i Brewera), zaczęli rozmowę od pytań: „czy świat jest okrągły, czy płaski?”, „czy on wygląda jak okrąg lub piłka?”. Następnie pokazali dzieciom modele płaskiego dysku, półkuli z plastikową kopułą i pełną kulą (podobnie jak Vosniadou i Brewer) i poprosili, aby wybrały model, który najlepiej zilustrował kształt Ziemi. Sprawdzając swoje narzędzie i porównując je z narzędziem Vosniadou i Brewer wśród dzieci australijskich i angielskich, wykazano wyższą wydajność nowego narzędzia<sup>52</sup>. Stwierdzono, że pytania z wymuszonym wyborem przy użyciu modeli trójwymiarowych skutkują znacznie wyższą trafnością. Stwierdzono także, że otwarte pytania w kwestionariuszu wywiadu Vosniadou i Brewera mogły być mylące<sup>53</sup>. Po ujawnieniu wyników badań Panagiotaki, Nobesaa i Banerjee<sup>54</sup> – opisanych wcześniej – w których okazało się, że dzieci lepiej wypadają w testach z pytaniami zamkniętymi niż otwartymi, zaczęto wykorzystywać testy z pytaniami zamkniętymi (tzw. test wymuszonego wyboru)<sup>55</sup>.

Testem tego typu jest **test przesiewowy EARHT2** (*Earth Representation Test for Children*, Test reprezentacji Ziemi dla dzieci). Został opracowany

Podczas badań stwierdzono niewiele dowodów na poparcie wczesnych modeli Nussbaum i Novaka (opisanych w 1976 roku).

<sup>51</sup> G. Butterworth, P. Newcombe, Culture and children's cosmology, *Developmental Science*, 7/2004, s. 308–324.

<sup>52</sup> Wskazywano na szybkość dokonywania pomiaru, łatwość oceny wyników i wyprowadzenia wniosków. Autorzy zwrócili uwagę, że jeden z najtrudniejszych etapów badania – analiza dziecięcych wypowiedzi – została w procedurze stosowania tego narzędzia zminimalizowana.

<sup>53</sup> Za: L. Agan, C. Sneider, Learning about the Earth's shape and gravity..., dz. cyt., s. 90–117.

<sup>54</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat?... , dz. cyt., s. 124–141.

<sup>55</sup> Pojawiły się następujące testy: G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat? ..., dz. cyt., s. 124–141; T. Hannust, E. Kikas, Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning, dz. cyt., s. 89–104; L. Danai, D. McKinnon, Common Alternative Astronomical Conceptions..., dz. cyt., s. 32–53 (należy dodać, że test ten został przystosowany do południowej półkuli); M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.



w 2008 roku przez holenderskich badaczy Marthe Straatemeier, Han van der Maasa i Brendę Jansen<sup>56</sup>. Podczas jego opracowywania autorzy bazowali na modelach umysłowych opisanych przez Vosniadou i Brewera<sup>57</sup>. Ponieważ narzędzie to zostało wykorzystane w programie badawczym *Dziecięca astronomia* (projekt *Dziecięce intuicje i zarysy pojęć*) w tym miejscu szerzej go opiszę. Dodam także, że test EARHT2 został także zamieszczony w formie załącznika 3.

Test ten jest przeznaczony dla dzieci od 4. do 16. roku życia. Przedstawiany jest dzieciom w formie broszury. Składa się z dziewięciu pytań, odpowiedzi są ilustrowane. Zadaniem dziecka jest zaznaczyć jedną właściwą<sup>58</sup>. Ta cecha testu eliminuje pośredni krok analizy wyników związany z ich interpretacją przez badacza. Jest to o tyle istotne, że pomija się etap, który był wielokrotnie tematem dyskusji (Siegal, Butterworth, Newcombe<sup>59</sup>; Panagiotaki, Nobes, Banerjee<sup>60</sup>; Straatemeier, van der Maas, Jansen<sup>61</sup>; Özsoy<sup>62</sup>). Straatemeier wraz z współpracownikami przyjmując hierarchiczne znaczenie modeli umysłowych opracowanych przez Vosniadou, przyjęli następującą punktację: jeden punkt za wybór „modelu dysku”, dwa punkty za „model pustej ziemi” i „model podwójnej ziemi”, trzy punkty za „model spłaszczony” lub „model sfery niezwiązanej z grawitacją”, cztery punkty za wybór „modelu naukowego”. Przyjęcie punktacji pozwoliło badaczom wykorzystującym ten test<sup>63</sup> dokonać szybkiej ewaluacji i porównania wyników.

<sup>56</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

<sup>57</sup> S. Vosniadou, W. Brewer, Mental Models of the Earth..., dz. cyt., s. 535–585.

<sup>58</sup> Dodam, że ta wersja testu (druga) została wykorzystana w badaniach opisanych w tej książce. Test EARHT2 został dołączony do książki w formie załącznika 3. Dostępna jest także na stronie internetowej: [http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage\\_Han\\_van\\_der\\_Maas/EARth.html](http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage_Han_van_der_Maas/EARth.html) [dostęp: 24.03.2016].

<sup>59</sup> M. Siegal, G. Butterworth, P. Newcombe Culture and children's cosmology, dz. cyt., s. 308–324.

<sup>60</sup> G. Panagiotaki, G. Nobes, R. Banerjee, Is the world round or flat? ..., dz. cyt., s. 124–141.

<sup>61</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

<sup>62</sup> S. Özsoy, Is the Earth Flat or Round?..., dz. cyt., s. 407–415.

<sup>63</sup> Test ten został wykorzystany między innymi przez J. Vaiopoulou, G. Papageorgiou (Primary students' conceptions of the Earth..., dz. cyt., s. 23–34), którzy wskazali wysokie walory tego narzędzia.

Jak wspomniałem, test składa się z dziewięciu pytań o charakterze zamkniętym, w których zadaniem dzieci jest zaznaczyć jedną z możliwych odpowiedzi przedstawionych w formie ilustracji (symboli graficznych). Pytania w teście mają następującą kolejność<sup>64</sup>:

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 będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?
8. Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?
9. Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?










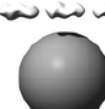


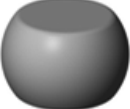





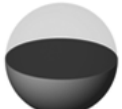


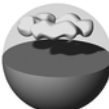
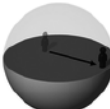

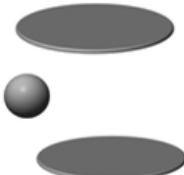

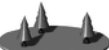

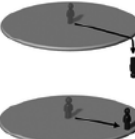
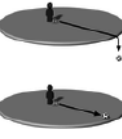
Dołączone do każdego pytania ilustracje pełnią funkcję gotowych odpowiedzi. Ilustracje odpowiadają modelom umysłowym opisanych przez Vosniadou z zespołem. Widać tam model naukowy – Ziemię jako kulę, modele uproszczone: kulistą Ziemię z zaznaczeniem, że ludzie, drzewa czy chmury mogą istnieć tylko u góry planety; model pustej Ziemi i model spłaszczonej Ziemi. Znajdują się tam także modele wstępne, w których Ziemia jest przedstawiana jako płaski dysk. Przedstawione wariacje kształtu planety i kombinacje położenia obiektów (ludzi, drzew, chmur) stanowią kafeterię odpowiedzi w teście<sup>65</sup>. Zagadnienie to przedstawiłem w tabeli 31.

Biorąc pod uwagę kolejność zadawanych dziecku pytań, test EARTH2 pozwala na ustalenie przekonań dziecięcych w kontekście nie tylko kształtu Ziemi, lecz także elementów składowych tego pojęcia. Dla przykładu: na początku zadaje się dzieciom pytanie o kształt Ziemi, później pyta się o położenie ludzi, drzew i chmur. Kolejność tak uporządkowanych w teście EARTH2 pytań ma na celu ustalić, czy dzieci zmieniają swoje wyjaśnienie co do samego kształtu planety, udzielając odpowiedzi na pytanie, gdzie na Ziemi mieszkają ludzie, czy jak porusza się kopnięta piłka. Innymi słowy stosując ten test można ustalić, czy dzieci zmieniają swoje wyjaśnienie co do kształtu planety, rezygnując z wyobrażenia kulistego na rzecz płaskiego

<sup>64</sup> Test w języku angielskim został, na potrzeby badań, przetłumaczony przeze mnie na język polski.

<sup>65</sup> W teście pytania te zostały pomieszczone, aby wymóc na respondentach przeglądanie całego zestawu ilustracji i zastanowienie się nad odpowiedzią.

TABELA 31. Przedstawienie modeli umysłowych w teście EARTH2 za pomocą symboli graficznych

Modele mentalne kształtu Ziemi i jego przedstawienia w teście	Elementy składowe związane z modelem mentalnym				
	Lokalizacja			Poruszanie się	
	Ludzi	Drzew	Chmur	Ludzi	Obiektów
Model naukowy „kulista Ziemia”					
					
Model uproszczony „kulista Ziemia z ograniczonym położeniem obiektów tylko u góry”					
					
Model uproszczony „spłaszczona Ziemia”					
					
Model uproszczony „pusta Ziemia”					
					
Model wstępny „płaska Ziemia” (i model „dwoistej Ziemi”)					
					

dla wyjaśnienia położenia przedmiotów. Jest to o tyle istotne, że niektóre odpowiedzi (w tym pytanie o kształt Ziemi) mają swoje pytania kontrolne (np. pytanie 1 i 8 dotyczą podobnych zagadnień, choć zostały przedstawione w nieco odmienny sposób). Taka kolejność pytań pozwala ustalić, czy dzieci, mimo że zmieniły wyobrażenie z kulistego (w pierwszym pytaniu) na np. „życie wewnątrz planety” (w pytaniu ósmym).

Podobne, ciekawe wnioski dostarczyć może także analiza wskazań w pytaniach dotyczących różnic w zachowaniu się obiektów. Dla przykładu porównując odpowiedzi na pytania dotyczące lokalizacji ludzi żyjących na Ziemi (pytanie 2), możliwości ich poruszania się (pytanie 7), a także położenia kopniętej przez olbrzyma piłki – obiektu martwego (pytanie 4). Porównanie wskazań między tymi trzema pytaniami w teście pozwoli ustalić, jaki procent dzieci jest konsekwentny w wyjaśnianiu położenia ludzi na Ziemi.

Także położenie obiektów żywych (ludzi), obiektów przyrody ożywionej (drzew) i obiektów przyrody nieożywionej, które nie są ściśle powiązane z konkretnym miejscem na Ziemi (chmur) może dostarczyć interesujących wniosków co do relacji położenia obiektów względem płaszczyzny Ziemi. Zwracam uwagę, że lokalizowanie obiektów (żywych i nieożywionych), a także ich zachowanie jest ściśle związane z wyobrażeniem siły grawitacji panującej na Ziemi. Przypomnę, że już badania Nussbauma i Novaka<sup>66</sup> dowiodły, że wyobrażenie działania ziemskiej siły grawitacji ma ogromne znaczenie na zbudowanie pojęcia kształtu Ziemi zbliżonego do naukowego i związanych z nim elementów składowych tego wyobrażenia, tj. położenia ludzi, drzew i chmur oraz sposobu poruszania się człowieka i piłki na powierzchni Ziemi. Z tego względu ustalając stan wiedzy dzieci, będzie można także analizować relacje zaznaczanych odpowiedzi (tzw. wzorce odpowiedzi) i na ich podstawie odtwarzać dziecięce wyobrażenia.

Przytoczone argumenty przeważały w decyzji wyboru narzędzia pozwalającego szybko ustalić dużą ilość przekonań wśród polskich dzieci. Pojawił się jednak dylemat związany z tym, czy przyjęte przez autorów testu modele mentalne wyczerpują wszystkie rodzaje wyobrażeń, które mogą przejawiać polskie dzieci. Gdyby tylko w części odzwierciedlały one modele mentalne przedstawione w teście, wówczas jego zastosowanie mogłoby nie przedstawiać rzeczywistych wyobrażeń dziecięcych. Przed podobnym problemem stanęli także autorzy testu EARHT2. Marthe Straatemeier, Han

<sup>66</sup> J. Nussbaum, J. Novak, *An Assessment of Children's Concepts of the Earth...*, dz. cyt., s. 535–550.

van der Maas i Brenda Jansen<sup>67</sup> przygotowując pierwszą wersję tego narzędzia i sprawdzając uzyskane wyniki z wynikami badań, w których zastosowano pytania otwarte, zwrócili uwagę, że pierwsza wersja testu EARTH nie uwzględnia jednego z modeli<sup>68</sup>. Po dokonaniu korekty testu i ponownym jego sprawdzeniu nadano mu numer 2 (test EARTH2).

Doświadczenia tu opisane stały się przestrożą dla badaczy. Zanim zastosuje się narzędzie badawcze opracowane w innej kulturze, istotne jest, aby w pierwszej kolejności sprawdzać czy dzieci, wśród których narzędzie będzie wykorzystywane, będą odpowiadać jego wszystkim modelom umysłowym. Trzeba však pamiętać o zróżnicowaniu kulturowym ujawniającym się w mitach i podaniach ludowych, dostępie do wiedzy naukowej, a także stylach wychowania rodziców. Istotnym czynnikiem różnicującym są także – jak dowodzą badania – różnorodność przyrodnicza środowiska, w której ludzie mogą budować odmienne modele wstępne i uproszczone, a tym samym przechodzić inną ścieżkę konstruowania pojęć zbliżonych do naukowych<sup>69</sup>.

<sup>67</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth..., dz. cyt., s. 276–296.

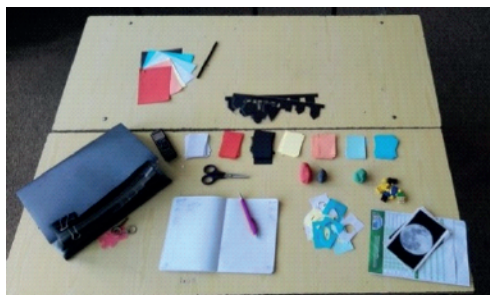
<sup>68</sup> Więcej na temat pierwszej wersji testu można przeczytać na stronie internetowej: [http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage\\_Han\\_van\\_der\\_Maas/EArth.html](http://hvandermaas.socsci.uva.nl/Homepage_Han_van_der_Maas/EArth.html) [dostęp: 24.03.2016].

<sup>69</sup> Więcej na ten temat można przeczytać w rozdziale „System wyobrażeń o świecie” w książce E. Nowicka, *Świat człowieka – świat kultury*, dz. cyt., s. 420–448.

## ZAŁĄCZNIK 2. METODA INTUICJE I ZARYSY POJEĆ ASTRONOMICZNYCH (IZPA) ZASTOSOWANA W PIERWSZYM PROGRAMIE BADAWCZYM MAJĄCYM NA CELU USTALENIE INTUICJI, ZARYSÓW POJEĆ I POJEĆ ZBLIŻONYCH DO NAUKOWYCH WŚRÓD STARSZYCH PRZEDSZKOLAKÓW I UCZNIÓW Z KLASY PIERWSZEJ

Podczas rozmowy wykorzystywane były następujące przedmioty:

- Kolorowe kartki papieru formatu A4 stanowiące tło do tworzonego obrazu dziennego i nocnego nieba.
- Kolorowe kartki papieru formatu A8 służące do rysowania na nich obiektów niebieskich.
- Dwa zalaminowane zestawy wyciętych z czarnej karki papieru kształtów domów i drzew układane na wybranej przez dziecko kartce dnia i nocy.
- Nożyczki.
- Różnokolorowe kredki.
- Grudka zielonej, niebieskiej i białej plasteliny do wykonania Ziemi.
- Grudka czerwonej, żółtej i pomarańczowej plasteliny do wykonania Słońca.
- Grudka szarej i czarnej plasteliny do wykonania Księżyca.
- Sześć ludzików lego.



ZDJĘCIE 20. Przedmioty użyte w metodzie IZPA



- Zdjęcia: Ziemi (*The Blue Marble*), trzy zdjęcia Księżyca w trzech fazach, Księżyc na dziennym niebie, Słońce (w ultrafiolecie) oraz fotografia przedstawiająca człowieka na Księżycu z flagą i lądownikiem, fotografia lądownika księżycowego i siedzącego w nim kosmonauty, widok Księżyca na dziennym niebie, kometa Hale’a Boppa, galaktyka M81, Droga Mleczna, Międzynarodowa Stacja Kosmiczna oraz grafika przedstawiająca statek z serialu *Star Trek* na tle Ziemi.

Podczas rozmowy wypowiedzi dzieci zostały zarejestrowane na dyktafon a wykonane przez nich prace sfotografowane<sup>70</sup>. Rysunki dzieci i wykonane z plasteliny modele trójwymiarowe stały się podstawą analizy dziecięcych wytworów. Podczas spotkania badacz dysponował notatnikiem, w którym zapisywał uwagi poczynione podczas prowadzonej rozmowy.

Ramowy plan rozmowy był podzielony na cztery części. **Pierwsza część rozmowy** polegała na zbudowaniu nieba w ciągu dnia, a następnie nieba widzianego w ciągu nocy. Badacz przeprowadzał z dzieckiem następującą rozmowę na temat dziennego nieba:

*Chciałbym z Tobą stworzyć obraz dziennego nieba. Wybierz kartkę w takim kolorze, w jakim jest niebo w ciągu dnia .... Na tej kartce zbudujemy obraz nieba. Badacz układa czarny pasek z konturami miasta i lasu na dolnej krawędzi kartki „nieba”. To ziemia – domy i drzewa. Powiedz mi, co można zobaczyć na dziennym niebie? ...*

[Jeśli zaznacza **chmury**:] *Tak, na niebie można zobaczyć chmury. Jakiego koloru są chmury?* Badający podaje dziecku niewielkie kartki papieru w różnych kolorach. *Narysuj na nich trzy chmury a ja je wytnę.* Jeśli dziecko nie chce rysować kształtu – badacz wycina kształt chmur pierzastych. *Poukładaj teraz chmury na tej kartce. Powiedz, z czego zrobione są chmury? Co one robią na niebie? Czy się poruszają, czy są w jednym miejscu? Pokaż, jak mogą się poruszać chmury? Co je porusza? Dlaczego raz jest dużo chmur na niebie, a raz niewiele? Czy można dotknąć chmury? Jak wysoko są chmury? Czy chmury spadają [mgła]? Co się dzieje, gdy na niebie jest dużo ciemnych chmur? Czy coś z nich spada? Kiedy z chmur pada deszcz? Kiedy z chmur pada śnieg?*

*Co można jeszcze zobaczyć na dziennym niebie?* [Jeśli powiedziało **Słońce**:] *Jakiego koloru jest Słońce? Jakiego kształtu jest Słońce?* Badający podaje dziecku niewielkie kartki do wyboru w odpowiednich kolorach. *Narysuj na niej Słońce.* Badacz wycina narysowany kształt. *Czy widziałeś jeszcze Słońce w innych kolorach? Jakie kolory widziałeś? Kiedy Słońce ma inny kolor? Połóż teraz swoje Słońce na kartce „nieba” (pozostawiając wcześniej chmury).* Badacz robi zdjęcie „na pamiątkę” wykonanej pracy. *Jak to się dzieje, że Słońce świeci? Z czego zrobione jest Słońce? Czy Słońce porusza się na niebie? Badacz dopytuje przesuwając Słońce w różne części kartki papieru – „niebo”: Czy Słońce*

<sup>70</sup> Realizując rozmowy zaplanowano, że będą one mogły być przerwane i kontynuowane w innym terminie, aby nie zmęczyć respondentów.

*może być tu... [u góry kartki – wysoko nad horyzontem] i tu [nisko nad horyzontem]? A czy może poruszać się w tym kierunku [z lewej na prawą – w linii prostej] albo w tym kierunku [z prawej na lewą – w linii prostej]? A czy może poruszać się w tym kierunku [z lewej na prawą – po łuku] albo w tym kierunku [z prawej na lewą – po łuku]? A czy może poruszać się w tym kierunku [z góry na dół, z dołu do góry]? Połóż na kartce „niebo” kartkę „Słońce” w tym miejscu, w którym jest rankiem..., w południe..., pod wieczór..., w nocy....*

*Co jeszcze można zobaczyć na dziennym niebie? ... [Jeśli dziecko nie wskaże już nic innego:] Czy na niebie w ciągu dnia można zobaczyć Księżyc? Czy na dziennym niebie można zobaczyć Księżyc? [Jeśli dziecko mówi, że tak] Badający podaje dziecku kartki do wyboru. Narysuj Księżyc na tej wybranej kartce. Badacz wycina Księżyc. Czy widziałeś Księżyc w różnych kolorach? Jakie kolory widziałeś? Kiedy Księżyc miał taki kolor, a kiedy miał inny – w jakich sytuacjach? Czy Księżyc zawsze ma taki sam kształt? Jaki inny kształt może mieć Księżyc? – niech dziecko narysuje (rysuje na innych kartkach kolorowych). Badacz wycina te kształty. Kiedy Księżyc wygląda tak [pierwszy kształt – pełnia] na niebie, a kiedy tak [drugi kształt – sierp]... Ułóż Księżyc na niebie. Badacz robi zdjęcie „na pamiątkę” wykonanej pracy. Z czego jest zrobiony Księżyc? Co on robi na niebie? Czy Księżyc porusza się na niebie? Badacz dopytuje, przesuwając Księżyc w różne części kartki papieru – „niebo”. Czy Księżyc może być tu... (u góry kartki – wysoko nad horyzontem) a tu (nisko nad horyzontem)? Pokaż, jak Księżyc porusza się na niebie. Czy zawsze porusza się tak samo, czy zmienia kierunek?*

*Co jeszcze można zobaczyć na dziennym niebie? ... Jeśli dziecko opowiada jeszcze o jakichś obiektach, przebieg rozmowy odbywa się jak wyżej.*

Podczas takiej rozmowy utworzony zostaje obraz dziennego nieba. Analogicznie powstaje obraz nocnego nieba. Oto ramowy przebieg rozmowy na ten temat:

*Chciałbym teraz stworzyć z Tobą obraz nocnego nieba. Badacz podaje kartki do wyboru tła nocnego nieba. Wybierz kartkę w takim kolorze, w jakim jest niebo w ciągu nocy... Co można zobaczyć na nocnym niebie? ...*

*[Jeśli dziecko mówi o Księżycu] Tak, w nocy można zobaczyć Księżyc. Jak on wygląda? Dlaczego świeci? Z czego jest zbudowany Księżyc? Czy są noce kiedy nie świeci? Gdzie jest Księżyc, kiedy nie świeci na niebie? Połóż „księżyc” (wyciętą kartkę) na „nocnym niebie” i pokaż, jak się porusza w nocy? Czy Księżyc potrafi świecić? Dlaczego Księżyc świeci? Czy zawsze na niebie świeci Księżyc? Badacz robi zdjęcie „na pamiątkę” wykonanej pracy.*

*Co można jeszcze zobaczyć na nocnym niebie? ... [Jeśli dziecko mówi o gwiazdach] Na nocnym niebie widać gwiazdy. Czy zawsze je widać, czy tylko czasami? Dlaczego raz je widać, a raz nie widać? Kiedy zaczyna być widać gwiazdy na niebie? Jakie gwiazdy widziałeś? Dlaczego widać je na ciemnym niebie (świecą)? Z czego są one zbudowane? Badacz podaje dziecku jedną białą kartkę papieru. Narysuj 5 niewielkich gwiazdek,*

*tak jak potrafisz. Wycina je i prosi dziecko o ułożenie ich na „nocnym niebie” tam, gdzie można je zobaczyć. Czy gwiazdy są nieruchome na niebie, czy się ruszają (jeśli się ruszają – jak się ruszają?). Czy zawsze widzimy taki sam układ gwiazd na niebie, czy one się zmieniają (jeśli tak, to jak się zmieniają? Czy wszystkie się zmieniają, czy tylko niektóre)? Badacz robi zdjęcie „na pamiątkę” wykonanej pracy.*

*Co jeszcze można zobaczyć na niebie? ... [Jeśli dziecko mówi o chmurach] Czy można zobaczyć w nocy chmury na niebie? Czy widziałeś kiedyś chmury nocą? Czy są takiego samego koloru i kształtu jak te w ciągu dnia, czy innego? (Jeśli inne) Proszę wybrać nową kartkę (wybór koloru) i wyciąć kształt narysowany przez dziecko, jeśli nie – proszę wykorzystać poprzednie). Ułóż chmury na „nocnym niebie”. Dlaczego w nocy jest ciemno? Co powoduje to, że w nocy jest ciemno?*

*Co jeszcze można zobaczyć na nocnym niebie? ...*

**Tematem drugiej części rozmowy był kształt Ziemi oraz miejsce życia ludzi na Ziemi. Jej przebieg był następujący:**

*Czy jeździsz na wycieczki? Gdzie byłeś najdalej? Powiedz mi, czy można pojechać dalej niż...? A czy można pojechać jeszcze dalej? ... a jeszcze dalej? ... [Jeśli dziecko mówi o granicy] Dobrze, a gdybyś miał samolot/statek i dużo paliwa to jak daleko można polecieć/popłynąć? Żeby dobrze Cię zrozumieć chciałbym, abys zbudował dla mnie Ziemię, na której mieszkają wszyscy ludzie. Mam tutaj grudkę plasteliny, uformuj z niej Ziemię, o której rozmawiamy, i gdzie mieszkają wszyscy ludzie (mieszanina 3 kolorów plasteliny: jasnozielonej, ciemnozielonej, niebieskiej). Jeśli dziecko nie chce tworzyć kształtu z plasteliny – opowiedz mi o kształcie Ziemi, na której żyją wszyscy ludzie? Dorośli mówią, że Ziemia jest w kosmosie, czy mógłbyś mi powiedzieć, gdzie się ona znajduje? Co jest pod Ziemią? Czy jest na czymś osadzona, na czymś leży? Na czym? Gdzie? Jak to wygląda (pokaż na modelu).*

*Zrobiłeś model Ziemi, na której mieszkają wszyscy ludzie, chciałbym teraz abyś pokazał mi, gdzie mieszkasz Ty na Ziemi. Mam tutaj ludzika. Wetknij go w plastelinę w tym miejscu, gdzie mieszkasz Ty... Powiedz mi teraz, czy gdybyś szedł przez wiele dni w jednym kierunku, to gdzie byś doszedł? Powtykaj teraz następne ludziki (5) wszędzie tam, gdzie na Ziemi mieszkają inni ludzie. Na pamiątkę zrobię zdjęcie Ziemi, którą wykonales.*

*Dorośli mówią niekiedy o ufoludkach, o UFO, o przybyszach z kosmosu – kim oni są? Skąd oni pochodzą? Gdzie mieszkają? Jak do nas przylatują? Czy widziałeś takiego przybysza, takiego ufoludka? Czy jest jeszcze jakaś inna ziemia, na której mieszkają ludzie, czy jest tylko ta? A czy jest inna ziemia, na której mieszkają inne stworzenia? Jakie? Gdzie?*

**W trzeciej części rozmowy dziecko miało za zadanie przedstawić ruch Ziemi, Księżyca i Słońca w przestrzeni kosmicznej. Przedstawiam tu 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.

**W czwartej części rozmowy**, stanowiącej niejako uzupełnienie rozmowy na temat budowy dziennego i nocnego nieba, kształtu Ziemi oraz jej miejsca w kosmosie, były pytania dotyczące zdjęć obiektów i zjawisk kosmicznych. W większości pochodziły one z Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni (*National Aeronautics and Space Administration*, NASA). Podczas wyboru zdjęć starałem się wyselekcjonować te, które ukazują się w różnego rodzaju środkach przekazu. Podczas badania ich kolejność była następująca<sup>71</sup>:

1. Księżyc w pełni i w pierwszej kwadrze (trzy zdjęcia przedstawiane w tym samym czasie)
2. Księżyc na dziennym niebie
3. Ziemia widziana z kosmosu (słynne zdjęcie *The Blue Marble* – niebieski marmur)
4. Słońce widziane w ultrafiolecie
5. Wahadłowiec na platformie startowej
6. Galaktyka spiralna M81
7. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna ISS
8. Kometa Hale’a Boppa
9. Droga Mleczna
10. Lądownik na Księżycu
11. Pojazd księżycowy
12. Statek kosmiczny z serialu *Star Trek* (grafika komputerowa)

Przedstawiając zdjęcia, badacz pytał dziecko: *co to jest na zdjęciu?* Ponadto w przypadku zdjęcia różnych faz Księżyca (pierwsze pokazywane zdjęcia) badacz pytał o to, czy jest to ten sam Księżyc czy inny, jeśli inny, to kiedy można zobaczyć *ten inny Księżyc*. Pokazując dzieciom Księżyc na dziennym niebie, badacz sprawdzał, czy dziecko rozpoznaje ten obiekt (czy wie, że jest to Księżyc), a następnie czy wie, czy można zobaczyć taki Księżyc na dziennym niebie. Pokazując zdjęcie Ziemi widzianej z kosmosu,

<sup>71</sup> Zdjęcia zostały zaprezentowane w rozdziale 6.

badacz pytał o kolory zdjęcia (*co to jest to niebieskie, co to jest to czarne – tło, itd.*). Prezentując zdjęcie Słońca w ultrafiolecie pytał o to, z czego jest ono zrobione i *czym są te języki na krawędzi Słońca?* Prezentując wahadłowiec na platformie startowej, badacz pytał: *co to jest i do czego służy?* Przedstawiając zdjęcie galaktyki pytał, z czego jest ona zbudowana i czy się porusza. Podobne pytania zadawał w przypadku zdjęcia Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, komety i Drogi Mlecznej. Zdjęcia związane z eksploracją Księżyca (lądownik, pojazd księżycowy) dotyczyły rozpoznania obiektów na zdjęciu i miejsca jego wykonania. Ostatnim zdjęciem była grafika komputerowa przedstawiająca statek kosmiczny z serialu Star Trek na tle ziemskiego globu. Dzieci oglądające tę ilustrację, były pytane o to, co widzą na zdjęciu, do czego to służy i gdzie to jest. Chodziło bowiem o ustalenie, czy oglądane filmy z gatunku fantastyki naukowej wpływają na dziecięce przekonania astronomiczne.

ZAŁĄCZNIK 3. TEST EARHT2 WYKORZYSTANY  
W RAMACH PROJEKTU *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ  
DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*

EARTH-2

EARTH REPRESENTATION TEST FOR CHILDREN<sup>72</sup>

Nazwisko: .....

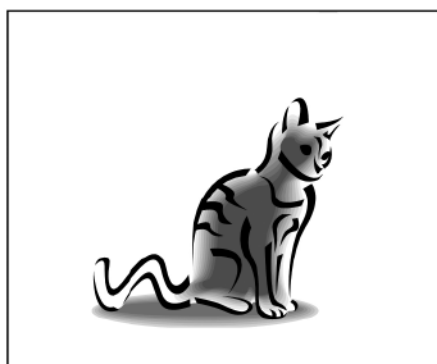
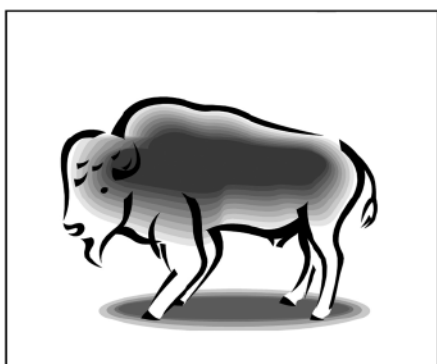
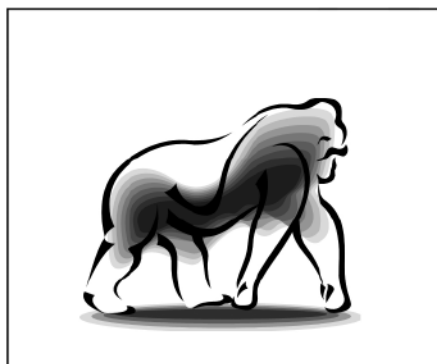
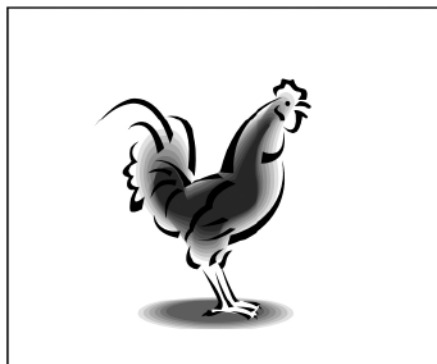
Wiek: .....

Grupa: .....

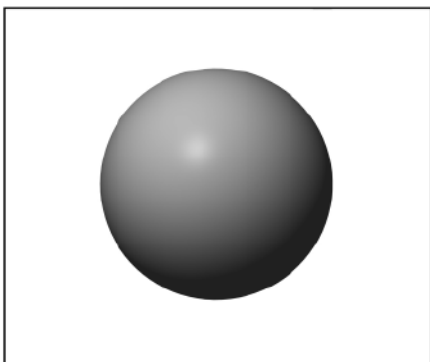
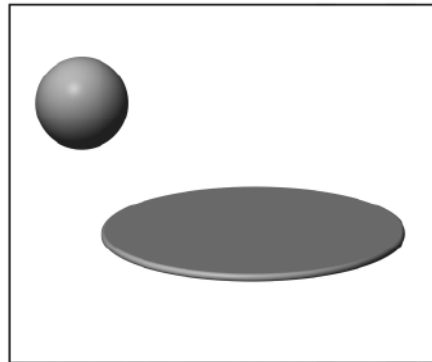
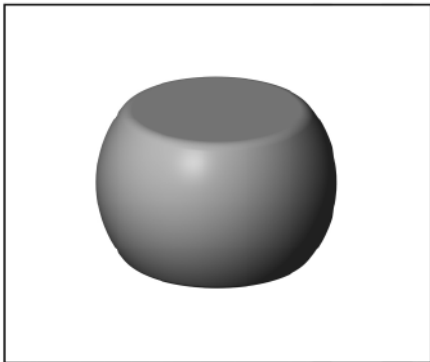
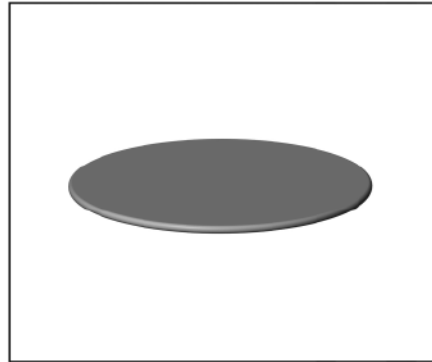
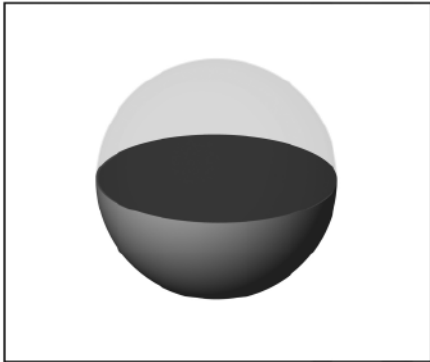
<sup>72</sup> M. Straatemeier, H. van der Maas, B. Jansen, Children's knowledge of the earth, dz. cyt., 276–296. Tłumaczenie: Jan Amos Jelinek.



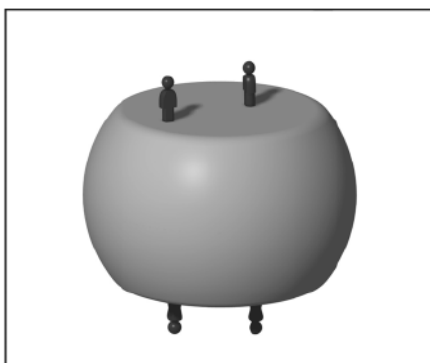
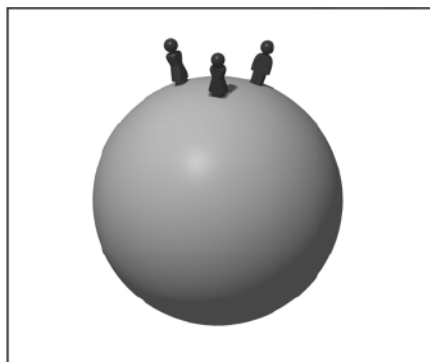
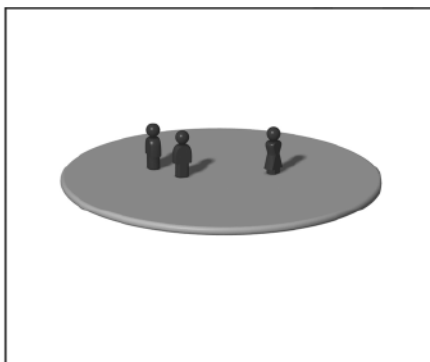
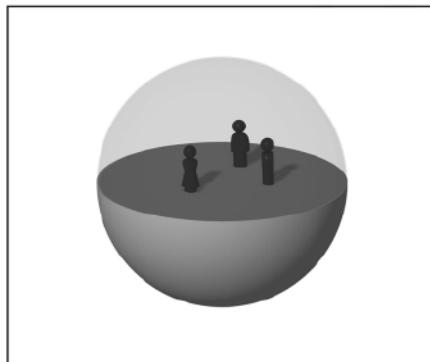
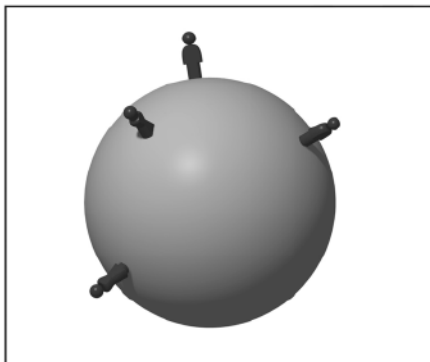
ZADANIE PRÓBNE: ZAZNACZ KOTA.



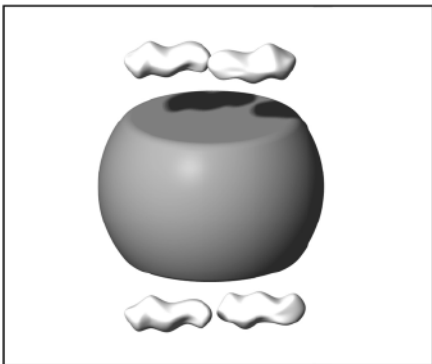
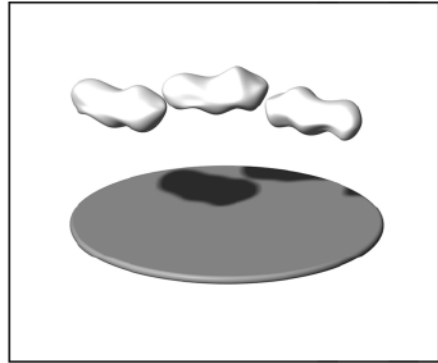
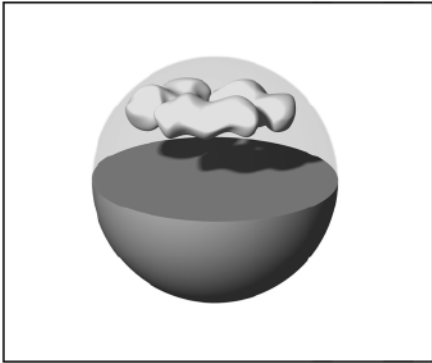
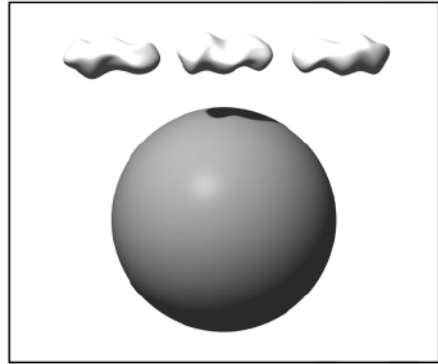
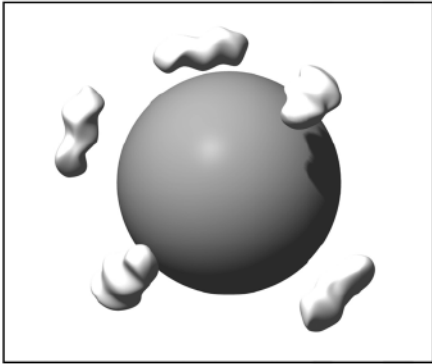
1. JAK WYGLĄDA ZIEMIA?



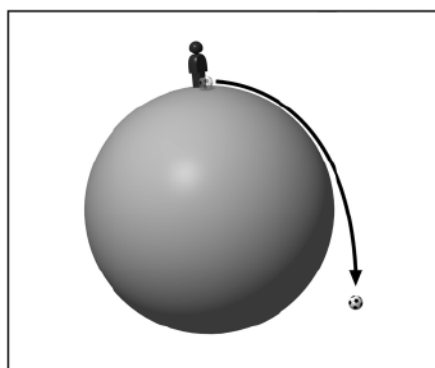
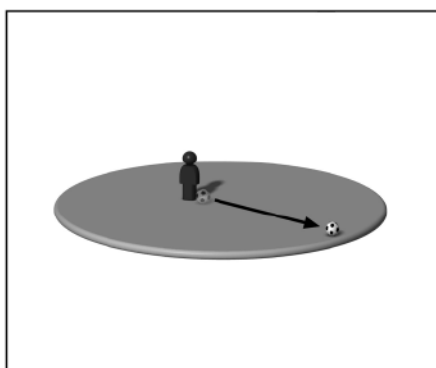
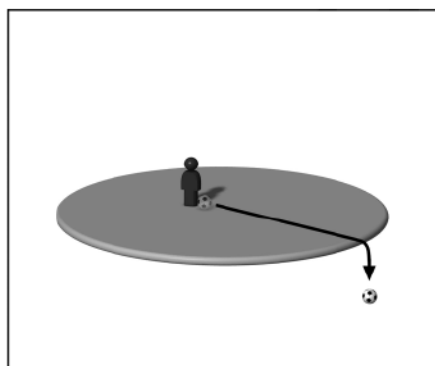
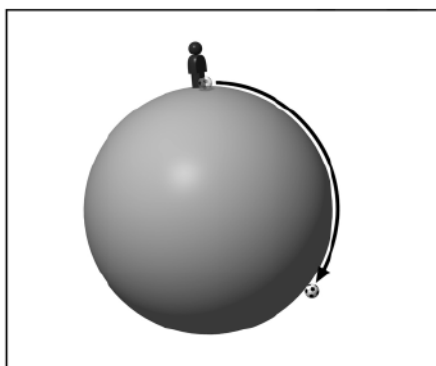
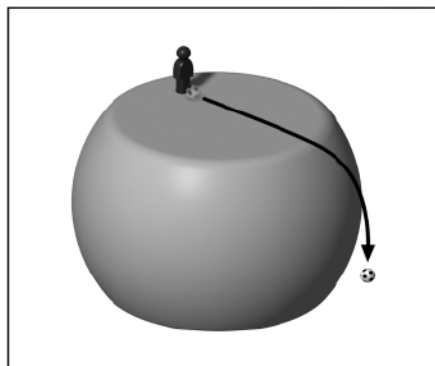
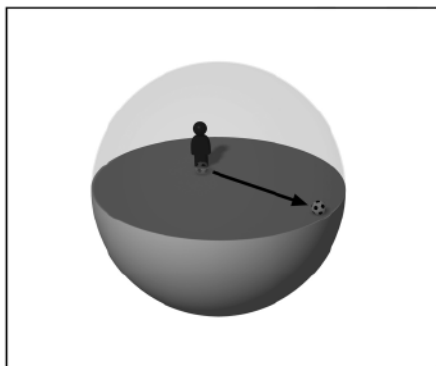
2. KTÓRY OBRAZEK NAJLEPIEJ POKAZUJE, GDZIE ŻYJĄ LUDZIE NA ZIEMI?



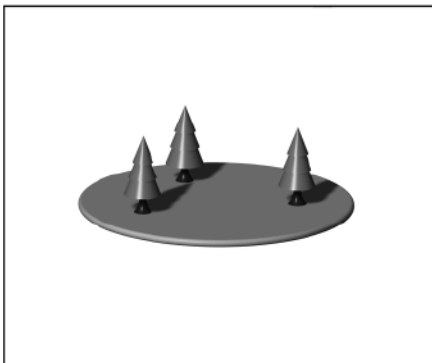
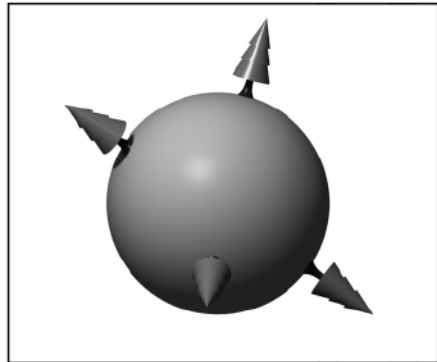
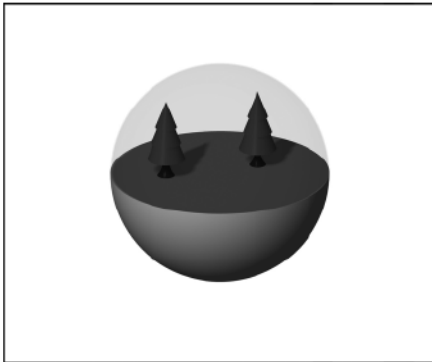
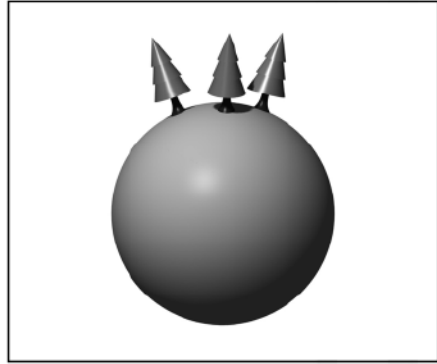
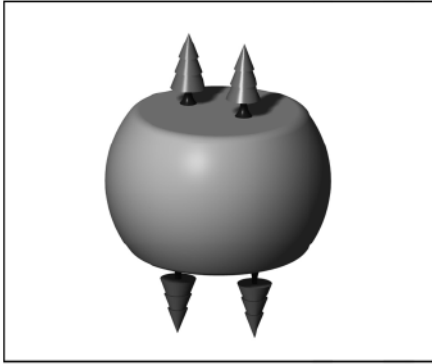
3. KTÓRY OBRAZEK NAJLEPIEJ POKAZUJE, GDZIE SĄ CHMURY?



4. KTÓRY OBRAZEK NAJLEPIEJ POKAZUJE, CO STANIE SIĘ Z PIŁKĄ, KIEDY KOPNIE JĄ OLBRZYM?

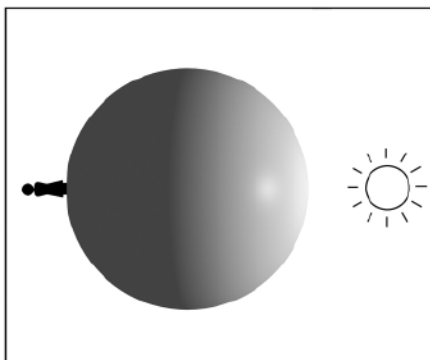
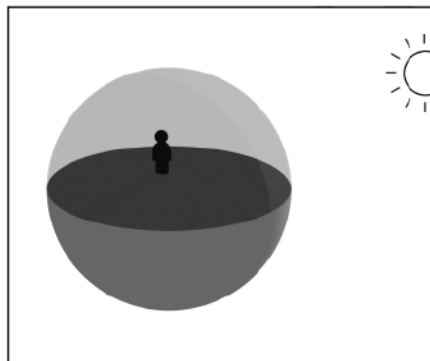
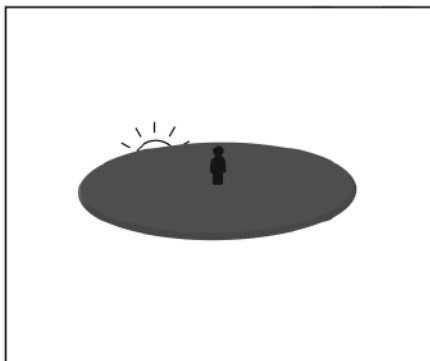
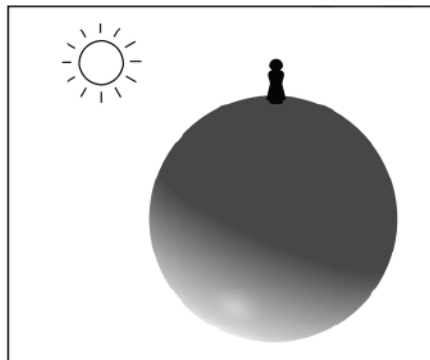
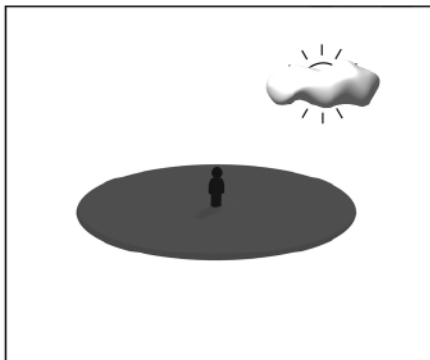


5. KTÓRY OBRAZEK NAJLEPIEJ POKAZUJE, GDZIE SĄ DRZEWA NA ZIEMI?

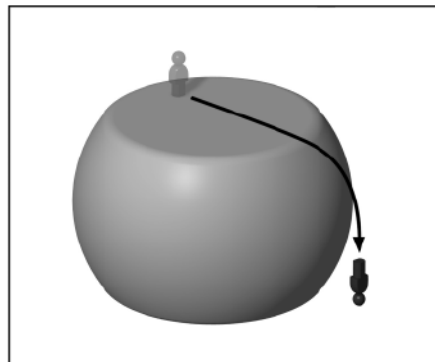
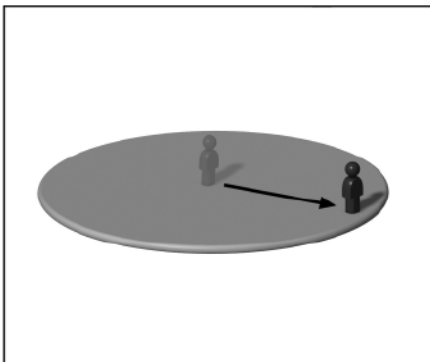
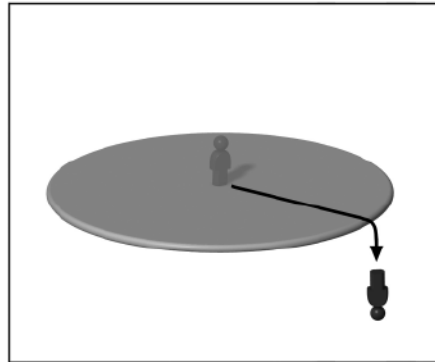
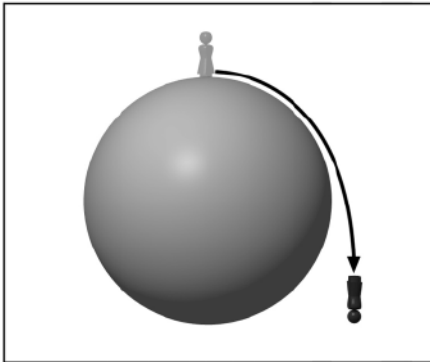
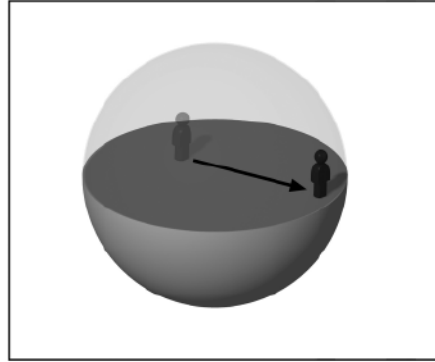
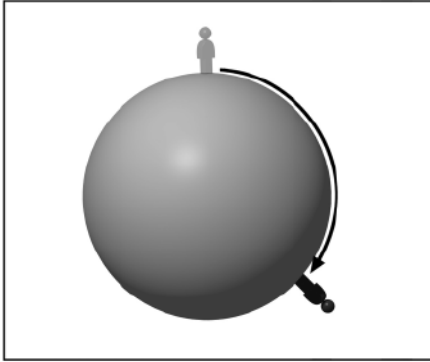




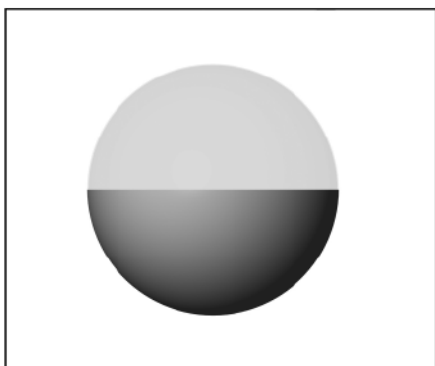
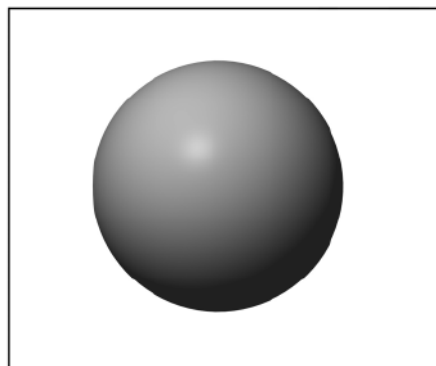
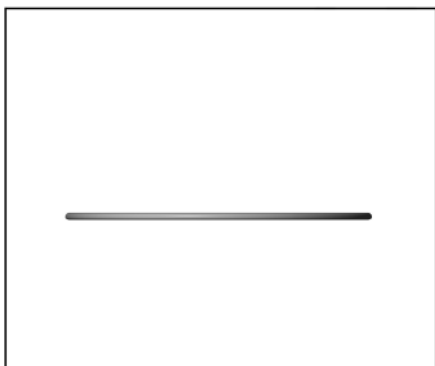
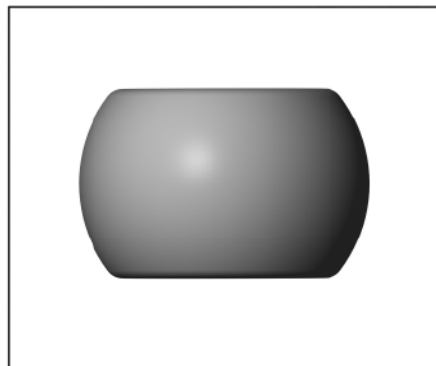
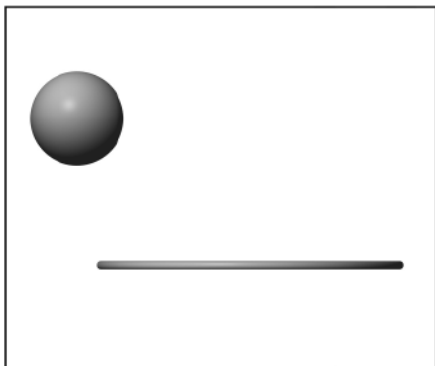
6. GDZIE JEST SŁOŃCE W NOCY?



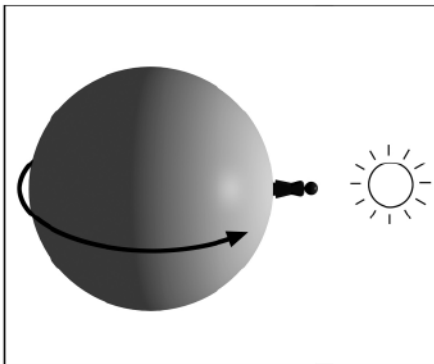
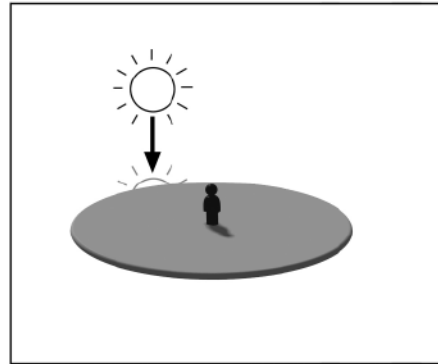
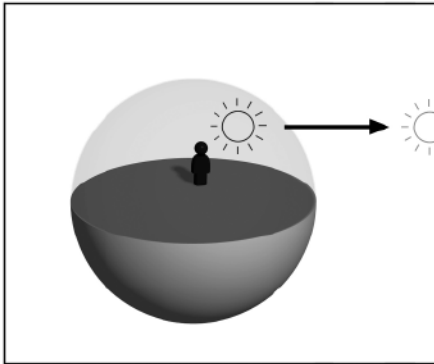
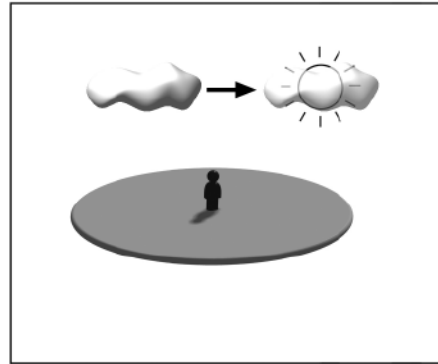
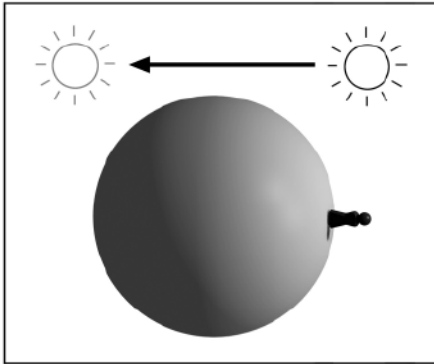
7. CO SIĘ STANIE, JEŚLI BĘDZIESZ SZEDŁ PROSTO W JEDNYM KIERUNKU PRZEZ BARDZO DŁUGI CZAS?



8. KTÓRY OBRAZEK NAJLEPIEJ PRZYPOMINA ZIEMIĘ?



9. KTÓRY OBRAZEK NAJLEPIEJ POKAZUJE, JAK ZAPADA NOC?



#### ZAŁĄCZNIK 4. WSKAZANIA BADANYCH DZIECI NA KAŻDE Z PYTAŃ TESTU EARHT2 PRZEPROWADZONEGO W RAMACH PROJEKTU *PROCES ROZWIJANIA PRZEZ DZIECI INTUICJI I ZARYSÓW POJĘĆ ASTRONOMICZNYCH*.

Odpowiedzi dzieci w formie zakreślenia jednego z kilku obrazków (symboli graficznych) na każde pytanie w teście EARHT2 przedstawiłem w tabelach od 32 do 40. Każda tabela przedstawia odpowiedzi dzieci na inne pytanie zawarte w teście, a kolejność tabel odpowiada kolejności pytań w teście EARHT2.

Konstrukcja każdej z tabeli jest taka sama. W pierwszej kolumnie przedstawiam w miniaturze oglądane obrazki (będące schematycznymi grafikami). Zostały one uporządkowane od tych, które związane są z pojęciami zbliżonymi do naukowych (modelami naukowymi), poprzez zarysy pojęć (modele uproszczone) do intuicji (modeli wstępnych). W drugiej kolumnie podaję liczbę dzieci wybierających dany obrazek. W trzech kolejnych kolumnach podaję szczegółowe informacje dotyczące dzieci. W trzeciej kolumnie różnicuję płeć dzieci, w czwartej miejsca zamieszkania, a w piątej wiek badanych dzieci.

TABELA 32. Jaki jest kształt Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (1) *Jak wygląda Ziemia?*







Symbole graficzne z testu EARHT2 przedstawiające kształt Ziemi	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek									
		Płeć		Zamieszkanie			Wiek				
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat			
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>			
	<b>438</b> <b>98,6%</b>	<b>251</b> <b>98,4%</b>	<b>187</b> <b>98,9%</b>	<b>204</b> <b>99%</b>	<b>234</b> <b>98,3%</b>	<b>99</b> <b>100%</b>	<b>237</b> <b>97,9%</b>	<b>102</b> <b>99%</b>			
	<b>4</b> <b>0,9%</b>	<b>2</b> <b>0,8%</b>	<b>2</b> <b>1,1%</b>	<b>2</b> <b>1%</b>	<b>2</b> <b>0,8%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>3</b> <b>1,2%</b>	<b>1</b> <b>1%</b>			
	<b>1</b> <b>0,2%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>			
	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>			
	<b>1</b> <b>0,2%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>			



TABELA 33. Lokalizacja ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (2), *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?*


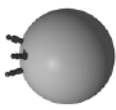
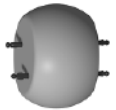



Symbole graficzne z testu EARTH2 przedstawiające lokalizację ludzi na Ziemi	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek								
		Płeć			Zamieszkanie			Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat		
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>		
	<b>278</b> <b>62,6%</b>	<b>151</b> <b>60%</b>	<b>127</b> <b>66,1%</b>	<b>135</b> <b>65,5%</b>	<b>143</b> <b>60,1%</b>	<b>48</b> <b>48,5%</b>	<b>148</b> <b>61,2%</b>	<b>82</b> <b>79,6%</b>		
	<b>99</b> <b>22,3%</b>	<b>60</b> <b>23,8%</b>	<b>39</b> <b>20,3%</b>	<b>43</b> <b>20,9%</b>	<b>56</b> <b>23,5%</b>	<b>31</b> <b>31,3%</b>	<b>57</b> <b>23,6%</b>	<b>11</b> <b>10,7%</b>		
	<b>5</b> <b>1%</b>	<b>4</b> <b>1,6%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>5</b> <b>2,1%</b>	<b>2</b> <b>2%</b>	<b>3</b> <b>1,2%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>		
	<b>26</b> <b>5,9%</b>	<b>13</b> <b>5,2%</b>	<b>13</b> <b>6,9%</b>	<b>14</b> <b>6,8%</b>	<b>12</b> <b>5%</b>	<b>3</b> <b>3%</b>	<b>17</b> <b>7%</b>	<b>6</b> <b>5,8%</b>		
	<b>36</b> <b>8%</b>	<b>24</b> <b>9%</b>	<b>12</b> <b>6,3%</b>	<b>14</b> <b>6,8%</b>	<b>22</b> <b>9,2%</b>	<b>15</b> <b>15,2%</b>	<b>17</b> <b>7%</b>	<b>4</b> <b>3,9%</b>		

TABELA 34. Lokalizacja chmur względem Ziemi – odpowiedzi dzieci na pytanie (3) *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?*


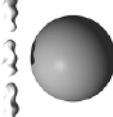
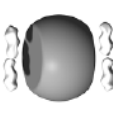
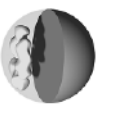
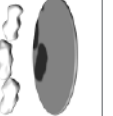

Symbole graficzne z testu EARHT2 przedstawiające położenie chmur	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
		Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>
	<b>270</b> <b>60,8%</b>	<b>108</b> <b>57,1%</b>	<b>138</b> <b>67%</b>	<b>132</b> <b>55,5%</b>	<b>39</b> <b>39,4%</b>	<b>149</b> <b>61,6%</b>	<b>82</b> <b>79,6%</b>	
	<b>140</b> <b>31,5%</b>	<b>68</b> <b>36%</b>	<b>56</b> <b>27,2%</b>	<b>84</b> <b>35,3%</b>	<b>54</b> <b>54,5%</b>	<b>67</b> <b>27,7%</b>	<b>19</b> <b>18,4%</b>	
	<b>1</b> <b>0,2%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>1</b> <b>0,4%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	
	<b>17</b> <b>3,8%</b>	<b>8</b> <b>4,2%</b>	<b>10</b> <b>4,9%</b>	<b>7</b> <b>2,9%</b>	<b>1</b> <b>1%</b>	<b>15</b> <b>6,2%</b>	<b>1</b> <b>1%</b>	
	<b>16</b> <b>3,6%</b>	<b>5</b> <b>2,6%</b>	<b>2</b> <b>1%</b>	<b>14</b> <b>5,9%</b>	<b>5</b> <b>5%</b>	<b>10</b> <b>4,1%</b>	<b>1</b> <b>1%</b>	

TABELA 35. Poruszanie się piłki na Ziemi – odpowiedzi dzieci na pytanie (4) *Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją obryzym?*


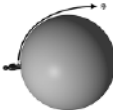


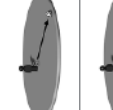
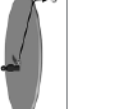
Symbole graficzne z testu EARTH2 przedstawiające poruszanie się piłki	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek								
		Płeć			Zamieszkanie			Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat		
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>		
	224 50,5%	145 56,9%	79 41,8%	105 51%	119 50%	42 42,4%	121 50%	61 59,2%		
	122 27,5%	64 25,1%	58 30,7%	60 29,1%	62 26,1%	35 35,4%	68 28,1%	19 18,5%		
	16 3,6%	6 2,4%	10 5,3%	6 2,9%	10 4,2%	6 6,1%	6 2,5%	4 3,9%		
	34 7,7%	22 8,6%	12 6,3%	15 7,3%	19 8%	7 7,1%	20 8,3%	7 6,8%		
	35 7,9%	13 5,1%	22 11,6%	16 7,8%	19 8%	5 5,1%	21 8,7%	9 8,7%		
	13 2,9%	5 2%	8 4,2%	4 1,9%	9 3,8%	4 4%	6 2,5%	3 2,9%		

TABELA 36. Lokalizacja drzew na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (5) *Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?*


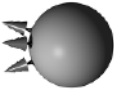



Symbole graficzne z testu EARHT2 przedstawiające lokalizację drzew	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek		Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek								
			Płeć		Zamieszkanie			Wiek			
			Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat		
	<b>N = 444</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>				
	220 49,5%	91 47,4%	114 55,3%	106 44,5%	28 28,3%	125 51,7%	67 65%				
	123 27,7%	58 30,2%	51 24,8%	72 30,3%	41 41,4%	60 24,8%	22 21,4%				
	6 1,4%	2 1%	1 0,5%	5 2,1%	0 0%	6 2,5%	0 0%				
	34 7,7%	18 9,4%	20 9,7%	14 5,9%	7 7%	21 8,7%	6 5,8%				
	61 13,7%	23 12%	20 9,7%	41 17,2%	23 23,2%	30 12,4%	8 7,8%				

TABELA 37. Położenia Słońca w nocy – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (6) *Gdzie jest Słońce w nocy?*






Symbole graficzne z testu EARTH2 przedstawiające położenie Słońca w nocy	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek								
		Płeć			Zamieszkanie			Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat		
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>		
	<b>241</b> <b>54,3%</b>	146 57,3%	95 50,3%	120 58,3%	121 50,8%	24 24,2%	139 57,4%	78 75,7%		
	<b>46</b> <b>10,4%</b>	28 11%	18 9,5%	24 11,7%	22 9,2%	13 13,1%	24 9,9%	9 8,7%		
	<b>33</b> <b>7,4%</b>	19 7,5%	14 7,4%	21 10,2%	12 5%	9 9,1%	18 7,4%	6 5,8%		
	<b>87</b> <b>19,6%</b>	39 15,3%	48 25,4%	23 11,2%	64 26,9%	37 37,4%	44 18,2%	6 2,9%		
	<b>37</b> <b>8,9%</b>	23 9%	14 7,4%	18 8,7%	19 8%	16 16,2%	17 7%	4 3,9%		

TABELA 38. Poruszanie się ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (7) Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?





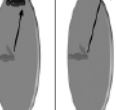
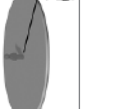
Symbole graficzne z testu EARHT2 przedstawiające poruszanie się ludzi	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek								
		Płeć			Zamieszkanie			Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat		
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>		
	<b>317</b> <b>71,4%</b>	187 74,2%	130 67,7%	147 71,4%	170 71,4%	59 59,6%	173 71,5%	85 82,5%		
	<b>43</b> <b>9,7%</b>	21 8,3%	22 11,5%	24 11,7%	19 8%	16 16,2%	25 10,3%	2 1,9%		
	<b>9</b> <b>2%</b>	7 2,8%	2 1%	6 2,9%	3 1,3%	4 4%	3 1,2%	2 1,9%		
	<b>36</b> <b>8,1%</b>	17 6,7%	19 9,9%	15 7,3%	21 8,8%	6 6,1%	23 9,5%	7 6,8%		
	<b>29</b> <b>6,5%</b>	14 5,6%	15 7,8%	13 6,3%	16 6,7%	8 8,1%	14 5,8%	7 6,8%		
	<b>10</b> <b>2,3%</b>	6 2,4%	4 2,1%	1 0,5%	9 3,8%	6 6,1%	4 1,7%	0 0%		

TABELA 39. Kształt Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (8) *Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?*








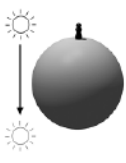

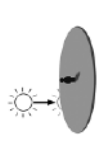
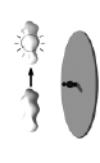

Symbole graficzne z testu EARTH2 przedstawiające kształt Ziemi	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek									
		Płeć		Zamieszkanie			Wiek				
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat			
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>			
	<b>429</b> <b>96,6%</b>	242 96%	187 97,4%	202 98,1%	227 95,4%	94 95%	234 96,7%	101 98,1%			
	<b>8</b> <b>1,8%</b>	4 1,6%	4 2,1%	3 1,5%	5 2,1%	1 1%	5 2,1%	2 1,9%			
	<b>0</b> <b>0%</b>	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%			
	<b>2</b> <b>0,5%</b>	2 0,8%	0 0%	0 0%	2 0,8%	2 2%	0 0%	0 0%			
	<b>5</b> <b>1,1%</b>	4 1,6%	1 0,5%	1 0,5%	4 1,7%	2 2%	3 1,2%	0 0%			



TABELA 40. Zjawisko zapadania nocy – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (9) *Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?*

Symbole graficzne z testu EARHT2 przedstawiające zjawisko zapadania nocy	Liczba dzieci, które wybrały dany obrazek	Dane dotyczące dzieci, które wybrały dany obrazek						
		Płeć		Zamieszkanie		Wiek		
		Ch.	Dz.	Miasto	Wieś	5 i 6 lat	7 i 8 lat	9 i 10 lat
	<b>N = 444</b>	<b>n = 252</b>	<b>n = 192</b>	<b>n = 206</b>	<b>n = 238</b>	<b>n = 99</b>	<b>n = 242</b>	<b>n = 103</b>
	<b>92</b> 20,7%	63 24,7%	29 15,3%	46 22,3%	46 19,3%	13 13,1%	45 18,6%	34 33%
	<b>111</b> 25%	65 25,5%	46 24,3%	57 27,7%	54 22,7%	14 14,1%	66 27,3%	31 30,1%
	<b>26</b> 5,9%	12 4,7%	14 7,4%	9 4,4%	17 7,1%	13 13,1%	11 4,5%	2 1,9%
	<b>176</b> 39,6%	95 37,3%	81 42,9%	73 35,4%	103 43,3%	47 47,5%	97 40,1%	32 31,1%
	<b>39</b> 8,8%	20 7,8%	19 10%	21 10,2%	18 7,6%	12 12,1%	23 9,5%	4 3,9%

## SPIS TABEL

TABELA 1.	Chronologia niektórych wydarzeń, zjawisk i odkryć, które zmieniły oblicze astronomii, z podaniem uczonego, który je opisał i wyjaśnił. Dodam, że tabela jest subiektywnym wyborem autora . .	43
TABELA 2.	Siatka chronologiczna ważniejszych badań zrealizowanych w latach 1923–2019 nad wiedzą astronomiczną dzieci . . . . .	53
TABELA 3.	Modele mentalne kształtu Ziemi w badaniach Vosniadou i Brewera . . . . .	128
TABELA 4.	Modele zjawiska dnia i nocy ustalone przez Vosniadou i Brewera . .	132
TABELA 5.	Rozkład sklasyfikowanych modeli mentalnych zjawiska dnia i nocy w badaniach Vosniadou i Brewera . . . . .	138
TABELA 6.	Popularność modeli mentalnych Układu Słonecznego ustalona w badaniach wśród dzieci indyjskich przez Ali Samarapungavan, Stellę Vosniadou i Williama Brewera . . . . .	143
TABELA 7.	Zestawienie celów i zadań badawczych realizowanych w trzech projektach badawczych dla ukazania relacji zależności wynikania . . . . .	175
TABELA 8.	Dominujące źródła wiedzy w kontekście poruszanych na spotkaniu kręgów tematycznych . . . . .	213
TABELA 9.	Porównanie astronomicznych modeli mentalnych dzieci polskich z modelami mentalnymi dzieci wychowywanych w innych kręgach kulturowych . . . . .	224
TABELA 10.	Porównanie modeli mentalnych z intuicjami i zarysami pojęć w zakresie budowy Układu Słonecznego oraz zjawiska dnia i nocy . . . . .	227
TABELA 11.	Modele mentalne wstępne (W), uproszczone (U) i naukowe (N) w wypowiedziach niektórych badanych dzieci dotyczących poruszanych w badaniach kręgów tematycznych . . . . .	233

TABELA 12.	Jaki jest kształt Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (1) <i>Jak wygląda Ziemia?</i> . . . . .	240
TABELA 13.	Jaki jest kształt Ziemi – porównanie odpowiedzi na pytanie 1 ( <i>Jak wygląda Ziemia?</i> ) i 8 ( <i>Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?</i> ) – dane liczbowe . . . . .	241
TABELA 14.	Kulisty kształt Ziemi – dane o liczbie dzieci (i ich wieku), które odpowiadając na kolejne pytania testu EARTH2, wybierały obrazki pasujące do tezy o kulistości Ziemi . . . . .	243
TABELA 15.	Lokalizacja ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (2), <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?</i> . . . . .	247
TABELA 16.	Gdzie żyją i jak się poruszają ludzie na Ziemi – dane liczbowe dotyczące wyborów obrazków uznanych przez dzieci za odpowiedź na pytanie 2 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?</i> ) i pytanie 7 ( <i>Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?</i> ) . . . . .	249
TABELA 17.	Lokalizacja ludzi i drzew na Ziemi oraz chmur na nieboskłonie – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie 2 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?</i> ), 3 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?</i> ) i 5 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?</i> ) . . . . .	251
TABELA 18.	Lokalizacja i poruszanie się ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie 4 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?</i> ) i pytanie 7 ( <i>Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?</i> ) . . . . .	254
TABELA 19.	Dane dotyczące wyborów obrazków stanowiące odpowiedź na pytanie 6 ( <i>Gdzie jest Słońce w nocy?</i> ) i 9 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?</i> ) . . . . .	257
TABELA 20.	Popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej pięcioletków i sześciolatek (grupa badanych w tym wieku wynosi 99 dzieci) . . . . .	260
TABELA 21.	Popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej siedmiolatek i ośmiolatek (grupa badanych w tym wieku wynosi 242 dzieci) . . . . .	261
TABELA 22.	Popularność wyborów symboli graficznych w grupie wiekowej dziewięcioletków i dziesięcioletków (grupa badanych w tym wieku wynosi 103 dzieci) . . . . .	262
TABELA 23.	Częstość ujawniania się intuicji, zarysów pojęć i pojęć astronomicznych zbliżonych do naukowych w różnych grupach wiekowych wśród badanych dzieci . . . . .	263

TABELA 24.	Popularność wyborów symboli graficznych testu EARTH2 wśród chłopców (w badanej grupie było ich 255) . . . . .	264
TABELA 25.	Popularność wyborów symboli graficznych testu EARTH2 wśród dziewczynek (w badanej grupie było ich 189) . . . . .	265
TABELA 26.	Częstość występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych wśród badanych chłopców i dziewczynek . . . . .	266
TABELA 27.	Popularność wyborów symboli graficznych w teście EARHT2 wśród dzieci mieszkających w mieście (w badanej grupie było ich 206) . . . . .	267
TABELA 28.	Popularność wyborów symboli graficznych w teście EARHT2 wśród dzieci mieszkających na wsi (w badanej grupie było ich 238)	268
TABELA 29.	Częstość występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych wśród badanych dzieci mieszkających w mieście i na wsi . . . . .	269
TABELA 30.	Model kształtowania się wiedzy astronomicznej u badanych dzieci od 5. do 10. roku życia . . . . .	276
TABELA 31.	Przedstawienie modeli umysłowych w teście EARTH2 za pomocą symboli graficznych . . . . .	320
TABELA 32.	Jaki jest kształt Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (1) <i>Jak wygląda Ziemia?</i> . . . . .	341
TABELA 33.	Lokalizacja ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (2), <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?</i> . . . . .	342
TABELA 34.	Lokalizacja chmur względem Ziemi – odpowiedzi dzieci na pytanie (3) <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?</i> . . . . .	343
TABELA 35.	Poruszanie się piłki na Ziemi – odpowiedzi dzieci na pytanie (4) <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, co stanie się z piłką, kiedy kopnie ją olbrzym?</i> . . . . .	344
TABELA 36.	Lokalizacja drzew na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (5) <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?</i> . . . . .	345
TABELA 37.	Położenia Słońca w nocy – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (6) <i>Gdzie jest Słońce w nocy?</i> . . . . .	346
TABELA 38.	Poruszanie się ludzi na Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (7) <i>Co się stanie, jeśli będziesz szedł prosto w jednym kierunku przez bardzo długi czas?</i> . . . . .	347
TABELA 39.	Kształt Ziemi – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (8) <i>Który obrazek najlepiej przypomina Ziemię?</i> . . . . .	348
TABELA 40.	Zjawisko zapadania nocy – dane dotyczące odpowiedzi dzieci na pytanie (9) <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, jak zapada noc?</i> . . . . .	349

## SPIS SCHEMATÓW

SCHEMAT 1.	Wyobrażenie Ziemi przez członków Towarzystwa Płaskiej Ziemi. Ilustracja pochodzi z książki <i>Zetetic Astronomy</i> (1865, s. 78) autorstwa Samuel B. Rowbotha . . . . .	23
SCHEMAT 2.	Wyobrażenie budowy wszechświata według Arystotelesa. Ilustracja pochodzi z książki <i>Dictionnaire mathematique</i> (1691, s. 161) autorstwa Ozanama Jacquesa . . . . .	27
SCHEMAT 3.	Wyobrażenie wszechświata przez Ptolemeusza przedstawione w książce <i>Cosmographia</i> (1553, s. 3) autorstwa Petri Apiana . . . . .	30
SCHEMAT 4.	Wyobrażenie wszechświata przez Kopernika przedstawione w <i>De Revolutionibus orbium coelestium</i> (1566) . . . . .	31
SCHEMAT 5.	Układ Słoneczny w teorii Tycho Brahe przedstawiony na ilustracji w książce <i>Hypothesis Tychonica</i> (1647, s. 163) autorstwa Jana Heveliusa . . . . .	33
SCHEMAT 6.	Logika baśniowego obrazu świata . . . . .	66
SCHEMAT 7.	Wszechświata przedstawiony wewnątrz jaja . . . . .	69
SCHEMAT 8.	Ziemia przedstawiona w mitologii rzymskiej z zaznaczonymi strefami klimatycznymi . . . . .	70
SCHEMAT 9.	Starotestamentowe wyobrażenie Ziemi . . . . .	72
SCHEMAT 10.	Typowy schemat budowy Układu Słonecznego w książkach dla dzieci . . . . .	74
SCHEMAT 11.	Efekty regularnej obserwacji pozornego ruchu Słońca na niebie, w którym jest ono często przysyłane przez obiekty krajobrazu . . . . .	109
SCHEMAT 12.	Schematy graficzne modeli mentalnych kształtu Ziemi ustalone przez Vosniadou i Brewera uwzględniające kształt Ziemi, lokalizację ludzi i wyobrażenie padającego deszczu . . . . .	129
SCHEMAT 13.	Wizualizacja modeli mentalnych cyklu dnia i nocy opracowana przez Stellę Vosniadou i Williama Brewera . . . . .	137
SCHEMAT 14.	Modele heliocentryczne i geocentryczne Układu Słonecznego ustalone na podstawie badań wśród dzieci indyjskich przeprowadzone przez Ali Samarapungavan, Stellę Vosniadou i Williama Brewera . . . . .	144
SCHEMAT 15.	Graficzne modele mentalne działania grawitacji na Ziemi opracowane przez Josepha Nussbauma i Josepha Novaka . . . . .	146
SCHEMAT 16.	Symboliczne przedstawienie Słońca na rysunkach badanych dzieci tworzących obraz dziennego nieba . . . . .	181
SCHEMAT 17.	Intuicje dotyczące ruchu Słońca na dziennym niebie . . . . .	184
SCHEMAT 18.	Dziecięce wyobrażenia ruchu chmur na dziennym niebie . . . . .	186
SCHEMAT 19.	Dziecięce wyobrażenia położenia i ruchu Księżyca na nocnym niebie . . . . .	187

SCHEMAT 20. Dziecięce wyobrażenia położenia i ruchu gwiazd na nocnym niebie .....	188
SCHEMAT 21. Dziecięce sposoby lokalizacji ludzi na Ziemi .....	191
SCHEMAT 22. Dziecięce sposoby wyjaśniania zjawiska dnia i nocy .....	196
SCHEMAT 23. Modele trójwymiarowe używane do ustalania modeli kształtu Ziemi przez Alę Samarapungavan, Stellę Vosniadou i Williama Brewera .....	314

## SPIS WYKRESÓW

WYKRES 1. Tendencja wzrostowa odpowiedzi dzieci z uwzględnieniem wieku badanych dzieci .....	244
WYKRES 2. Lokalizacja ludzi, drzew i chmur – tendencje wzrostowe w wyborze obrazków na pytanie 2 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie żyją ludzie na Ziemi?</i> ), 3 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są chmury?</i> ) i 5 ( <i>Który obrazek najlepiej pokazuje, gdzie są drzewa na Ziemi?</i> ) .....	252
WYKRES 3. Tendencja występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych w różnych grupach wiekowych wśród badanych dzieci .....	263
WYKRES 4. Tendencja występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych u chłopców i dziewczynek .....	266
WYKRES 5. Tendencja występowania intuicji, zarysów pojęć i pojęć zbliżonych do naukowych względem miejsca zamieszkania .....	269

## SPIS ZDJĘĆ

ZDJĘCIE 1. Dziewczynka chowa obrazek-Słońce za chmurami, ilustrując położenie Słońca wieczorem .....	184
ZDJĘCIE 2. Dziewczynka chowa obrazek-Słońce za kartką papieru ( <i>niebem</i> ) lokalizując położenie Słońca w nocy .....	185
ZDJĘCIE 3. Ziemia z perspektywy horyzontalnej .....	190
ZDJĘCIA 4 I 5. Prace dwójga dzieci jedno z nich przedstawiało (zdjęcie 3) Słońce i Ziemię w formie płaskich dysków, a Księżyc w formie spłaszczonego rogała. Na zdjęciu 4 jest przedstawiona Ziemia, Księżyc i Słońce w formie kulistych kształtów .....	192
ZDJĘCIE 6. Księżyc w pełni .....	198
ZDJĘCIE 7. Księżyc w pierwszej kwadrze .....	198
ZDJĘCIE 8. Księżyc w pierwszej kwadrze .....	198
ZDJĘCIE 9. Księżyc na dziennym niebie .....	200

ZDJĘCIE 10.	Ziemia widziana na tle kosmosu . . . . .	201
ZDJĘCIE 11.	Słońce widziane w ultrafiolecie . . . . .	202
ZDJĘCIE 12.	Wahadłowiec na platformie startowej . . . . .	203
ZDJĘCIE 13.	Galaktyka spiralna M81 . . . . .	204
ZDJĘCIE 14.	Międzynarodowa Stacja Kosmiczna ISS . . . . .	205
ZDJĘCIE 15.	Kometa Hale'a Boppa . . . . .	205
ZDJĘCIE 16.	Droga Mleczna . . . . .	206
ZDJĘCIE 17.	Lądownik na Księżycu . . . . .	207
ZDJĘCIE 18.	Pojazd księżycowy . . . . .	208
ZDJĘCIE 19.	Statek kosmiczny z serialu Star Trek (grafika komputerowa) . . . .	209
ZDJĘCIE 20.	Przedmioty użyte w metodzie IZPA . . . . .	323



Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej

Wydanie pierwsze

Arkuszy drukarskich 22,25

Skład i łamanie: Grafini

Druk ukończono w lipcu 2020

Druk i oprawa: Fabryka Druku