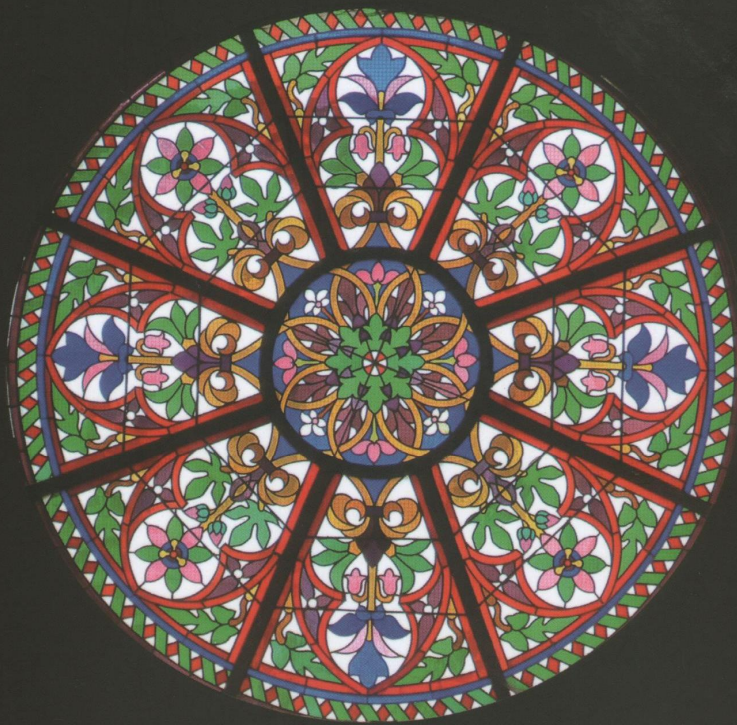




Grzegorz P. Karwasz

SCIENZA E FEDE

UN BREVE MANUALE



1.1. Wstęp

“Wielki Wybuch” jak twierdzą naukowcy, czy “Stworzenie”, jak mówi Biblia²? Adam u Ewa, pierwsi rodzice rasy ludzkiej czy tylko opowieść (parabola) o znaczeniu przenośnym? Wieża Babel czy historia o źle zorganizowanej pracy, jak czytamy na jednej ze stron internetowych?

A ewolucja? Herezja czy też „już nie tylko hipoteza”, ale teoria o wszystkich cechach naukowych, jak to określił Św. Jan Paweł II³?

Sporo pytań, prostych ale „drażliwych”, które na które muszą odpowiadać nauczyciele religii, również w szkole podstawowej. Naukowcy podważyli Wiarę? Nie, absolutnie nie! Gwarantuje to Wam profesor zwyczajny fizyki doświadczalnej, kierownik Katedry Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, który w latach 1985-2005 pracował na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Trydencie i jest ekspertem naukowym Unii Europejskiej, Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej ONZ, Republiki Korei itd.

1.1.1. Ci wspaniali naukowcy, co wszystko wiedzą

Nauka XX wieku dokonała nadzwyczajnych odkryć: akceleratory cząstek elementarnych odkrywają świat obiektów nieskończenie małych, komunikujemy się używając niewidzialnych fal, teleskopy zagląдают do krańców wszechświata, badamy przeszłość aż do początku czasu. Wydaje się, że nasza wiedza nie ma granic, prawda?

Bynajmniej! Im więcej wiemy, tym więcej zagadek pojawia się przed oczyma. Niestety, naukowcy opowiadają zazwyczaj o swoich odkryciach, ale rzadko o wątpliwościach, które z nich wynikają. Jak mówi znany włoski fizyk jądrowy, prof. Antonino Zichichi, w książce *Dlaczego wierzę w Tego, który stworzył świat?*, uczeni pobudowali „wieże z kości słoniowej”, w której zamknęli się wraz ze swoją wiedzą. Potrzebne jest tłumaczenie, z języka naukowego na ten codzienny: zadanie skomplikowane, tak dla autora jak i czytelnika. Zaczynamy od początku, tzn. od tak zwanego „Wielkiego Wybuchu” (Big Bang po angielsku)⁴. Świat został stworzony, czy też jest wynikiem przypadkowego wybuchu bańki mydlanej bańki materii?

¹ Tłumaczenie z włoskiego GK

² Brak wspólnego języka jest poważnym problemem, przede wszystkim w edukacji. We wrześniu 2017 roku, na stronach prestiżowego amerykańskiego czasopisma naukowego «Science» No. 6354, str. 880, H.S. Silva narzekał, że w trzynastu stanach USA uczy się o “Inteligentnym Projekcie” a nie o (uproszczonej) teorii ewolucji. Autor (GK) odpowiada, że zarówno czysta teoria ewolucji jak enigmatyczny “Inteligentny Projekt” mają poważne braki koncepcyjne, zob. dyskusję w częściach końcowych tej książki i odpowiedź autora na stronie internetowej Science : <http://science.sciencemag.org/content/357/6354/880.1/tab-e-letters>.

³ «Dziś, prawie pół wieku po publikacji encykliki, nowe zdobycze nauki każą nam uznać, że teoria ewolucji jest czymś więcej niż hipotezą. Zwraca uwagę fakt, że teoria ta zyskiwała coraz większe uznanie naukowców w związku z kolejnymi odkryciami dokonywanymi w różnych dziedzinach nauki. Zbieżność wyników niezależnych badań – bynajmniej nie zamierzona i nie prowokowana – sama w sobie stanowi znaczący argument na poparcie tej teorii.

JAN PAWEŁ II, *Przesłanie do członków Papieskiej Akademii Nauk w związku z sesją “Powstanie i ewolucja życia”* 22.10.1996, Dzieła Zebrane, Wydawnictwo WAM, t. V, str. 308.

⁴ Nazwa, ironiczna, została użyta po raz pierwszy w audycji radiowej w 1949 roku przez angielskiego astronoma, Freda Hoyle’a, który nie wierzył, że wszechświat miał początek.

1.2. Stworzenie czy Big Bang?

O tak zwanym „Wielkim Wybuchu”, początku wszechświata, wszyscy słyszeli. Była to przeogromna eksplozja, która z objętości mniejszej niż pomarańcza wprawiła w ruch nieogarniętą przestrzeń dzisiejszych galaktyk. Buch! i powstał cały świat! Książka *Pierwsze trzy minuty* noblisty Stephena Weinberga, fizyka o agnostycznych poglądach, opowiada jak w mgnieniu oka z dziwnych form pierwotnej materii powstały elektrony⁵, protony⁶ i neutrony, które stanowią cały obecny wszechświat (a przynajmniej tak się nam wydaje). W ciągu pierwszych trzech minut zdefiniowane zostały proporcje między wodorem a helem, dwoma najlżejszymi pierwiastkami, które znajdują się we wszystkich galaktykach.

Nauka wydaje się być w jawnej sprzeczności z biblijnym opisem *Księgi Rodzaju* (a raczej *Powstania*) – Stworzenia w ciągu siedmiu dni. Więcej, w swej całości „opowieść” biblijna wydaje się bez sensu: powstanie Słońca dopiero po niebie i wodzie? Jeden ojciec i jedna matka dla całego rodzaju ludzkiego? Tchnienie, które ożywiło człowieka ulepionego z gliny?

Liczne pytania, które rodzą się z odkryć nauki współczesnej i poddają w wątpliwość prawdy Wiary. Jak napisał w 1979 roku Joseph Ratzinger, wówczas kardynał, wydaje się, że w ostatnich wiekach wiara bezustannie cofa się w swych stwierdzeniach na pozycje coraz bardziej obronne tak, że za jakiś czas nie będzie już żadnych obowiązujących dogmatów Wiary⁷.

Ta książka ma na celu zatrzymać ten odwrót Wiary, ale nie jest to książka apologetyczna: jest to sprawozdanie naukowe w dziedzinie fizyki, kosmologii, genetyki, lingwistyki, które to pokazuje nie tylko sukcesy nauki ale także jej ograniczenia, gdzie nauka się zatrzymuje, pozostawiając miejsce dla Wiary. Zaczynamy od kosmologii, a raczej od filozofii, a właściwie od *Księgi Powstania*, Co mówi Biblia, a co mówią nauki (fizyka, matematyka, biologia, antropologia, itd.)?

Pytaniem podstawowym jest: Wszechświat jest wieczny czy też miał początek? W historii uniwersytetów średniowiecznych, dyskusja na temat wieczności świata doprowadziła uczelnie takie jak Paryż czy Oxford do granic herezji⁸. Dziś nie mamy wątpliwości: Wszechświat miał swój początek. Ale zagadnień do przedyskutowania jest wiele. Oto pierwszy rozdział *Księgi Rodzaju*.

⁵ Elektrony to cząstki najbardziej podstawowe ze składających się na materię: każdy atom zawiera ściśle określoną ich liczbę: wodór - jeden, hel - dwa, lit - trzy itd. Według wszelkich wskazówek zarówno teoretycznych jak doświadczalnych elektrony są niepodzielne i bardzo małe (średnica rzędu 10^{-15} m). Według tych samych wskazówek elektrony nie mają wewnętrznych składników. Ładunek elektryczny elektronu jest ujemny i stanowi jednostkę podstawową: żaden mniejszy ładunek nie został nigdy wydzielony doświadczalnie. Elektrony są bardzo lekkie: odbiornik TV „starej daty”, tzn. kineskopowy, kreślił obraz przemiatając na ekranie wiązkę elektronów odchylanych za pomocą pola magnetycznego.

⁶ Protony, o masie 1837 razy większej niż elektrony (czyli w wygodnych do użycia jednostkach $911 \text{ MeV}/c^2$), zaskakująco mają w przybliżeniu te same rozmiary, ale składają się z mniejszych cząstek, zwanych *kwarkami*. Proton składa się z dwóch kwarków zwanych „górnym” (ang. *up*) i jednego zwanego „dolnym” (*down*). Ale kwarki są lekkie, *up* i *down* około 2,5 e $5,5 \text{ MeV}/c^2$, odpowiednio, posiadają ładunek ułamkowy (+2/3 e -1/3) i które, według wszelkich danych, są nieseparowalne. Czas życia protonu przekracza, według najnowszych eksperymentów, Wszechświata o miliard razy. Innymi słowy: protony (a także elektrony) są *trwale*.

⁷ J. RATZINGER, *Na początku Bóg stworzył... Cztery kazania o stworzeniu i upadku. Konsekwencje wiary w stworzenie*. Wyd. Salwator, Kraków, 2006.

⁸ Pytanie o wieczność świata okazało się zasadnicze zaraz u zarania współczesnej nauki. Jak tylko powstały pierwsze uniwersytety, w latach 60tych i 70tych XIII wieku, w różnych ośrodkach, włączając Paryż i Oxford, podjęto intelektualną debatę, z której wynikało, że świat jest wieczny, czyli nie został stworzony. Był to skutek przyswojenia w Europie Zachodniej dzieł Arystotelesa (za pośrednictwem świata arabskiego), ale nie zostało one dostatecznie dokładnie przeczytane. Biskup Paryża Étienne Tempiere potępił w 1277 roku 210 tez, które zostały uznane za hereetyckie. Dla określenia pozycji Kościoła zasadnicze znaczenie miały wypowiedzi Św. Tomasza i Św. Bonawentury, zob. np. PAOLA BERNARDINI, *Eternità del mondo*, Università di Siena, 2007.

1.3. “In principio”⁹

1 Na początku Bóg stworzył niebo i ziemię. **2** Ziemia zaś była bezładem i pustkowiem: ciemność była nad powierzchnią bezmiaru wód, i wicher potężny wiał¹⁰ nad wodami.

3 Wtedy Bóg rzekł: «Niechaj się stanie światłość!» I stała się światłość. **4** Bóg widząc, że światłość jest dobra, oddzielił ją od ciemności. **5** I nazwał Bóg światłość dniem, a ciemność nazwał nocą. I tak upłynął wieczór i poranek - dzień pierwszy.

6 A potem Bóg rzekł: «Niechaj powstanie sklepienie w środku wód i niechaj ono oddzieli jedne wody od drugich!» **7** Uczyniwszy to sklepienie, Bóg oddzielił wody pod sklepieniem od wód ponad sklepieniem; a gdy tak się stało,

8 Bóg nazwał to sklepienie niebem. I tak upłynął wieczór i poranek - dzień drugi.

9 A potem Bóg rzekł: «Niechaj zbiorą się wody spod nieba w jedno miejsce i niech się ukaze powierzchnia sucha!» A gdy tak się stało, **10** Bóg nazwał tę suchą powierzchnię ziemią, a zbiorowisko wód nazwał morzem. Bóg widząc, że były dobre,

11 rzekł: «Niechaj ziemia wyda rośliny zielone: trawy dające nasiona, drzewa owocowe rodzące na ziemi według swego gatunku owoce, w których są nasiona». I stało się tak.

12 Ziemia wydała rośliny zielone: trawę dającą nasienie według swego gatunku i drzewa rodzące owoce, w których było nasienie według ich gatunków. A Bóg widział, że były dobre.

13 I tak upłynął wieczór i poranek - dzień trzeci.

14 A potem Bóg rzekł: «Niechaj powstaną ciała niebieskie, świecące na sklepieniu nieba, aby oddzielały dzień od nocy, aby wyznaczały pory roku, dni i lata; **15** aby były ciałami jaśniejącymi na sklepieniu nieba i aby świeciły nad ziemią». I stało się tak.

16 Bóg uczynił dwa duże ciała jaśniejące: większe, aby rządziło dniem, i mniejsze, aby rządziło nocą, oraz gwiazdy. **17** I umieścił je Bóg na sklepieniu nieba, aby świeciły nad ziemią; **18** aby rządziły dniem i nocą i oddzielały światłość od ciemności. A widział Bóg, że były dobre.

19 I tak upłynął wieczór i poranek - dzień czwarty.

20 Potem Bóg rzekł: «Niechaj się zaroją wody od roju istot żywych, a ptactwo niechaj lata nad ziemią, pod sklepieniem nieba!» **21** Tak stworzył Bóg wielkie potwory morskie i wszelkiego rodzaju pływające istoty żywe, którymi zaroily się wody, oraz wszelkie ptactwo skrzydlate różnego rodzaju. Bóg widząc, że były dobre,

22 pobłogosławił je tymi słowami: «Bądźcie płodne i mnożcie się, abyście zapełniały wody morskie, a ptactwo niechaj się rozmnaża na ziemi».

23 I tak upłynął wieczór i poranek - dzień piąty.

24 Potem Bóg rzekł: «Niechaj ziemia wyda istoty żywe różnego rodzaju: bydło, zwierzęta pełzające i dzikie zwierzęta według ich rodzajów!» I stało się tak.

25 Bóg uczynił różne rodzaje dzikich zwierząt, bydła i wszelkich zwierząt pełzających po ziemi. I widział Bóg, że były dobre.

26 A wreszcie rzekł Bóg: «Uczyńmy człowieka na Nasz obraz, podobnego Nam. Niech panuje nad rybami morskimi, nad ptactwem powietrznym, nad bydłem, nad ziemią i nad wszystkimi zwierzętami pełzającymi po ziemi!»

27 Stworzył więc Bóg człowieka na swój obraz, na obraz Boży go stworzył: stworzył mężczyznę i niewiastę.

⁹ Używamy włoskiego określenia “In principio”, które ma podwójne znaczenie: “na początku” albo też “w zasadzie”. Od “Na początku” zaczyna się Biblia we wszystkich językach.

¹⁰ W cytowanym tu tłumaczeniu mamy ”a Duch Boży unosił się” ale przypis w tym miejscu zezwala na inne możliwe interpretacje: wiatr, tchnienie. *Pallottinum. Biblia Tysiąclecia*. <https://biblia.deon.pl/rozdzial.php?id=1>

28 Po czym Bóg im błogosławił, mówiąc do nich: «Bądźcie płodni i rozmnażajcie się, abyście zaludnili ziemię i uczynili ją sobie poddaną; abyście panowali nad rybami morskimi, nad ptactwem powietrznym i nad wszystkimi zwierzętami pełzającymi po ziemi».

29 I rzekł Bóg: «Oto wam daję wszelką roślinę przynoszącą ziarno po całej ziemi i wszelkie drzewo, którego owoc ma w sobie nasienie: dla was będą one pokarmem.

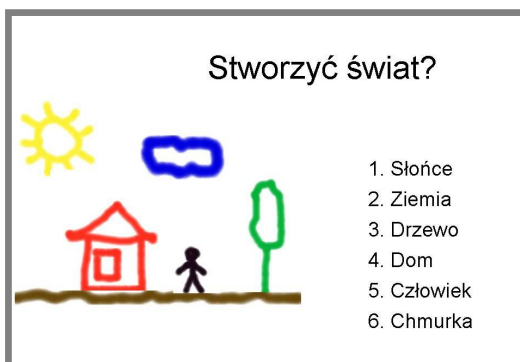
30 A dla wszelkiego zwierzęcia polnego i dla wszelkiego ptactwa w powietrzu, i dla wszystkiego, co się porusza po ziemi i ma w sobie pierwiastek życia, będzie pokarmem wszelka trawa zielona». I stało się tak.

31 A Bóg widział, że wszystko, co uczynił, było bardzo dobre. I tak upłynął wieczór i poranek - dzień szósty.

1.4. Spróbujmy skonstruować świat

Nawet uznane wydawnictwa, jak Pallottinum w Polsce, określają *Księgę Rodzaju* jako rodzaj obrazowej opowieści, niezupełnie do traktowania z całym rygorem. Sugeruje się, aby interpretować narrację biblijną w kontekście teologicznym, jako uzasadnienie niedzielnego odpoczynku, a w całości uważać ją za mocno odległą od prawdziwej historii świata i życia w nim. I rzeczywiście, „ziemia”, która zostaje stworzona przed Słońcem i wody oddzielone (nie wiadomo od czego), wydają się bezsensowne.

Jak powinna wyglądać opowieść *Księgi Rodzaju* według „potocznego” rozumowania. Innymi słowy: spróbujmy się zastanowić, jak *powinien* zostać stworzony Wszechświat. Uczynimy to w sposób interaktywny, z pomocą rysunków. Co powinniśmy narysować jako pierwsze? Oczywiście Słońce: bez Słońca nie ma życia. A później? Później ziemia, na której rośnie drzewo, później dom (a raczej jaskinia). A na końcu człowiek. Jak na rysunku poniżej¹¹.



Rysunek 1.1. Żart intelektualny: jak zaprojektować Świat? Sekwencja, którą proponują wszyscy, niezależnie od języka, wieku i wykształcenia jest zawsze ta sama: najpierw Słońce i ziemia, jak sugeruje „zdrowy rozsądek”, a nie wodór i gwiazdy, jak mówi fizyka. Źródło: Autor

Aby zrozumieć jak wyglądał początek świata według współczesnej nauki, musimy wcześniej przyswoić pewne *zasady* fizyki, chemii, kosmologii. Nie chcemy udawać „mądrali”, ale pamiętajmy, że pytania o wszechświat stanowią część kultury człowieka w szerokim znaczeniu: od filozofii (metafizyki) do teologii, od sztuk pięknych do literatury, i do astrofizyki. To samo pytanie stawiano i odpowiadano na nie w różnych sposób w całej historii naszej kultury. Na następnej stronie przedstawiamy dwa obrazy Pana Boga stwórcy: jeden z nich, mniej znany, z normańskiej Katedry w Monreale na Sycylii, i drugi - dobrze zdomowiony w naszej świadomości, renesansowy, z Kapeli Sykstyńskiej.

¹¹ Ta sekwencja była eksperymentowana przez autora na licznych wykładach interaktywnych, w kraju i zagranicą, dla dzieci, studentów, dorosłych: zawsze jest ona taka sama. Tak mówi „zdrowy rozsądek”. Aha! Zapomnieliśmy o chmurce, czyli o wodzie.



Rysunek 1.2. Dwa obrazy stworzenia świata: z mozaiki a Katedrze w Montreale na Sycylii, Pan Bóg młody i uśmiechnięty, trzymając w ręce rysunek techniczny kształtuje Słońce i planety. Ta mniejsza, niebieska, przypomina Wenus na współczesnych zdjęciach z NASA, ta czerwona – na orbicie dalszej –

Mars. Drugi obraz, Michała Archaniola Buonarottiego, dobrze znamy: to Pan Bóg jak Zeus, rzucający piorunami.

ŹRÓDŁO: Duomo Monreale, Foto © Ulrtreya, Milano; Cappella Sistina, Foto © Musei Vaticani, con gentile concessione.

1.5. Wszechświat wieczny?

Pierwsze pytanie, na które musimy odpowiedzieć, to jest, co mówi nauka na temat początku i wieku Wszechświata. Problem jest tak stary jak myśl człowieka. Nasi przodkowie patrzyli w niebo, z podziwem dla niezmienności cykli gwiazd, noc po nocy, a po roku takie samo powtarzanie się pór roku. Tak piramidy Egipcjan jak inne konstrukcje megalityczne w rodzaju Stonehenge w Anglii i Mnajdra na Malcie, opierały się na cyklach słonecznych¹².

Dziś wiemy, że Wszechświat się rozszerza: ekstrapolując to rozszerzanie się w przeszłość, dochodzimy do wieku 13,78 miliarda lat. Ale nauka pokonała długą drogę przed zdobyciem tej pewności. Już dwaj najwięksi z greckich filozofów, Platon i Arystoteles dyskutowali na temat początku wszechświata¹³. Platon wnioskował o istnieniu „twórcy wszechświata”.

Więc mówmy, z jakiego powodu organizator zorganizował wszystko, co powstaje, i ten wszechświat. Dobry był. A dobry nie ma w sobie żadnej zazdrości o nic. I on był od niej wolny, więc chciał, żeby się wszystko stawało jak najbardziej podobne do niego. Kto by się najbardziej skłaniał przyjąć taki początek powstawania i wszechświata, zgodnie z przeważającym zdaniem ludzi rozumnych, czyniłby założenie najsluszniesze.

Bóg chciał, żeby wszystko było dobre, a lichego żeby nie było nic, ile możliwości, więc wziął wszechświat cały widzialny, który nie miał spokoju, tylko się poruszał byle jak i bez porządku, wyprowadził go z chaosu i doprowadził do ładu, uważając, że to ze wszech miar lepsze niż tamto. Nie było racji i nie ma, żeby ktoś najlepszy robił coś innego, jak tylko to, co najpiękniejsze. Obrachował więc sobie i znalazł, że spośród rzeczy z natury swej widzialnych żadne dzieło nierozumne nie będzie nigdy jako całość piękniejsza od dzieła rozumnego jako całości, a nie może mieć rozumu nic, co nie ma duszy. Zważywszy to sobie, złożył rozum w duszy, a duszę w ciele i w ten sposób wszystko zmajsztrował, aby wszechświat (*κόσμον*) był jak najpiękniejszy w swej naturze.¹⁴

¹² Megalityczne bloki w Stonehenge w Anglii są umieszczone w taki sposób, że w dniu letniego przesilenia (22 czerwca) Słońce wschodzi między dwoma blokami stanowiącymi „celownik”. W piramidzie Cheopsa kanał prowadzący z komory grobowej faraona w górę, celował w gwiazdę polarną. Z powodu precesji osi Ziemi nie jest to już, po 5 tysiącach lat, ta sama gwiazda.

¹³ Uważny czytelnik zauważy, że czasem piszemy Wszechświat z dużej litery, czasem z małej. Język włoski różnicuje *l'Universo*, czyli *ten* Wszechświat od *un'universo*, czyli jakiś wszechświat. Jak Galaktyka jest naszą, własną Drogą Mleczną a galaktyki, z małej litery „g” jest 10 miliardów albo i więcej, tak Wszechświat jest jeden, jedyny, mimo że wszechświatów w pomysłach fizyków i filozofów może być dużo i różnych.

¹⁴ PLATON, *Timajos*, 29d-30c, Tower Press, Gdańsk, 2000, str. 187.
<http://www.pistis.pl/biblioteka/Platon%20-%20Dialogi.pdf>

Arystoteles, klasyfikowany zazwyczaj jako filozof „materialista”, w przeciwieństwie do Platona „idealisty”, utrzymywał, że wszechświata i czas są wieczne. Ten wniosek wyciągał z obserwacji pozornie wiecznych ruchów Słońca i planet.¹⁵ Ten sam Arystoteles obserwował jednak, że w „ziemskiej” fizyce ruch nie jest wieczny: ciało przekazuje „ruch” innemu, strzała leci, gdyż jest popychana przez powietrze, które się za nią zamyka. W konkluzji stwierdzał, że musiała istnieć *pierwsza przyczyna* ruchu. W *Metafizyce* Arystoteles pisał wręcz o Pierwszym bycie, czyli pierwszym motorem.

Pierwsza zasada albo byt pierwotny nie porusza się ani sama przez się, ani akcydentalnie, ale powoduje pierwotny, wieczny i jeden ruch. Ale skoro to, co się porusza, musi być poruszane przez coś, a pierwszy poruszenie musi być ze swej natury nieruchomy, zaś wieczny ruch musi być powodowany przez coś wiecznego, a ruch prosty przez coś prostego; i ponieważ widzimy, że oprócz prostego ruchu przestrzennego świata, który, jak twierdzimy, powoduje pierwsza i nieruchoma substancja, istnieją inne ruchy przestrzenne, mianowicie ruchy planet, które są wieczne (bo ciała, które się porusza ruchem kołowym jest wieczne i niezdolne do spoczynku, co wykazane zostało w naszych traktatach fizycznych, każdy z tych ruchów musi być również wywołany przez substancję nieruchomą ze swej istoty i wieczną.¹⁶

Również w *Fizyce* (VIII, 259a) Arystoteles podejmował dyskusję na temat przyczyny pierwszej ruchu, która musiała być jedna i wieczna. Mimo, że Filozof nie przyjmował początku czasu (i wszechświata), jego rozumowania w kwestii ruchu i kwestiach bytów w ogólności, prowadziły go do wniosków bardzo *teologicznych*¹⁷: musi istnieć byt Pierwszy, najważniejszy, najwyższy i wieczny. Pisał w *Metafizyce*:

Pierwszy Poruszyiciel jest więc bytem koniecznym; o ile jest bytem koniecznym, jego sposobem istnienia jest Dobro, i w tym sensie jest pierwszą Zasadą [wł. Principio¹⁸]. (...) Od takiej to Zasady zależne jest niebo i cała natura. Życie Jej jest najwyższą doskonałością, jaką my się cieszymy przez krótki tylko okres naszego życia. Jej bowiem życia jest wieczne, ponieważ Jej przyjemnością jest sam akt¹⁹. (...)

Jeżeli więc Bóg znajduje się zawsze w tym stanie szczęśliwości, w jakim my się znajdujemy tylko czasem, jest to godne podziwu, a jeżeli w większym, to jest to jeszcze bardziej godne podziwu. Bóg znajduje się w tym stanie szczęśliwości. Życie również przysługuje Bogu, bo życie jest aktem rozumu, a Bóg jest samym aktem; ten samoistny akt jest życiem najlepszym i wiecznym. Można więc powiedzieć, że Bóg jest żywym bytem, wiecznym i najlepszym; przysługuje mu też wieczne trwanie; bo to właśnie jest Bóg.²⁰

¹⁵ Arystoteles, rozważał (oczywiście) model taki, jaki wynika z obserwacji bezpośrednich na Ziemi, czyli model geo-centryczny. Ale był świadomy komplikacji w ruchu planet, jakich ten model wymagał. Pisał o 55 poruszających się sferach [tłumaczenie w toku] «Tuttavia è necessario, se tutte le sfere insieme devono rendere conto di ciò che a noi appare, che per ciascuno dei pianeti ci siano altrettante sfere meno una, le quali ruotino a ritroso e riportino sempre nella medesima posizione la prima sfera dell'astro che di volta in volta è situato immediatamente al di sotto. Solo in questo modo, infatti, è possibile che tutte insieme producano il movimento degli astri. Poiché, dunque, le sfere in cui gli astri si muovono sono otto per i primi due, e venticinque per gli altri, e, di queste, non devono essere fatte tornare a ritroso solo quelle in cui si muove il pianeta che è collocato all'ultimo posto, quelle che dovranno produrre il movimento a ritroso per i primi due pianeti saranno sei, e per i quattro pianeti seguenti, sedici; il numero complessivo delle sfere, di quelle che muovono in senso normale e di quelle che girano a ritroso, sarà di cinquantacinque». 1074 a1-12, Milano 2000, pp. 571-573,

<https://wh.agh.edu.pl/wp-content/uploads/2017/11/Fil-Arystoteles-Metafizyka.pdf>

¹⁶ Ivi, 1073 a27-34, str. 221.

¹⁷ Argumenty na temat przyczyny pierwszej ruchu i na temat istnienia bytu niezbędnego zostały podjęte ponad tysiąc lat później przez Św. Tomasza w jego pięciu drogach (*via*) dla „udowodnienia” istnienia Boga.

¹⁸ Przypominamy podwójne znaczenie słowa „principio” w języku włoskim: zasada albo początek.

¹⁹ Zwracamy uwagę na szerokie znaczenie słowa „akt” w filozofii Arystotelesa: byt, stawanie się, urzeczywistnianie. Zob. Władysław Tatarkiewicz, *Historia filozofii* dla pełniejszej wykładni poglądów Arystotelesa.

²⁰ ARYSTOTELES, *Metafizyka*, 1072 b14-30, tłum. Kazimierz Leśniak, str. 219-220.

Ale Arystoteles zdawał sobie sprawę, że upływ czasu powoduje powolne niszczenie się rzeczy. „Nie ulega wątpliwości, że jak już wyżej stwierdziliśmy, czas jest raczej przyczyną rozkładu niż powstawania (wszak zmiana oddala rzeczy od ich dawnego stanu), a jeśli jest przyczyną powstania czy istnienia, to tylko przypadkowo”.²¹ Arystoteles, odmiennie od wszystkich innych myślicieli aż do połowy XX wieku (!), był przekonany o „życiu wewnętrznym” gwiazd. Pisał o niezmierzonej ich ilości; dziś wiemy, że tylko w naszej Galaktyce, widocznej na nocnym niebie świecą setki miliardów gwiazd.

Można by słusznie wysunąć jeszcze jedną trudność następującą: dlaczego właściwie Pierwszy ruch obejmuje tak olbrzymią ilość gwiazd, że jego cały orszak wydaje się niemożliwy do zliczenia, podczas gdy każdy z <innych> ruchów ma tylko jedną gwiazdę [a właściwie gwiazdę „błądzącą”, czyli planetę]. Nie widzimy tu nigdy dwóch lub więcej gwiazd włączonych do tego samego ruchu.

Gdy chodzi o te problemy, warto starać się poszerzyć wiadomości o nich. Wprawdzie mamy mało danych, od których moglibyśmy rozpocząć badania. Ponadto jesteśmy bardzo oddaleni od zjawisk, o których mowa²². Jeśli jednak oprzemy nasze badania na tym, co wiemy, obecna trudność nie będzie wyglądać na nierozwiązywalną. My bowiem pojmujemy gwiazdy jako ciała proste i jednostki rozłożone wprawdzie w pewnym porządku, lecz zupełnie nie żyjące, podczas gdy trzeba wiedzieć, że one rozwijają działalność i cieszą się życiem. W ten sposób fakty przestaną nam wyglądać na niedostępne dla naszego rozumu.²³

Uważanie starożytnych filozofów za „przeżytek” może okazać się bardzo ryzykowne. Brakowało im stuleci doświadczeń naukowych ale z pewnością nie umiejętności rozumowania...

Pytanie o wieczność świata i jego rozkład („korozję”) wraz z upływem czasu zostało podjęte przez Immanuela Kanta (1746-1805). Uprzytomnił on sobie, że ewentualność wiecznego świata, tzn. bardzo, bardzo starego oznaczałaby, że jest on nieruchomy. Dyskutując antynomie czystego rozumu tak uzasadnia tezę, że „Świat posiada początek w czasie, a przestrzennie jest również ograniczony”²⁴:

Jeżeli bowiem przyjmujemy, że świat nie posiada początku w czasie, to aż do każdej danej chwili upłynęła wieczność, a tym samym upłynął nieskończony szereg następujących po sobie stanów rzeczy w świecie. Lecz oto nieskończoność szeregu polega właśnie na tym, że nie może on być nigdy do końca doprowadzony za pomocą syntezy kolejno przeprowadzanej. Nie jest więc możliwy nieskończony miniony szereg światowy, początek świata stanowi przeto konieczny warunek jego istnienia.

Filozofia nie rozstrzygnęła pytania o wieczność świata. Ale dwa wieki przed Kantem narodziła się inna nauka – fizyka. Fizyka została tak nazwana już przez Arystotelesa, ale dopiero z Kopernikiem (1473-1543), Galileuszem (1567-1642) i Newtonem (1643-1726) stała się nowoczesną nauką. Jak napisał Eric Rogers²⁵, „Fizyka zesza z Nieba na Ziemię po równi pochyłej Galileusza”.

Fizycy twierdzą, że ich dziedzina jest przykładem paradygmatu nauki, która w równej mierze opiera się na doświadczeniu jak na teorii. Warto więc zacząć od fizyki, od astrofizyki, od kosmologii naszą podróż przez współczesną naukę, przez jej odkrycia i sukcesy a także wątpliwości, które pojawiają się wraz z kolejnymi, szczegółowymi odpowiedziami, niestety – zawsze tylko fragmentarycznymi.

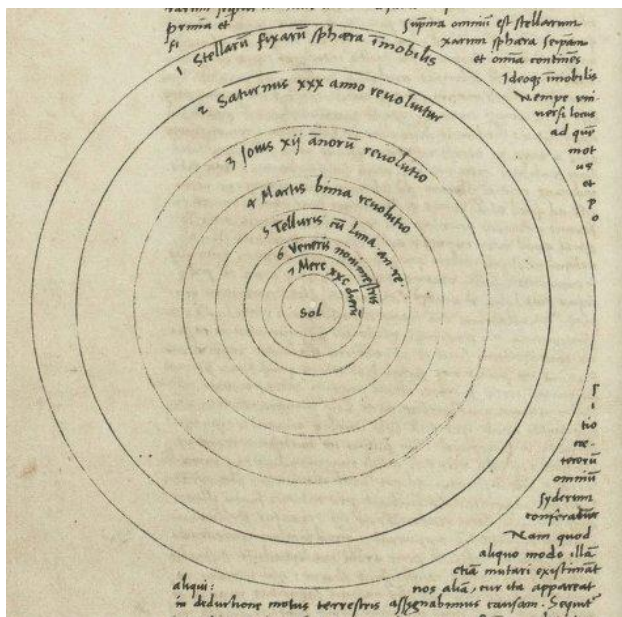
²¹ ARYSTOTELES, *Fizyka*, IV 222b, tłum. Kazimierz Leśniak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010, s. 182.

²² Arystoteles świadom jest ułomności sądów w temacie astronomii: jak opisujemy w rozdziale III, metody współczesnej fizyki i astronomii pozwalają na znacznie dokładniejszy opis cykli życia gwiazd.

²³ ARYSTOTELES, *O niebie*, 292a, tłum. Paweł Siwek, PWN, Warszawa, 1980, str. 83.

²⁴ I. KANT, *Ktryka czystego rozumu*. Tom 2. *Dialektyka transcendenatalna*. tłum. Roman Ingarden, Wydawnictwo Naukowe PAN, Warszawa, 2010, str. 125-6.

²⁵ E.M. Rogers, *Fizyka dla dociekliwych*, 2. *Astronomia*, PWN, Warszawa, 1972, str. 182.



Rysunek 1.3. Mikołaj Kopernik wyłożył zasadnicze punkty swojego modelu już na pierwszych stronach traktatu *De revolutionibus orbium coelestium* (1543). W Księdze I, cap. X, o porządku sfer niebieskich pojawia się ten rysunek: autor opisuje System Słoneczny w sposób elegancki i zgodny z naszą współczesną wiedzą. Kopernik kończy ten rozdział słowami „Z pewnością, jest to największe i najwspanialsze dzieło Pana Boga” (*Tanta nimirum est divina hæc Optima Maxima fabrica.*)

Rozdział II

Fizyka i kosmologia

2.1. „Zasady” fizyki

Fizycy posługują się w językiem *zasad*. *Zasady* leżą u podstaw naszych poglądów naukowych, czyli zbioru faktów potwierdzonych doświadczalnie, udowodnionych i powiązanych ze sobą teoriami i które rządzą wszechświatem (a przynajmniej tak nam się wydaje).

W mechanice, nauce o ruchu i siłach, wyróżnia się trzy zasady *zachowania*: 1) pędu (tj. prędkości), 2) energii (która może przemienić się w ciepło lub swoje inne formy) oraz 3) zachowania momentu pędu (która określa “odwieczny ruch planet”, jak to pisał św. Tomasz z Akwinu w „Sumie Teologicznej”).

W elektromagnetyzmie, czyli nauce o elektryczności i magnetyzmie, *wierzymy* w zasadę zachowania ładunku elektrycznego (to jest sumy ładunków ujemnych i dodatnich w całym wszechświecie) oraz w to, że nie istnieją ładunki magnetyczne (tak zwane monopole²⁶ magnetyczne): pola magnetyczne są wytwarzane przez przepływ prądu, czyli przez *ruch* ładunków elektrycznych.

W nauce o ciepłe, czyli termodynamice, zasada równoważności ciepła i pracy głosi, że zawsze można zamienić pracę na ciepło (w przeciwną stronę już niekoniecznie), i że ciepło jest formą energii *wewnętrznej* ciała. Według innej zasady termodynamiki nie można przekazać ciepła z ciała chłodniejszego do ciała cieplejszego *bez* pracy: lodówka wymaga silnika (lub innego sposobu na dostarczenie pracy). Poza tym zawsze można mieszać pół szklanki gorącej wody z połową szklanki ciepłej wody, tak by otrzymać szklankę wody letniej, ale ich rozdzielenie jest już niemożliwe.

W chemii od wieków obowiązywała (i w mniejszym lub większym stopniu obowiązuje do dziś) zasada zachowania masy: łączna masa substancji wchodzących w reakcję jest równa masie jej produktów. Teoria względności Einsteina spowodowała niewielkie, na pierwszy rzut oka, zmiany w tej zasadzie. O tym nieco dalej.

Zasady wzajemnie się uzupełniają. Nawet jeśli zasada zachowania energii mówi, że całkowita ilość energii pozostaje zawsze taka sama²⁷, druga zasada *termodynamiki* potwierdza, że wszechświat dąży do „śmierci cieplnej”: nie będzie już *siły napędowej* zdolnej do poruszania rzeczy. To właśnie ta zasada, opisująca działanie silników cieplnych (takich jak silnik o spalaniu wewnętrznym, czyli silnik spalinowy) mówi, że zamiana ciepła w energię mechaniczną wymaga zawsze źródła ciepła (o wyższej temperaturze) oraz chłodnicy o niższej temperaturze, absorbującej tę część ciepła, która nie została zamieniona na pracę. Ilość zużytego ciepła zależy od różnicy temperatur pomiędzy źródłem ciepła a chłodnicą. Ciepło, które przepływa od źródła ciepła do chłodnicy doprowadza do wyrównania się ich temperatur. A zatem, w odległej przyszłości, zamiana ciepła w energię mechaniczną doprowadzi do *śmierci cieplnej* wszechświata: cały świat będzie miał tę samą temperaturę, to oznacza brak przepływów ciepła, a w konsekwencji brak „sił napędowych”. Warto zauważyć, że tego rodzaju „siły napędowe” na Ziemi, jak prądy oceaniczne i wiatry atmosferyczne, są kształtowane przez różnice temperatur.

²⁶ Monopole magnetyczne nie istnieją, tak wynika z praw Maxwella: każdy magnes ma dwa bieguny - “północny” i “południowy”. Naukowcy opracowali wiele hipotez na ten temat, dlaczego monopole nie istnieją i/lub gdzie ich szukać i/lub dlaczego zniknęły wraz z początkiem wszechświata, ale żadna z tych hipotez nie jest teorią, która zostałaby dowiedziona z dostatecznie dużą pewnością.

²⁷ Wraz z teorią względności Einsteina oraz słynnym równaniem równoważności energii E i masy m , $E = mc^2$ (gdzie c jest prędkością światła), zasada zachowania energii została uzupełniona o zasadę zachowania *całkowitej* energii i masy.

2.2. Zasady zachowania

Warto byłoby zatem powtórzyć pokrótce podstawowe „zasady” fizyki. Te zasady, które, gdzieś pomiędzy Galileuszem a Einsteinem (1879-1956), pozwoliły na usunięcie (wyrugowanie) z *filozofii* prostych zjawisk, takich jak ruch, ciepło, światło i tym podobne. Ale interakcja fizyka \leftrightarrow filozofia jest obopólnie korzystna: to te zasady pozwoliły rozstrzygnąć wiele sprzeczności, uwalniając od miana „spekulacji” filozofię naturalną, jak przyjęło się nazywać fizykę.

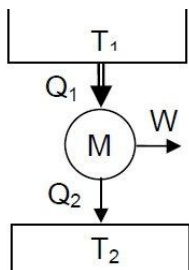
2.2.1. „Zasady” fizyki

Fizyka przyjmuje niektóre stwierdzenia (oparte przede wszystkim na eksperymentach) jak *zasady*. Pierwszą, sformułowaną jeszcze w Średniowieczu, była zasada zachowania pędu (ruchu), zwana również zasadą bezwładności (inercji). Ciała, które raz nabiorą prędkości, zachowują ją: Ziemia krąży dookoła Słońca od czterech i pół miliarda lat i w tym ruchu nie zwalnia. (Jeśli ciała zatrzymują się „same”, to działają na nie jakieś siły, np. tarcia o podłoże lub siły oporu powietrza). Inercja, czyli zasada zachowania pędu tłumaczy zarówno ruch wagonu pchniętego po torze jak i wieczny ruch planet.

Drugą zasadą mechaniki jest zasada zachowania *energii*, której podstawy zostały opracowane przez Galileusza: jeśli ciało zostanie wyrzucone w górę, to straci prędkość (tzn. swoją energię kinetyczną), ale nabiera wysokości (czyli zyskuje energię potencjalną). Kiedy ciało spada, jego energia potencjalna maleje, za to energia kinetyczna wzrasta. Wahadło, kiedy osiągnie maksymalną wysokość jest nieruchome, podczas gdy w najniższym punkcie porusza się najszybciej. Suma energii kinetycznej i energii potencjalnej jest stała (o ile nie działa siła tarcia).

W XIX wieku, po tym jak skonstruowano silniki cieplne (takie jak maszyna parowa), zasada zachowania energii została poszerzona o zjawiska cieplne: ciepło również jest pewną formą energii i może zostać zamienione na energię mechaniczną. To właśnie jest pierwsza zasada *termodynamiki*.

Ale jednak, według drugiej zasady termodynamiki ta przemiana nie może osiągnąć 100% skuteczności: pewna część ciepła zawsze musi zostać przekazana do chłodnicy. W ten sposób silnik się ochładza, a chłodnica się nagrzewa: różnice temperatur maleją i tak oto, w dłuższej perspektywie, cały wszechświat osiągnie tę samą temperaturę. Wówczas konstruowanie silników termodynamicznych będzie niemożliwe: wszechświat będzie zmierzał do *śmierci cieplnej*.



Rysunek 2.1. Zasada funkcjonowania silnika termodynamicznego „M” (turbina parowa, silnik spalinowy lub tajfun w atmosferze): ciepło Q_1 płynie od cieplejszego źródła (o temperaturze T_1) w kierunku silnika, który pozyskuje pracę mechaniczną (W). Część ciepła (Q_2) musi przepłynąć do zbiornika o niższej temperaturze (T_2). Maksymalna możliwa sprawność silnika wynosi $\eta = (T_1 - T_2)/T_1$, gdzie temperatury wyrażone są w skali Kelvina. (rys. GK)

Kant stworzył swoją filozofię, zanim sformułowano prawa termodynamiki (Carnot, 1834), powtarzając sposób rozumowania Arystotelesa: czas, sam w sobie, prowadzi do bezładu, czyli pewnego rodzaju śmierci. Fizycy wprowadzili konkretny termin w celu zmierzenia stopnia tego nieuporządkowania: ten termin to „entropia”. Początkowo entropia była definiowana jako stosunek pomiędzy wymienionym ciepłem a temperaturą, w jakiej zachodzi ta

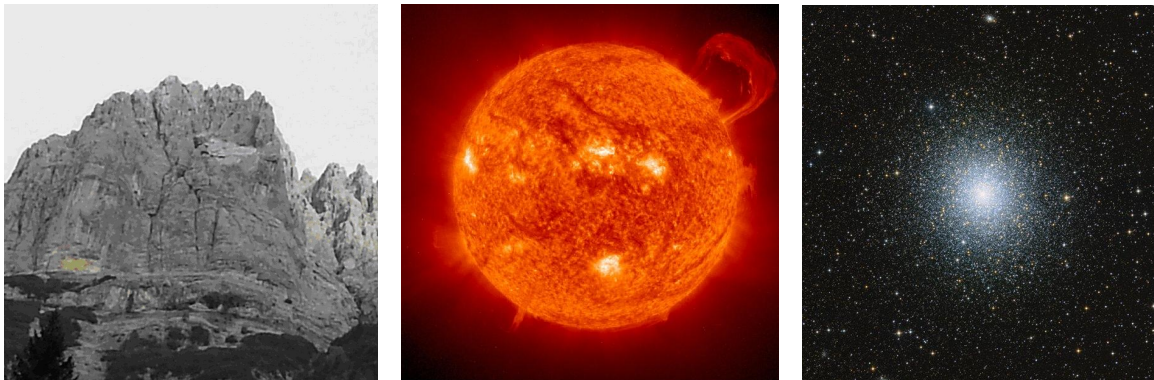
wymiana. Ze schematu przedstawionego na rysunku 2.1. można wywnioskować, że dla uzyskania wysokiej sprawności silnika termodynamicznego należy użyć bardzo gorących źródeł, tak aby entropia była niska.

Wraz z narodzinami informatyki, entropię zaczęto utożsamiać z nieuporządkowaniem: im większe nieuporządkowanie, tym wyższa jest entropia. Jeśli zmieszać dwa gazy o dwóch różnych temperaturach, ich całkowita energia nie ulegnie zmianie, ale wzrośnie entropia: oddzielenie ciepłych molekuł od zimnych nie będzie już możliwe. Jak pisał Arystoteles, czas przez swoją naturę jest destrukcyjny, ponieważ zasada się na pewnej ilości zmian - usuwaniu tego co istniało (*Fisica*, 221b).

Podsumowując, zanim jeszcze nastał wiek XX, istniały już silne przesłanki jakoby wszechświat miał swój początek, nawet jeśli obliczenia fizyków dotyczące jego wieku były bardzo niedokładne. Lord Kelvin (1824-1907), jeden z twórców termodynamiki, szacował wiek wszechświata na około 50 milionów lat, znacznie mniej niż miliard lat, jak to wskazywały obliczenia współczesnych mu geologów oparte na stratyfikacji skał wapiennych widocznych na brzegach mórz.

Kelvin opierał swoje obliczenia na rozmiarach Słońca i próbował ustalić, ile milionów lat taka kula ognia potrzebowałaby do ostygnięcia. Nie mógł wyobrazić sobie wewnętrznego źródła ciepła: wodoru, który zamieniając się w hel, traci część masy m i produkuje energię E , zgodnie z relacją równoważności $E=mc^2$, gdzie c jest prędkością światła, 299 792 km/s.

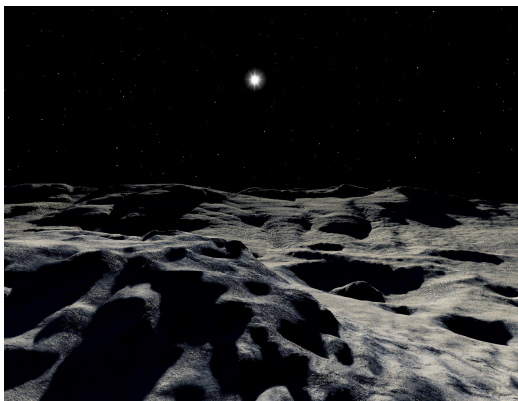
Zasady termodynamiki również musiały ulec zmianom z powodu zasady równoważności Einsteina: Słońce pobiera olbrzymie ilości energii przetwarzając jądra wodoru w hel. Ta ilość jest tak duża, że wystarcza na ogrzanie całego Systemu Słonecznego od 4,5 miliarda lat i wystarczy jej jeszcze co najmniej na najbliższe 10 miliardów lat.



Rysunek 2.2. (a) Liczba warstw, które odkładały się z każdym rokiem na dnie morza, i które podnosiły się, aż uformowały Dolomity, dowodzi, że wiek tych gór to setki milionów lat. (b) Jeszcze na przełomie XIX i XX wieku fizycy byli przekonani, że Słońce nie istnieje dłużej niż 50 milionów lat. Dziś dzięki zdjęciom rentgenowskim, w ultrafiolecie itd., poznaliśmy gwałtowne procesy syntezy (fuzji) termojądrowej, które zachodzą wewnątrz Słońca, i które wytwarzają olbrzymie ilości energii. (c) Gromady kuliste to najstarsze gwiazdy we Wszechświecie. Gromada Tukana zawiera gwiazdy neutrowe liczące 13 miliardów lat. Źródło: Maria Karwasz; NASA; Dominik Woś.

Jednak powoli, wraz upływem czasu, paliwo gwiazd, czyli wodór mógłby się we wszechświecie wyczerpać, nie wcześniej jednak niż za 10^{13} lat (to jest 10 bilionów, czyli tysiąc razy więcej niż liczy sobie wszechświat obecnie). Jeszcze o tysiąc razy więcej, czyli za 10^{16} lat, Ziemia (wówczas całkowicie już zimna) mogłaby wędrować samotnie we Wszechświecie. Według obliczeń szwajcarskiego astrofizyka Arnolda Benza²⁸, materia będzie istnieć jeszcze przez najbliższe 10^{35} (miliard miliarda miliardów) lat, o ile nie dłużej...

²⁸ ARNOLD BENZ, *Przyszłość wszechświata. Przypadek, chaos, Bóg?* Patmos Verlag, Düsseldorf, 1997, Wyd. Św. Wojciech, Poznań, 2009.



Rysunek 2.3. Ziemia będzie mogła nas gościć jeszcze przez jakieś kilka miliardów lat (o ile nie wydarzy się nic nieprzewidywalnego). Później zacznie brakować wodoru, który jest głównym źródłem energii słonecznej: to spowoduje rozszerzanie się Słońca, rozgrzanie Ziemi i wyparowanie oceanów. W tym czasie nasza Galaktyka może zderzyć się z inną, na przykład z Galaktyką Andromedy. Ale miliard lat to dużo czasu...
Ilustracja: copyright © Ron Miller (with thanks).

2.3. Dwa paradoksy nieba

Kolejna kwestia o fundamentalnym znaczeniu dotyczy istnienia granic Wszechświata. Już Kopernik (w 1543 roku) pisał, że Ziemia, pomimo że wielka, jest niczym w porównaniu z ogromem Wszechświata, którego granic nie znamy, i których być może nawet nie możemy poznać²⁹. Od czasów teorii heliocentrycznej astronomowie porzucili pojęcie sfer niebieskich³⁰, z których najdalsza zawierałaby gwiazdy stałe. Wszechświat stał się potencjalnie nieskończony.

W 1888 roku w książce wydanej w Paryżu pojawił się drzeworyt, imitujący te średniowieczne, w których autor pokpiwał z wyobrażeń o zamkniętym wszechświecie (rys. 2.4). Paradoksalnie, kilka lat później, to Albert Einstein udowodnił, że z powodu ograniczonej prędkości światła, granice wszechświata (ale tylko tego, który możemy poznać) są wyznaczone przez promień o długości 13,8 lat świetlnych (około $1,3 \times 10^{23}$ km). Nasza wiedza i nasze poznanie instrumentalne nie może więc wykraczać poza tę sferę.

Rysunek 2.4. Na tej ilustracji, która ukazała się w 1888 roku w Paryżu, w książce Flammariona, autor chciał wyśmiać filozofię średniowieczną, w której „narzucano” wszechświatowi granice. W tym samym czasie (1887) w Cleveland eksperyment Abrahama Michelsona, Amerykanina urodzonego w Strzelnie, pokazał, że nie możemy wyznaczyć granic wszechświata.
ŹRÓDŁO: Wikipedia



²⁹ “Nihil enim aliud habet illa demonstratio, quam indefinitam coeli ad terram magnitudinem. At quousque se extendat haec immensitas, minim e constat.” *De revolutionibus orbium coelestium*, Księga I, rozdz. VI, “Cur ergo hacsitamus adhuc, mobilitatem illi formae suae a natura congruentem concedere magis quam quod totus labatur mundus, cujus finis ignoratur, sciri que nequit, [...]” rozdz. VIII, Wikisource s. 122.

³⁰ Przypuszcza się, że tytuł „O obrotach sfer niebieskich” dodał norymberski wydawca, nieco przestraszony rewolucyjnym wydźwiękiem tez zawartych w książce. Kopernik badał ciała niebieskie na ich orbitach, a nie „sfery”.

Izaak Newton odkrył prawo powszechnego ciążenia, zgodnie z którym wszystkie masy wzajemnie się przyciągają. To ta siła nie pozwala, żeby planety oddaliły się od Słońca i zmusza je do ruchu po orbitach wokół niego³¹. Ale pojawia się tu pewna trudność, jeśli wziąć pod uwagę, że siła grawitacji ma nieskończony zasięg (nawet jeśli słabnie z kwadratem odległości): w dostatecznie starym wszechświecie wszystkie gwiazdy, wzajemnie na siebie oddziałując, powinny się do siebie zbliżyć: wszechświat zapadłby się w sobie.

Druga trudność dotyczy gwieździstego nieba, które w nocy jest czarne. W nieskończonym wszechświecie powinno być nieskończenie wiele gwiazd. Co więcej, w najodleglejszych od Ziemi zakątkach wszechświata liczba gwiazd stale rośnie³². Nawet jeśli ich pozorna jasność maleje wraz z odległością (w podobny sposób jak siła grawitacji), nieskończona liczba gwiazd powinna nieskończenie jasno rozświetlać niebo, zarówno za dnia, jak i w nocy.

Uprzedzając odkrycia współczesnej kosmologii, obie trudności znikają, jeśli przyjąć że wszechświat się rozszerza. W ten sposób gwiazdy „uciekają” przed grawitacyjną zapaścią wszechświata. Światło od uciekających gwiazd dociera do nas z opóźnieniem, przez co niebo nocą pozostaje czarne. Na podtrzymanie tezy o rozszerzającym się wszechświecie brakowało jednak argumentów popartych dowodami, aż do lat dwudziestych XX wieku. Kilka lat wcześniej opracowano technikę mierzenia odległości galaktyk, a w 1915 roku Einstein sformułował teorię równoważności grawitacji i ruchu przyspieszonego, zwaną ogólną teorią względności. Konsekwencje filozoficzne jakie wynikły z tej teorii są daleko bardziej idące od konsekwencji rewolucji kopernikańskiej.

2.4. Einstein i teoria względności

W 1905 Albert Einstein, tuż po ukończeniu Politechniki Zuryskiej (gdzie odmówiono mu stanowiska naukowego), rozpoczął pracę w urzędzie patentowym w Bernie. Rok wcześniej ożenił się ze swoją ukochaną Milevą Marič i urodził im się syn. Rok 1905 był prawdziwym *annus mirabilis* nie tylko dla Einsteina, ale dla fizyki w ogóle. W artykule, w którym rozważał właściwości fal elektromagnetycznych (czyli światła), Einstein doszedł do wniosku, że nie sposób wykazać czy obserwator porusza się w przestrzeni czy jest nieruchomy: pomiar prędkości światła nie zależy od ruchu obserwatora względem przestrzeni.

Teorię tę nazwano „teorią względności”, chociaż tak naprawdę powinna nazywać się „teorią obiektywności”. Sedno tej teorii tkwi w stwierdzeniu, że prawa fizyki są takie same dla wszystkich obserwatorów, którzy poruszają się ze stałą prędkością (jeden względem drugiego). Można by powiedzieć nawet, że nie jest to nowe spostrzeżenie: trudno rozpoznać ruch absolutny. Względem czego? Względność ruchów została już matematycznie sformułowana przez Galileusza, Kopernik odwoływał się do niej tłumacząc pozorny ruch dzienny (i nocny) nieba. Co więcej, już on cytował Wergiliusza³³: marynarze, którzy odpływają statkiem widzą jakoby to port uciekał a nie okręt.

Inaczej niż się może wydawać (i niż to wynikało z obliczeń matematycznych Galileusza), pojęcie względności u Einsteina było prawdziwą rewolucją: prawa fizyki (włączając prędkość światła) są zawsze takie same, ale zmieniają się miary czasu i przestrzeni. Dzięki Einsteinowi czas i przestrzeń nie są już identyczne dla różnych obserwatorów - są względne: zależą od wzajemnej prędkości pomiędzy nimi.

Bez zagłębiania się w szczegółowe formuły matematyczne, gdy obserwujemy obiekty w ruchu (względem nas), to ich rozmiary (w kierunku ruchu) są krótsze, a odstępy w czasie co-

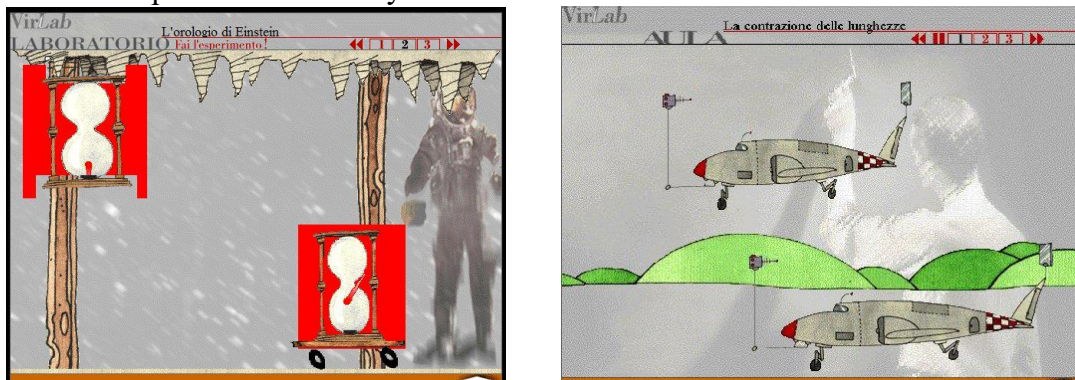
³¹ Zauważmy, że Kopernik używał tego samego argumentu w odpowiedzi na obiekcje, że Ziemia obracając się mogłaby się rozsypać na kawałki, dziś powiedzielibyśmy: pod wpływem siły odśrodkowej. (Księga I, rozdz. VI)

³² Przyjmując, że gęstość gwiazd we wszechświecie jest stała, wraz ze wzrostem odległości r liczba gwiazd rośnie tak jak powierzchnia kuli, to jest $4\pi r^2$.

³³ „Rzucamy port: ład pierzcha i znanych miast wieże”, Eneida, Księga III, 73, tłum. Tadeusz Karyłowski.

raz dłuższe. Jak na rysunku 2.5. - samolot w ruchu (o prędkości zbliżonej do prędkości światła) wydaje się krótszy. Skąd biorą się te „deformacje”?

Einstein wynioskował, w sposób czysto teoretyczny, kurczenie się współrzędnych przestrzeni i wydłużanie się współrzędnych czasowych, po to żeby „ocalić” równania fal elektromagnetycznych (a właściwie równania Maxwella). Heurystyczne wytłumaczenie tego zjawiska zostało zaprezentowane na rysunku 2.6.



Rysunek 2.5. Zasady szczególnej teorii względności: ciała w ruchu wydają się krótsze, czas na zegarach będących w ruchu zdaje się być spóźniony. ŹRÓDŁO: Ugo Amaldi, „Einstein e la relatività”, CD-Rom, Zanichelli, Padova 1999.

Pomiar przestrzeni to, w uproszczeniu, „rzut okiem”³⁴, przesłanie promienia światła w stronę zbliżającej się lokomotywy pociągu i jednocześnie kolejnego promienia w stronę ostatniego wagonu. Ale promieniowi wysłanemu na tyły potrzeba więcej czasu na dotarcie do przeciwnika, podczas gdy ten zdążył się już zbliżyć. Zmierzona odległość jest więc krótsza. Kluczem do zrozumienia tego zjawiska jest stała prędkość światła. Piłka rzucona w tylną szybę pociągu odbiłaby się ze zwiększoną prędkością. Dla promienia światła szybkość dotarcia do pociągu i powrotu jest zawsze taka sama: 300 tysięcy km/s.

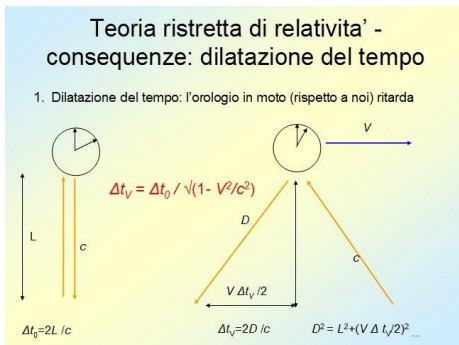
Nazwa teorii względności wywodzi się z faktu, że zjawiska są *względne*: obydwaj obserwatorzy w dwóch zbliżających się pociągach są przekonani, że to metr *tego drugiego* jest krótszy (i to zegarek *tego drugiego* się spóźnia³⁵). Czyżby więc transformacje odkryte przez Einsteina były tylko iluzją? Nie! Prawdziwa natura transformacji czasu i odległości wynikających z teorii względności została potwierdzona w eksperymentach. Jeden z najważniejszych, dotyczący czasu życia mionu, cząstki subatomowej, został przeprowadzony przez włoskiego naukowca Bruna Rossiego³⁶.

Miony wyprodukowane w laboratorium (w wielkich akceleratorach cząstek, takich jak w CERN w Genewie) żyją niespełna 2,2 mikrosekundy. Wiele mionów powstaje w wyniku promieniowania kosmicznego (to jest z bardzo szybkich protonów pochodzących ze Słońca) w wysokich warstwach atmosfery. Jeśli przyjąć, że miony wyprodukowane na wysokości 10 km poruszają się z prędkością światła, to wówczas potrzebowałyby 30 mikrosekund żeby dotrzeć na powierzchnię Ziemi: posługując się „normalną” arytmetyką, nie można by ich wykryć na wysokości poziomu morza, tu potrzeba arytmetyki Einsteina. Z prędkością $0,98c$ czas życia mionu wydłuża się pięćdziesięciokrotnie: mion dociera do ziemi.

³⁴ Włoskiemu czytelnikowi tłumaczyliśmy wyrażenie idiomatyczne „rzut okiem”: szybkie, krótkie spojrzenie. Wyrażenie o podobnym znaczeniu występuje w języku angielskim „to drop an eye”.

³⁵ Przy okazji ostatniego stwierdzenia nasuwa się pytanie, kto się mniej zestarzał: ten, kto wyruszył w podróż kosmiczną, czy ten, kto został na Ziemi? W szczególnej teorii względności pojawia się paradoks, obydwaj wierzą, że to ten drugi zestarzeje się wolniej (obaj są w ruchu względnym). Odpowiedzi może dostarczyć jedynie ogólna teoria względności: ten, który wyruszył w kosmos doświadczył *przyspieszenia*, a zatem ich sytuacje nie są względem siebie symetryczne (to, który z nich zestarzeje się bardziej zależy od uwarunkowań biologicznych lotów w kosmos a nie od transformacji Einsteina).

³⁶ B. Rossi, D. B. Hall, *Phys. Rev.* 59, 223 (1941).



Rysunek 2.6. Dylatacja czasu w szczególnej teorii względności: odczytanie godziny na zegarze polega na przesłaniu promienia światła w stronę zegara na ścianie, znajdującego się w odległości L od obserwatora. W przypadku nieruchomego zegara światło potrzebuje czasu $2L/c$, ale w przypadku zegara w ruchu promień musi pokonać większą odległość z powodu dłuższej drogi D . W ten sposób, zanim wróci z odczytem z ruchomego zegara, nasz odmierzył już dłuższy czas: drugi zegar został w tyle. Mówiąc obrazowo, w przypadku obiektów w ruchu czas płynie wolniej.

Źródło: rysunek własny, na podstawie L. Lerner, *Physics for scientists and engineers* (1996).

Najważniejszą konsekwencją szczególnej względności Einsteina dla naszego postrzegania świata jest nieprzekraczalna bariera prędkości światła: nie ma takiej informacji, która mogłaby dotrzeć szybciej³⁷. Wszechświat mógłby rozszerzyć się o znacznie większe odległości od tych obserwowanych przez nas od 13,8 miliardów lat świetlnych, ale nie znamy żadnego sposobu na to jak się tego dowiedzieć. Jak pisał Kopernik: „wszechświat jest wielki: nie znamy jego granic i nawet nie możemy poznać”.

2.5. Swobodnie spadająca winda

Proste pytanie: czy można wyznaczyć ruch o stałej prędkości, doprowadziło do rewolucyjnych konsekwencji. Einstein zadał więc sobie kolejne podobne pytanie: czy można określić ruch o stałym przyspieszeniu? Na przykład skąd wiemy, czy winda, w której jesteśmy zamknięci, jedzie do góry czy zjeżdża na dół? Czujemy to?

Tak, czujemy to, ponieważ jeśli winda rusza do góry, wydaje nam się, że ważymy więcej, natomiast kiedy winda jedzie na dół, przez moment czujemy, że grawitacja częściowo zanika. Dokładnie! Nie ma sposobu, na to żeby odróżnić sztuczne siły, które działają gdy winda przyspiesza, od siły grawitacji: wszystkie działają w tym samym kierunku. Prawie...

Jest drobna różnica pomiędzy przyspieszającą windą a polem grawitacyjnym Ziemi. Wydaje się, że na Ziemi wszystkie obiekty spadają pionowo, podczas gdy w rzeczywistości spadają w stronę centrum Ziemi (jak to twierdził już Arystoteles), to jest w kierunku *radialnym*. Jeśli wziąć pod uwagę olbrzymie rozmiary Ziemi, równoległe trajektorie skierowane w dół (w windzie) i te radialne wydają się identyczne. Ale tak nie jest: pole grawitacyjne zakrzywia trajektorie równoległe, co widać na rysunku 2.7.

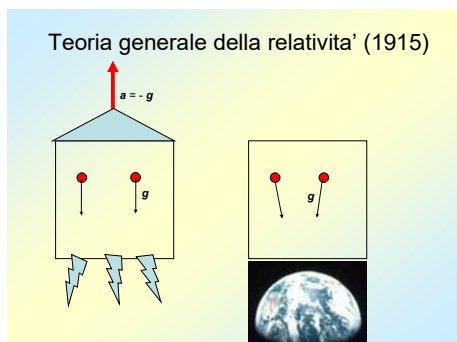
Inaczej mówiąc, między polem grawitacyjnym a *zakrzywieniem* przestrzeni (czy raczej czasoprzestrzeni) musiałby istnieć jakiś związek. Einstein przez 10 lat rozmyślał nad właściwym sformułowaniem ogólnej teorii względności, musiał specjalnie w tym celu (razem z kolegą Grossmanem) stworzyć nową gałąź matematyki. Wreszcie, między rokiem 1914 a 1917, Einstein sformułował krok po kroku (przy czym pierwsze kroki były niezupełnie poprawne) ogólną teorię względności. Teoria ta łączy geometrię przestrzeni (wcześniej uznawaną za stosunkowo prostą, intuicyjną, tak jak została sformułowana przez greckich matematyków Pitagorasa i Euklidesa) oraz grawitację.

Równanie, bardzo skomplikowane jeśli chodzi o matematyczne szczegóły, w skróconej formie zaskakuje swoim surowym pięknem i przejrzystością:

³⁷ Warto przypomnieć, że prędkość światła w ośrodkach materialnych, takich jak woda, powietrze, ale również przestrzeń międzygwiazdowa, jest mniejsza od c ; przez co nawet fala grawitacyjna (odkryta 17.09.2017) wydawała się szybsza od światła, tymczasem nie! Prędkość odebranego promieniowania gamma była *niższą* (o jedną część na 10^{20}) od c . W pewnych sytuacjach nawet fale elektromagnetyczne mają prędkość (zwaną *fazową*) większą od c , ale nie mogą nieść ze sobą informacji.

$$\mathbf{G} = (8\pi G/c^4) \mathbf{T}$$

gdzie złożony obiekt matematyczny (tensor) \mathbf{G} opisuje zakrzywienie czasoprzestrzeni spowodowane działaniem grawitacji, a tensor \mathbf{T} odpowiada energii (która jest równoważna masie). Reszta to stałe uniwersalne: prędkość światła c , stała grawitacji G oraz liczba π .

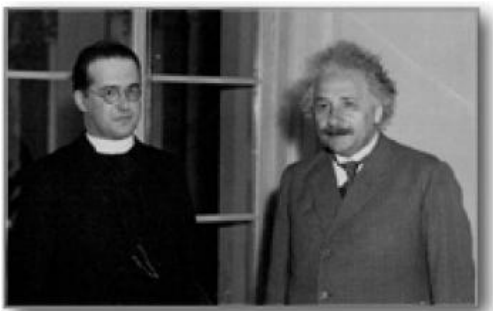


Rysunek 2.7. Streszczenie ogólnej teorii względności Einsteina: jak odróżnić rakietę, która przyspiesza, od ciała (na przykład Ziemi), które oddziałuje siłą grawitacji? W rakiecie wszystkie przedmioty spadają wzdłuż linii równoległych. Na powierzchni Ziemi natomiast te trajektorie są skierowane ku jej środkowi i nie są idealnie równoległe. To prowadzi do pojęcia „zakrzywienia” czasoprzestrzeni, w obecności mas grawitacyjnych. Jeśli wziąć pod uwagę równoważność masy i energii, równanie Einsteina przyrównuje tensor zakrzywienia przestrzeni do tensora masy-energii. ŹRÓDŁO: Rysunek własny

Wkrótce po sformułowaniu ogólnej teorii względności powrócił problem zapaści wszechświata. Pierwsze matematyczne rozwiązanie równania Einsteina uzyskane przez de Sittera (w 1927) opisywało wszechświat stacjonarny, ale przy gęstości materii równej zero: świat nieskończony, stabilny, ale idealnie pusty! Sam Einstein, dostrzegając trudność, wprowadził *ad hoc* do równania pewne wyrażenie, rodzaj sztucznego ciśnienia, tak aby zapobiec zapaści wszechświata. Ten składnik Λ nazwano „kosmologicznym”. W ten sposób równanie uzyskało postać:

$$\mathbf{R}_{\mu\nu} - \frac{1}{2} \mathbf{g}_{\mu\nu} \mathbf{R} + \mathbf{g}_{\mu\nu} \Lambda = \frac{8\pi G}{c^4} \mathbf{T}_{\mu\nu}$$

gdzie energia \mathbf{T} , zakrzywienie \mathbf{R} oraz metryka \mathbf{g} czasoprzestrzeni są tak zwanymi tensorami.



Rysunek 2.8. W 1933 po wykładzie Georges Lemaître w Princeton Einstein wykrzyknął: «To jest najpiękniejsze i najbardziej satysfakcjonujące wytłumaczenie stworzenia jakie kiedykolwiek słyszałem³⁸». Idea „początku czasu” została doceniona nawet przez Piusa XII w 1955 roku. ŹRÓDŁO: Catholic Education Resource Center.

Einstein uważał składnik kosmologiczny za „największy błąd swojego życia”. Ponownie, uprzedzając osiągnięcia astrofizyki XXI wieku, która dokonała pomiaru tego „ciśnienia”, składnik „kosmologiczny” okazał się najbardziej doniosłym *przecuciem* Einsteina: Wszechświat miał początek!

Wracając do porządku wydarzeń, rozwiązanie równania Einsteina, które przewidywało długotrwałe istnienie wszechświata zostało opublikowane w 1925 przez rosyjskiego matematyka Aleksandra Friedmanna (1888-1925), który dowiódł, że wszechświat żeby istnieć długo, musi się rozszerzać.

³⁸ «This is the most beautiful and satisfactory explanation of creation to which I have ever listened». H. Kragh, *Cosmology and Controversy*, Princeton 1996, p. 55, cytat dostępny na stronie: https://en.wikipedia.org/wiki/Georges_Lemaître.

Belgijski ksiądz Georges Lemaître (1894-1966), w 1920 roku kanonik katedry w Mechelen, doszedł niezależnie do innego rozwiązania, z którego płynęły takie same wnioski³⁹. Postawił hipotezę o początku wszechświata - „pojedynczym pierwotnym atomie”, który podzielił się na więcej atomów. „A zatem początek świata miał miejsce na chwilę przed rozpadem atomu na dwie części⁴⁰”. Co Einstein skomentował: „To najpiękniejszy opis Stworzenia jaki kiedykolwiek słyszałem”. Nie początku świata - Einstein powiedział: „Stworzenia” (zob. rys. 2.8.).

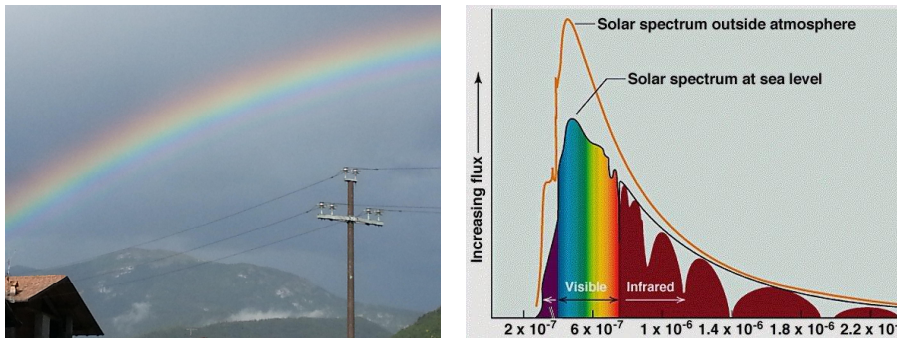
Konsekwencje równania ogólnej teorii względności znacznie wykraczają poza rozszerzanie się Wszechświata: wpływają na to jak pojmujemy przestrzeń i czas. Ale wcześniej wróćmy jeszcze do obserwacji astronomicznych.

2.6. Planck: jakiego koloru jest Słońce?

Jaki kolor ma nasza gwiazda? Odpowiedź wydaje się oczywista: to żółta kula ognia. A przynajmniej na taką wygląda. Ale już tęcza, światło Słońca „odbite” w kroplach deszczu ma wiele kolorów, od czerwieni po fiolet. Tak! światło Słońca zawiera wszystkie te barwy, te najbardziej widoczne to żółty i zielony, a najmniej intensywne - kolory na brzegach tęczy.

Wrażliwość ludzkiego oka na różne kolory nieco się zmienia, ale fizycy zmierzili intensywność kolorów w widmie (*spektrum*) promieniowania słonecznego: pokazujemy takie widmo na rysunku 2.9. Spektrum zarejestrowane przez przyrządy fizyczne rozciąga się nieco powyżej koloru czerwonego i nieco poniżej fioletu. Mowa tu o świetle *podczerwonym* i *ultrafioletowym*⁴¹

Słońce to kula bardzo gorącego (i bardzo gęstego) gazu, w której centrum temperatura dochodzi do 15 milionów stopni Celsjusza. Ale im bliżej powierzchni, tym temperatura gazu jest niższa i osiąga jedynie 5500°C (około 5800 K). To nieco zaskakujące, że kula gazu emituje kolory („spektrum” jak na rys. 2.9b) w podobny sposób jak światło emitowane przez podkową rozgrzaną w piecu kowala.



Rys. 2.9. (a) Tęcza w Villa Banale (Trydent); tęcza pojawia się kiedy światło słoneczne za nami odbija się (i załamuje) w kroplach deszczu, które widzimy przed sobą. Pod siedmiokolorowym pasem widać również fukcję i magentę, które powstały w wyniku innego zjawiska optycznego: interferencji. Rozszczepienie białego światła na różne kolory jest przykładem „spektrum”, czyli widma. (b) Światło widzialne (tęcza) to tylko część spektrum Słońca, choć zawiera prawie 50% energii. Atmosfera tłumi nieco światło słoneczne, eliminując bardziej energetyczne światło ultrafioletowe. Ponadto dla podczerwieni atmosfera nie jest przezroczysta, zarówno H₂O jak i CO₂ pochłaniają podczerwień.

³⁹ Autor pierwszej rewolucji kosmologicznej, M. Kopernik również był kanonikiem, katedry we Fromborku.

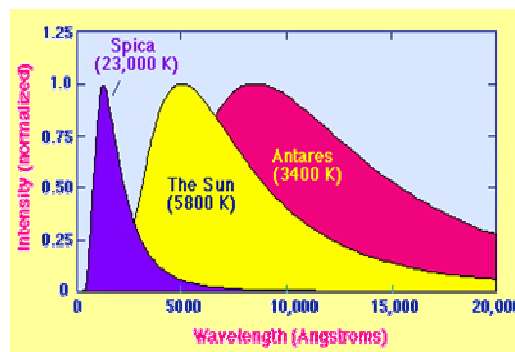
⁴⁰“The whole story of the world need not have been written down in the first quantum like a song on the disc of a phonograph. The whole matter of the world must have been present at the beginning, but the story it has to tell may be written step by step, G. Lemaître, “The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory.” Nature 127 (1931) 706, doi:10.1038/127706b

⁴¹ W tęczy światło podczerwone jest wyżej, a to ultrafioletowe niżej; Newton uzyskał widmo przepuszczając światło słoneczne przez pryzmat ze szkła, ale ustawił go „do góry nogami” stąd pod-czerwień i nad-fiolet.

Matematyczny opis dwóch widm również jest podobny: zależy od temperatury i może zostać zapisany przy pomocy tego samego wzoru, zwanego prawem „ciała doskonale czarnego”. Faktycznie, zarówno podkova jak i żarnik w żarówce są czarne, kiedy pozostają zimne. Wraz ze wzrostem temperatury kolor zmienia się - z wiśniowego na czerwony, pomarańczowy i wreszcie żółty, tak jak na rys. 2.10a.

Matematyczna zależność pomiędzy spektrum a temperaturą ciała czarnego, znana „na oko” od epoki żelaza, została wytłumaczona dopiero w 1900 roku (w czwartek, 14 grudnia) przez profesora fizyki z Berlina, Maxa Plancka. Ten, aby tego dokonać, musiał przyjąć, że energia światła jest emitowana porcjami, w „kwantach”. Tego dnia narodziła się fizyka *kwantowa*, która do dziś jest podstawą nie tylko fizyki, ale również chemii, biologii molekularnej a także astronomii.

Przy pomocy matematycznego opisu widma rozżarzonego ciała możemy wyznaczyć jego temperaturę, bez jego dotykania. W ten sam sposób, w astronomii możemy ocenić temperaturę najodleglejszych gwiazd, tak jak na rys. 2.10b, i temperaturę przestrzeni kosmicznej (która nie wynosi zero kelwinów). Innymi metodami, nadal opartymi na szczegółowej analizie „koloru”, czyli *spektrum*, możemy odgadnąć skład chemiczny odległych gwiazd. Nauka o widmach dostarcza sposobów na badanie obiektów (atomów, gwiazd, całego kosmosu) z odległości setek miliardów kilometrów.



Rysunek 2.10. (a) Kolor podkowy (i żarnika żarówki) zmienia się wraz z temperaturą: od czerwonego (1000°C), przez żółty, aż po biel światła żarówki w 3000°C . (b) W taki sam sposób zmienia się kolor gwiazd: Spica z powierzchnią o temperaturze 23000°C wydaje się błękitna w porównaniu ze Słońcem (5500°C), i z dużą, ale stosunkowo chłodną, czerwoną Antares (w Pasie Oriona). Źródło: Nure Aglio; Eric C. Blackman.

Nasza wiedza o najodleglejszym wszechświecie ma swój początek w pracach jezuity, ojca Angelo Secchiego (1818-1878), dyrektora Obserwatorium Astronomicznego w Kolegium Rzymskim. To on jako pierwszy badał szczegółowo różne kolory gwiazd: czerwone, żółte, biało-niebieskie.

Ale poza samą obserwacją „koloru”, Secchi badał również szczegóły spektrum: linie, które pojawiają się na tle widma ciągłego. Tak jak Galileusz, który jako pierwszy skierował teleskop w niebo, tak Secchi skierował w górę *spektrometr*. Pozwoliło to nie tylko na określenie „koloru” gwiazd i ich temperatury, ale również ich wielkości, odległości, wieku, składu itd.

2.7. Arystoteles: życie gwiazd

To Arystoteles jako pierwszy wysnuł hipotezę o ewolucji gwiazd. Musiało jednak upłynąć ponad dwa tysiące lat, zanim astronomowie potraktowali poważnie jego słowa. Trzeba było najpierw wielu „żmudnych” obserwacji, nie tylko Secchiego, ale również wielu innych astronomów (i kobiet astronomek).

W połowie XIX wieku wprowadzono nową metodę badania materii w stanie gazowym: kolorów światła emitowanego podczas wyładowania elektrycznego. Każda rozgrzana substancja, a raczej odparowana w płomieniu palnika, emituje charakterystyczny dla siebie kolor: sól (czyli sól kuchenna) - żółty, sole miedzi - zielony, sole rubidu - kolor rubinowy. W ten sposób uzyskuje się różne kolory sztucznych ogni.

Tę samą zasadę wykorzystuje się w lampach luminescencyjnych: żółte lampy uliczne zawierają pary sodu, białe lampy biurowe – rtęć i argon, czerwone w szyldach świetlnych - neon. W astronomii ta technika, zwana *spektroskopią* umożliwia rozpoznanie pierwiastków chemicznych w gwiazdach. W ten sposób odkryto hel, który obok wodoru, jest głównym składnikiem naszej gwiazdy. To stąd wiemy też, że na powierzchni Słońca znajdują się nawet pary żelaza.

Kolory charakterystyczne dla poszczególnych pierwiastków znajdujących się w gwiazdach pojawiają się w widmach w taki sam sposób jak cienkie linie na ciągłym tle. Naniesienie tych linii na kliszę fotograficzną było bardzo czasochłonne (dziś wystarczy telefon komórkowy).

Do badań nad kolorem gwiazd, zapoczątkowanych przez ojca Angelo Secchiego, powrócono na początku XX wieku na Harvardzie (dziś wykorzystywany wówczas teleskop znajduje się w Toruniu), zdjęcie 2.12b. Grupa kobiet - astronomek⁴², noc po nocy, wykonała zdjęcia widm prawie miliona gwiazd.



Rys. 2.11. Kolor gwiazdy jest wskaźnikiem jej temperatury, stąd można wywnioskować jej rozmiary i wiek. Na rysunku widać grupę gwiazd w pobliżu Antaresa w konstelacji Skorpiona. Antares jest koloru czerwonego, ale widziany w obłokach międzygwiazdowych wydaje się żółtozielony. Źródło: Dominik Woś, <https://astrofotografia.eu>

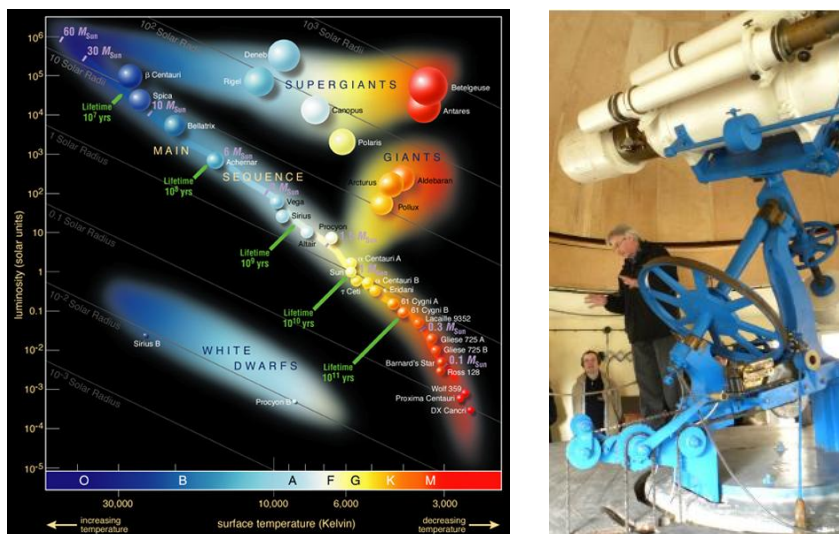
Początkowo charakterystyka tych widm była niejasna. Z tego powodu gwiazdy zostały zaklasyfikowane jako A, B, C, następnie M i jeszcze O. W rzeczywistości litery odpowiadały barwom; białe gwiazdy nazwano „A”, żółte „G”, a czerwone „M”. Dopiero potem odkryto podobieństwa *spektralne*, które pozwoliły na sklasyfikowanie gwiazd ze względu na ich temperaturę i jasność na tak zwanym diagramie Hertzsprunga-Russella.

Szybko stało się jasne, że różnice koloru, jasności i rozmiarów wskazują na ściśle określony cykl życia gwiazd. Jak powiedział, cytowany wcześniej Arystoteles: «My bowiem pojmujemy gwiazdy jako ciała proste i jednostki rozłożone wprawdzie w pewnym porządku, lecz zupełnie nie żyjące, podczas gdy trzeba wiedzieć, że one rozwijają działalność i cieszą się życiem⁴³». Różnice w układzie „gałęzi” diagramu R-H pokazują przebieg ewolucji gwiazd: oddzielne gałęzie, jak np. białych karłów, to ostatni etapy ewolucji gwiazd, swego rodzaju „postój”, zanim zgasną na zawsze. Im wyższa temperatura i im większa masa gwiazdy, tym krótsze jest jej istnienie. Na przykład niebieskie giganty wybuchną za setki milionów lat. Słońce nie jest ani szczególnie duże, ani gorące, w związku z tym jego ewolucja potrwa jeszcze jakieś kilka *miliardów* lat, umożliwiając tym samym życie na Ziemi.

⁴² Przypomnijmy kilka nazwisk: Annie Jump Cannon, Williamina Fleming, Henrietta Swan Leavitt, Antonia Maury.

⁴³ tłum. P. Siwek, PWN, Warszawa, 1990.

Cykl życia gwiazd to pierwszy potwierdzony dowód na to, że nasz Wszechświat nie jest wieczny: tezy o wiecznym wszechświecie Uniwersytetu Paryskiego okazały się błędem, jeśli nie herezją!



Rysunek 2.12. (a) Diagram Hertzsprung-Russella: stosunek jasności absolutnej do temperatury powierzchni z zaznaczeniem niektórych charakterystycznych dla naszej Galaktyki gwiazd. (b) Historyczny teleskop z Harvardu, który umożliwił tę klasyfikację obecnie znajduje się w Toruniu w Obserwatorium Uniwersyteckim, został wypożyczony na 100 lat. Źródło: ESO; Fot. Maria Karwasz.

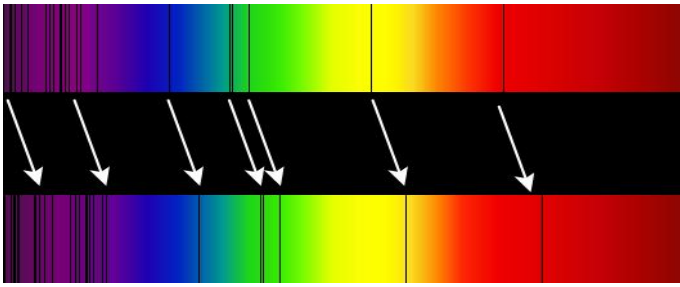
2.8. Ucieczka galaktyk

Badanie przebiegu życia gwiazd to gigantyczny krok również w kosmologii, czyli nauce o całym wszechświecie. Wśród gwiazd sklasyfikowanych na Harvardzie znajduje się pewien typ gwiazdy zmiennej, δ -Cephei położonej w gwiazdozbiorze Cefeusza: jej zmienność odkryto już w XVIII wieku. Wyjątkowość gwiazd zmiennych nazywanych *cefeidami* polega na tym, że ich jasność zmniejsza się stopniowo w ciągu kilku dni, po czym gwałtownie wraca do stanu początkowego. Prawdopodobnie są to czerwone olbrzymy, które zapadają się pod koniec cyklu swojego życia, a potem znów szybko rozbłyskują⁴⁴. Jeśli zmierzyć ich pozorną jasność i odległość (wykorzystując opisany niżej fortel), dochodzi się do wniosku, że okres zmienności cefeid zależy od ich rozmiarów. W ten sposób astronomowie zdobyli potężne narzędzie - sposób na zmierzenie bezwzględnych odległości gwiazd, nawet jeśli tylko cefeid.

Kilka cefeid zostało odkrytych w najbliższej nam galaktyce, Wielkim Obłoku Magellana, jeszcze przez badaczki astronomii z Harvardu. Inne odkryto później, najpierw w latach 20 XX wieku przez Edwina Hubble'a w Galaktyce Andromedy, oddalonej od nas o 2 miliony lat, a potem w jeszcze odleglejszych galaktykach.

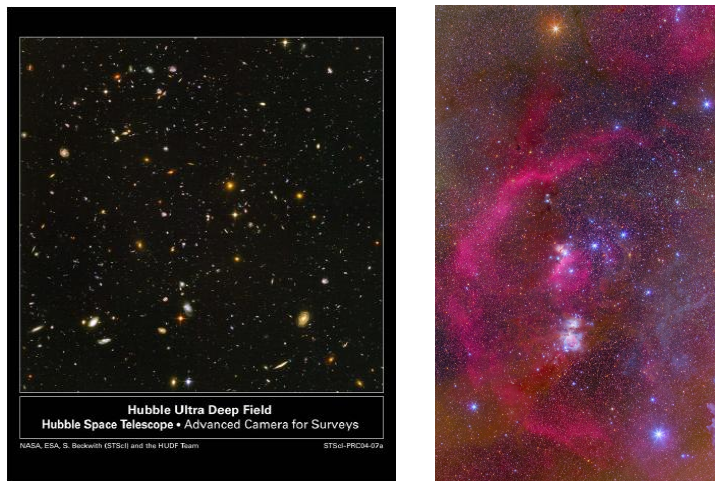
Wielkie odkrycie Hubble'a polegało jednak na czymś innym: to on zdał sobie sprawę że linie *spektralne* gwiazd w odległych galaktykach są przesunięte względem linii gwiazd w naszej Galaktyce. Przesunięcie zachodzi zawsze w tym samym kierunku: ku czerwieni. Ten sam efekt występuje kiedy oddala się od nas karetka pogotowia: dźwięk syreny wydaje się niższy, niż wtedy kiedy karetka się do nas zbliża. To zjawisko (dla syren) zostało odkryte w 1842 roku przez austriackiego fizyka Christiana Dopplera. Dziś efekt Dopplera jest wykorzystywany do pomiaru zarówno prędkości ucieczki odległych galaktyk jak i prędkości krwi w żyłach.

⁴⁴ Gwiazdą zmienną innego typu jest Betelgeuse, gwiazda alfa Oriona, czerwony nadolbrzym gotowy do eksplozji. Wybuch może nastąpić w ciągu najbliższych 500 lat.



Rysunek 2.13. Efekt Dopplera pozwala na pomiar prędkości ucieczki odległych galaktyk: linie spektralne Słońca, górny panel (widma absorpcyjne: linie czerwone i niebieskie są wynikiem obecności wodoru), przesuwają się w stronę czerwieni odległej galaktyki (BAS 11, panel dolny). Przemieszczenie zależy od prędkości ucieczki i rośnie wraz z odległością od nas: cały Wszechświat pęcznieje jak wyrastająca babka drożdżowa. Źródło: H.T. Stokes, BYU.

Jeśli połączyć wiedzę o jasności absolutnej (to jest o standardowej odległości) cefeid z właściwą im prędkością ucieczki, nie tylko dochodzi się do wniosku, że wszechświat puchnie, ale również, że prędkość ucieczki galaktyk rośnie wraz z ich odległością od nas. Ponadto staje się jasne, że nie da się wyznaczyć centralnego punktu tego pęcznienia (inflacji). Wszechświat rośnie jak ciasto drożdżowe, równomiernie, we wszystkich kierunkach jednocześnie.



Rysunek 2.14. (a) Kosmiczny teleskop Hubble'a został zwrócony na parę miesięcy w stronę obszaru nieba bez jasnych gwiazd. Pozwoliło to na obserwację bardzo słabych obiektów: odległych galaktyk. Na zdjęciu widać, że niektóre małe obiekty są dużo bardziej czerwone od innych: pozornie czerwone galaktyki są podobne do tych niebieskich, tylko że odległe. To potwierdza oryginalną obserwację Hubble'a: Wszechświat pęcznieje, a prędkość ucieczki wzrasta wraz z odległością. (b) Gwiazdozbiór Oriona, piękny, znakomicie widoczny w zimowe wieczory ponad południowym horyzontem. Na górze - Betelgeza, gwiazda alfa Oriona, czerwony olbrzym gotowy do wybuchu. Źródło: Hubble Telescope; Dominik Woś.

Wychodząc od zależności pomiędzy prędkością a odległościami między galaktykami można było wyprowadzić pierwsze szacunkowe rozmiary kosmosu. Następnie, dzięki zasadzie Einsteina, ustalono z grubsza wiek Wszechświata: około dziesięć miliardów lat. Ta liczba znacznie przewyższa obliczenia nie tylko fizyków (Lord Kelvin), ale nawet geologów.

2.9. Supernowe

Pomiary jasności gwiazd zmiennych określonego typu, cefeid, umożliwiły sprawdzenie czy galaktyki oddalają się od Ziemi. Najistotniejszą właściwością cefeid w tym przypadku jest dokładnie określony stosunek jasności (która zależy od objętości) do okresu zmienności (ten odpowiada okresowi pęcznienia). Cefeidy są średnio od tysiąca do dziesięciu tysięcy razy jaśniejsze od Słońca, ale sama jasność nie wystarcza do zmierzenia odległości galaktyk oddalo-

nych nie o kilka milionów, ale o kilka miliardów lat świetlnych⁴⁵, trzeba było innej metodologii.

W 1572 w Gwiazdozbiornie Kasjopei zaobserwowano „nową” gwiazdę, bardzo jasną, w pierwszych miesiącach dorównującą jasnością Wenus. To był wybuch gwiazdy, która znajdowała się dość blisko nas, około 9 milionów lat świetlnych od Ziemi. Dziś pozostałości po tej eksplozji są ledwie widoczne na nocnym niebie, rys. 2.16a. Podobne zjawisko zaobserwował Kepler w 1604 (pierwszy zauważył je włoski astronom Lodovico delle Colombe). Wybuch miał miejsce 13 milionów lat świetlnych od Ziemi, a początkowa jasność „nowej” gwiazdy była trochę mniejsza od tej z 1572 roku.



Rysunek 2.16. (a) Pozostałości supernowej AD 1572 (Tychona Brahe) w promieniowaniu rentgenowskim: na czerwono promienie o małej energii, na niebiesko promienie o dużej energii. (b) Pozostałości supernowej (G299), prawdopodobnie widoczne gołym okiem 4500 lat temu. Źródło: chandra.harvard.edu.

W chińskich kronikach, w pierwszym roku ery cesarza Zhihe, który odpowiada u nas AD 1054, opisano supernową w Gwiazdozbiornie Raka. Ta sama gwiazda została zauważona przez Indian w Nowym Meksyku. Dziś dzięki obliczeniom astronomów wiemy, że ta gwiazda musiała być widoczna również za dnia. I rzeczywiście, wybuch nastąpił „zaledwie” 6,5 tysięcy lat świetlnych od Ziemi.

Warto zauważyć, że pozorna jasność, czyli ta widziana z Ziemi, maleje wraz z kwadratem odległości od supernowej. Innymi słowy jasność absolutna (mierzona z tej samej, standardowej odległości) dla wszystkich supernowych jest zawsze taka sama.

Podobnie jak w przypadku cefeid, wybuchy supernowych są spowodowane ściśle określonymi procesami i oznaczają wyczerpanie się pewnego typu paliwa nuklearnego, które zasila „gwiazdny piec”. Oznacza to, że supernowe mają podobne rozmiary i temperaturę w momencie wybuchu: znaleźliśmy nową świecę standardową.

W ciągu ostatniego tysiąca lat historii pisanej odnotowano prawdopodobnie pięć supernowych, które odpowiadałyby wybuchom gwiazd w naszej Galaktyce - jedną na około dwieście lat. Supernowa świeci przez kilka miesięcy, a potem znika w kosmosie. Wszechświat jest jednak pełen galaktyk. Dzięki coraz potężniejszym teleskopom astronomowie zaobserwowali wiele supernowych w odległych galaktykach. Podsumowując, przesunięcie koloru galaktyk ku czerwieni umożliwia pomiar prędkości ich „ucieczki”, choć poprawniej byłoby w tym przypadku mówić o prędkości inflacji (puchnięcia) całego Wszechświata. Jeśli zmierzmy pozorną jasność supernowych w odległych galaktykach, jesteśmy w stanie wyznaczyć dość precyzyjnie odległość, w jakiej się znajdują.

⁴⁵ Należy pamiętać, że zaobserwowana jasność zmienia się z kwadratem odległości, jeśli współczynnik tysięcy odpowiada odległości to wówczas współczynnik milion odpowiada jasności.

W 2011 trzem astronomom przyznano Nobla w dziedzinie fizyki za precyzyjny pomiar prędkości, z jaką rozszerza się Wszechświat, dokonany poprzez obserwację supernowych określonego typu znajdujących się w bardzo dużych odległościach (miliardów lat świetlnych) od Ziemi. Celem było ustalenie czy po Wielkim Wybuchu prędkość ekspansji Wszechświata maleje, i jeśli tak to w jaki sposób? Wydawałoby się naturalnym, że prędkość ta maleje wraz z upływem czasu (jak to możemy zaobserwować w mgławicach „planetarnych” po wybuchu gwiazdy, rys. 2.16). Poza tym, za kilka miliardów lat, ta prędkość mogłaby spaść do zera, a Wszechświat powinien wówczas zapaść się w sobie.

Odpowiedź, która nadeszła po wielu latach obserwacji, była zaskakująca: Wszechświat rozszerza się nie z powodu bezwładności, ale z powodu „ciśnienia wewnętrznego”. Innymi słowy, pomiary potwierdzają istnienie czynnika kosmologicznego z ogólnej teorii względności Einsteina, przypisując mu określoną wartość. Poza tym odkryto, że w historii Wszechświata prędkość ekspansji nie była stała: po początkowej szybkiej inflacji, proces ekspansji spowolnił, żeby przyspieszyć w ciągu ostatnich miliardów lat. Jak powiedział Saul Perlmutter, jeden z laureatów nagrody, to właśnie było prawdziwym zaskoczeniem:

Najwidoczniej mamy wszechświat zdominowany przez jakiś nowy składnik, nieznaną dotychczas „ciemną energię”, która sprawia, że wszechświat rozszerza się coraz szybciej. To takie rzadkie, natknąć się na coś co nie jest częścią naszego aktualnego modelu fizycznego! Mowa tu o jednym z najlepszych wyników, jaki można uzyskać w projektach takich jak ten. Czuję, że miałem dużo szczęścia, mogąc pracować przy tym projekcie, ponieważ każdy uzyskany wynik byłby ekscytujący: mogliśmy odkryć, że wszechświat jest nieskończony, albo że jest skończony i właśnie zmierza ku końcowi. Oba te rezultaty byłyby wielkie. Znaleźliśmy tymczasem odpowiedź przewyższającą te „wielkie”, i to było prawdziwym zaskoczeniem. W nauce to więcej niż można sobie wymarzyć.

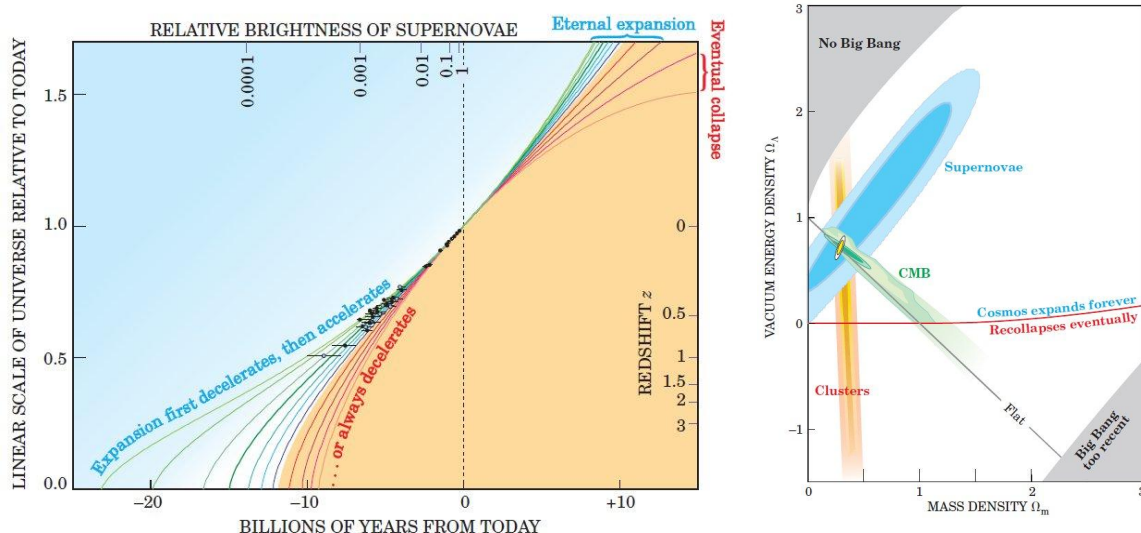
A tak Saul Perlmutter kontynuuje swoją refleksję, nie tylko metodologiczną, ale również filozoficzną:

Ten wynik to idealny przykład tego, jak często nauka staje się bronią obosieczną. Z jednej strony udało się odkryć coś, co było dla nas wszystkich prawdziwym zaskoczeniem tylko dlatego, że w naszej dziedzinie, w fizyce, poczyniono już wcześniej bardzo duże postępy w zrozumieniu Wszechświata. Jeszcze niecały wiek temu nie mieliśmy pojęcia, że we Wszechświecie jest coś więcej oprócz Drogi Mlecznej. Bezkresne rozmiary Wszechświata, fakt, że się rozszerza, że jest pełen obiektów takich jak wybuchające gwiazdy, to wszystko i znacznie więcej, musiało zostać odkryte zanim mogliśmy wykonać pracę, która skłoniła nas do zastanowienia się nad nieznaną formą energii, która stanowi ponad dwie trzecie wszystkiego co istnieje.

To niesamowite, ile zrozumieliśmy, a z drugiej strony to niesamowite jak wielka w efekcie tajemnica otworzyła się przed nami i ile jeszcze mamy do odkrycia. Jedną z prawdziwych przyjemności płynących z zajmowania się nauką, która mam nadzieję nadal pozostanie prawdziwą przyjemnością, każdego dnia, w najbliższych stuleciach, jest ta, że pomimo ogromu wiedzy na której możemy się oprzeć, wciąż jeszcze możemy odkryć tak wiele⁴⁶.

My sami „dobrze wiemy”, że istnieje jeszcze wiele światów do odkrycia, niemniej usłyszeć taką opinię od noblisty, odkrywcy tajemniczych sił przenikających cały Wszechświat, to już zupełnie inna sprawa...

⁴⁶ S. Perlmutter, Measuring the Acceleration of the Cosmic Expansion Using Supernovae, Nobel Lecture, Dec. 8th, 2011, p. 25. (C) Nobel Foundation. <https://journals.aps.org/rmp/pdf/10.1103/RevModPhys.84.1127>.



Rysunek. 2.17. Dwa rysunki pochodzące z artykułu laureata Nagrody Nobla, Saula Perlmuttera: (a) ostateczny rozmiar supernowych typu Ia obserwowanych z dużych odległości (miliardów lat) od Ziemi; wykres przedstawia historię 10 miliardów lat Wszechświata: obszar pokolorowany na jasny brąz odpowiada wszechświatowi, który zwalnia, obszar niebieski wszechświatowi, który przyspiesza. Punkty pomiaru znajdują się na krzywej wszechświata, który po początkowej eksplozji zwolnił swoją ekspansję i przyspieszył kilka miliardów lat temu. Teraz wszystko wskazuje na to, że Wszechświat jest nieskończony, i rozszerza się coraz szybciej. (b) Inne (teoretyczne) możliwości: nie ma żadnego Wielkiego Wybuchu (lewy górny róg), przedwczesny Wielki Wybuch (prawy dolny róg); czerwona krzywa oddziela wszechświat, który stale się rozszerza (powyżej) od wszechświata, który się zapada (poniżej). Czarna linia wyznacza „płaski” wszechświat, to znaczy - trójwymiarowy. Wiele różnych pomiarów pokrywa się. Źródło: Physics Today 56, 4, 53 (2003) © American Institute of Physics, za pozwoleniem.

2.10. Palec Boży

Pomiary gwiazd supernowych w odległych galaktykach nie tylko potwierdziły przewidywania Einsteina, dowodząc istnienia „ciemnej” energii, ale dodatkowo stały się dowodem na to, że prędkość ekspansji zmienia się. Na stronach angielskiej Wikipedii poświęconych Nagrodzie Nobla przyznanej w 2011 roku pojawiła się bardzo nietypowa ilustracja (zob. rys. 2.18.). Tytuł strony „Fingers of God” został szybko zmieniony i dziś nosi nazwę „Red-shift space distortion”⁴⁷.

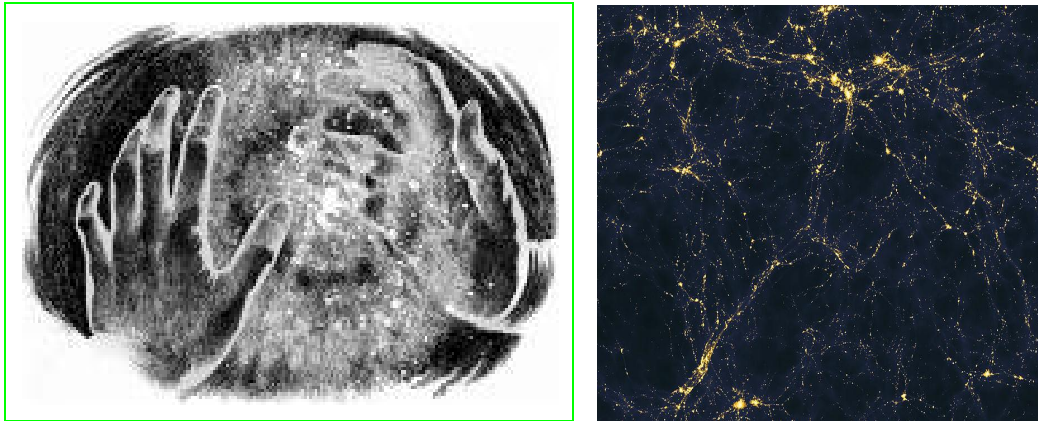
Ten „palec Boży” pojawił się na Wikipedii, ponieważ, jak powszechnie wiadomo, galaktyki tworzą większe grupy- gromady (ang. „cluster”), składające się z kilkadziesiątu z nich, dalej „clusters” łączą się w większe supergromady (ang. „super-clusters”) na odległościach 500 milionów lat świetlnych. Supergromady są powiązane grawitacyjnie, tak że tworzą olbrzymią sieć, która wypełnia Wszechświat (zob. rys. 2.18b.). Nie znamy dotąd wiarygodnej przyczyny istnienia tych sieci.

Czy istnieje coś większego od całego Wszechświata? Wielu naukowców i wielu pseudo-naukowców, spekuluje na ten temat. Nasz Wszechświat, który narodził się „wysysając” energię z innego, równoległe wszechświaty, jak osobne bańki mydlane, wszechświaty zamknięte w sobie niczym płatanina połączonych ze sobą kółek na klucze i tak dalej. Wszystkim tym pomysłom, niemożliwym do zweryfikowania, a więc zgodnie z „brzytwą Ockhama” nieistniejącym, należałoby przeciwstawić świętego Augustyna:

⁴⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Redshift-space_distortions.

Pan Bóg stworzył świat...

4.1. Świat jest największy z rzeczy widzialnych. Pan Bóg jest największy z rzeczy niewidzialnych. Dostrzegamy istnienie świata, w istnienie Boga wierzymy. I wierzymy, że Bóg stworzył świat ponieważ nikt nie może dostarczyć dowodu, jeśli nie sam Bóg. Gdzie usłyszeliśmy Jego głos? W żadnym miejscu wśród wielu tak dobrze, jak w Piśmie Świętym, o którym powiedział Prorok: *Na początku Bóg stworzył niebo i ziemię.* Ten prorok nie był obecny, kiedy Bóg stworzył niebo i ziemię, ale była tam mądrość Pana Boga, poprzez którą zostały stworzone wszystkie rzeczy⁴⁸.



Rysunek 2.18. „Palec Boży” („Fingers of God”) strona z angielskiej Wikipedii z 2011 roku, dziś zmieniona. (b) Włókna galaktyk widziane w skali całego wszechświata, nie wiemy dla-czego galaktyki łączą się w większe grupy zwane gromadami (mówi się o tajemniczej ciemnej materii jako o spoiwie), nie wiemy również dlaczego gromady tworzą włókna przypominające sieć, nie wiemy czy Wszechświat rozszerza się poza jego widocznymi granicami, nadal pozostaje więcej pytań, niż odpowiedzi. Źródło: Wikipedia, 2011; Wikipedia 2019.

Brakujące odpowiedzi z astrofizyki odsyłają nas do metafizyki. Współczesna Kosmologia postawiła granice naszym możliwościom poznawczym. Pierwszy był Kopernik, potem Newton, Einstein i Perlmutter.

2.11. Nasze kosmologiczne granice

Jakie są filozoficzne konsekwencje nowoczesnej kosmologii? Pierwsza jest taka, że po krótkiej iluzji Oświecenia, znów znamy nasze ograniczenia. Drugie prawo Newtona mówi, że aby osiągnąć określoną prędkość należy przez wystarczająco długi czas działać z określoną siłą. To oznacza również, że aby przyspieszyć potrzeba energii. Prawa Newtona to nasze pierwsze ograniczenie nałożone na podróże w czaso-przestrzeni: nie da się dotrzeć do granic wszechświata – nie starczy naszego życia ani paliwa dla rakiety.

„Logicznym następstwem” drugiego prawa Newtona jest teoria względności Einsteina: nie można zsumować dwóch prędkości światła, żeby otrzymać podwójną prędkość, prędkość światła przy przesyłaniu dowolnego obiektu materialnego będzie za każdym razem maksymalna (również samego światła).

Zazwyczaj drugie prawo Newtona zapisuje się w następującej formie:

$$F = ma$$

⁴⁸ „Państwo Boże,” święty Augustyn, tłum. z wł. GK.

gdzie F oznacza siłę, która działa, m masę, która ulega przyspieszeniu i a przyspieszenie (tłustym drukiem zaznaczono, że F oraz a są wektorami, czyli cechują się nie tylko wartością, ale również kierunkiem).

Ale przyspieszenie to wzrost Δv szybkości w przedziale czasowym: Δt : $a = \Delta v / \Delta t$, a zatem równanie Newtona można zapisać:

$$F \Delta t = m \Delta v,$$

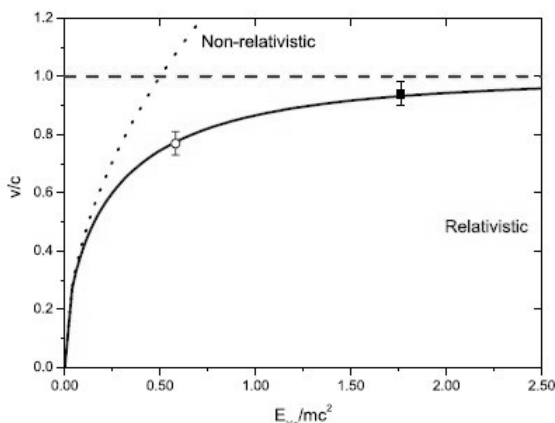
stąd jasno wynika, że aby zwiększyć prędkość potrzeba albo większej siły, albo dłuższego czasu. W ten sposób drugie prawo Newtona (wraz z ograniczonymi zasobami energii do wytwarzania nieskończonych sił) staje się naszą pierwszą „kotwicą”, uniemożliwiając nieskończenie długie podróże w ograniczonym czasie. Nasz umysł może dotrzeć do krańców wszechświata w sekundę, naszemu ciału zajęłoby to miliardy lat.

Skończona prędkość światła wyznacza zatem również granice naszych możliwości poznania przestrzeni: nie wiemy, czy Wszechświat rozszerza się dalej, niż na odległość 13,78 miliardów lat świetlnych, ponieważ światło spoza tej odległości jeszcze do nas nie dotarło.

Co więcej, drugie prawo Newtona również się zmieniło wraz z pojawieniem się teorii względności Einsteina: masa m obiektu, który przyspiesza nie jest stała, ale rośnie do nieskończoności w miarę, jak jego prędkość v zbliża się do prędkości światła c , zgodnie z formułą podaną przez Einsteina:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

gdzie m_0 oznacza „masę spoczynkową”, czyli masę ciała w bezruchu.



Rysunek 2.19. To niemożliwe, żeby elektron (czy jakiegokolwiek inny obiekt, który ma masę, a więc wszystkie obiekty poza fotonami i grawitonami) poruszał się z prędkością światła: masa elektronu m w stosunku do jego masy spoczynkowej m_0 rośnie pionowo w granicach prędkości v równej prędkości światła (dwie dane doświadczalne). Źródło: M. Lund. U.J. Uggerhøj, Am. J. Phys. 77 (1982), p. 757.

To co nieskończenie daleko jest więc dla nas nieosiągalne, bo przyspieszenie do prędkości światła jest praktycznie niemożliwe. Jesteśmy ograniczeni w czasie i przestrzeni. Nasza (meta-fizyczna) myśl – nie, ale (fizyczne) ciało – tak!

2.11.1. Strach przed czarną dziurą

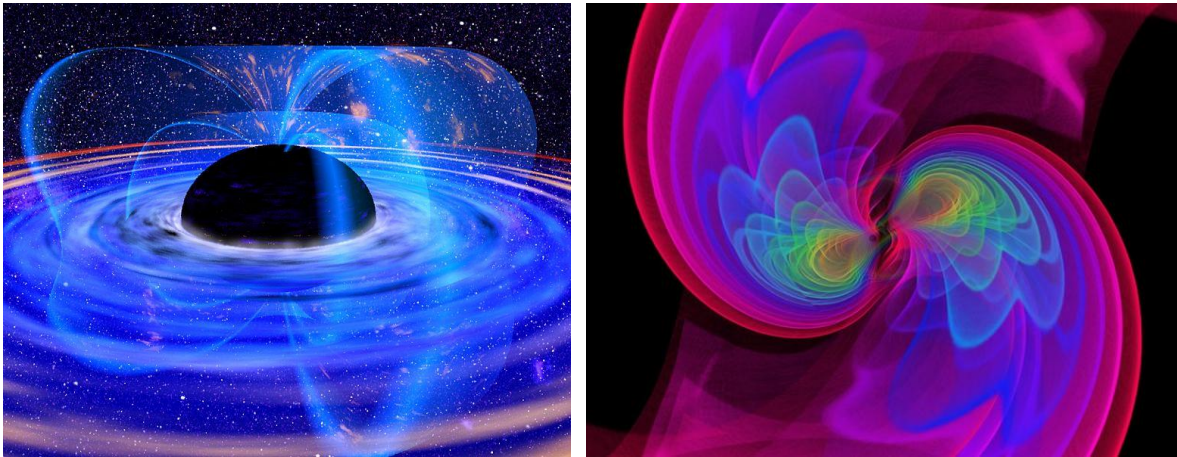
Na zakończenie moich interaktywnych lekcji astronomii dla dzieci, którym towarzyszy zwykle mnóstwo eksperymentów, pada wiele pytań. Zazwyczaj połowa z nich dotyczy czarnych dziur. Istnieją? Można do nich wejść? Można z nich wyjść? Jak wygląda świat w środku?

Pojęcie czarnej dziury jest bardzo łatwe do wytłumaczenia. Bardzo masywne gwiazdy, których masa jest ponad dziesięć razy większa od masy Słońca, mogą zakończyć życie jako czarne dziury: obiekt tak ciężki, że nic, nawet światło, nie ucieknie przed ich siłą grawitacji. Jak już wcześniej widzieliśmy, gwiazdy, którym kończy się paliwo, mogą wybuchnąć jak supernowe, ale mogą też zapaść się w sobie tworząc kule o bardzo gęstej masie – gwiazdy neutronowe. Gęstość tych gwiazd jest tak duża, że le-

bek szpilki zrobiony z takiej masy ważyłby tyle ile dziesięciopiętrowy budynek. Gęstość masy wewnątrz czarnej dziury jest jeszcze większa, nie wiemy dokładnie o ile.

Siła grawitacji wokół czarnej dziury jest tak duża, że nie tylko żaden obiekt nie może uciec, nawet światło może zostać przez nią uwięzione. Teoretycznie światło nie ma masy, ale ponieważ niesie energię, cząsteczkom światła, fotonom, można przypisać masę zgodnie z równaniem Einsteina $E = mc^2$. Przelatując blisko Słońca światło gwiazd ulega lekkiemu przyciąganiu: jego droga odchyła się od linii prostej. Ten efekt zaobserwowano już w 1919 podczas zaćmienia Słońca⁴⁹. Światło, które dociera do czarnej dziury zostaje dosłownie wchłonięte.

Skoro światło, które tam dociera, już się stamtąd nie wydostaje, to kula utworzona z tak ciężkiej materii wydaje się całkowicie czarna, tak jak na „zdjęciu” 2.20a. Dopiero ostatnio uzyskano niezbite dowody na istnienie czarnych dziur - fale grawitacyjne, czyli zakłócenia czasoprzestrzeni, dopiero od niedawna są wykrywalne za pomocą niezwykle wyrafinowanych urządzeń (z dokładnością do 10^{-23}). Pierwsza fala zarejestrowana w 2015 roku, jest dowodem kolizji, a raczej wzajemnego pochłonięcia się dwóch czarnych dziur o masie zbliżonej do 30 mas Słońca, każda, zob. rys. 2.21.



Rysunek 2.20. (a) Na zewnątrz dziura grawitacyjna jest idealnie czarną dziurą: nie wychodzi z niej żaden promień światła; silne pole grawitacyjne na zewnątrz dziury przyspiesza materię, sprawiając że ta świeci, zanim zostanie wchłonięta. (b) Artystyczna, ale oparta na szczegółowych obliczeniach, reprodukcja kolizji dwóch czarnych dziur o masach 29 i 36 mas słonecznych, zarejestrowana na Ziemi (14.09.2015 roku) dzięki falom grawitacyjnym, miała miejsce w odległości 1,3 miliardów lat świetlnych. Źródło: Goddard Space Flight Center NASA (CC), <http://www.gsfc.nasa.gov/gsfc/spacesci/pictures/blackhole/BH1.tif>; Nature News ©, 16/02/2016, doi:10.1038/530261a.

Jak wygląda materia wewnątrz czarnej dziury? Trudno nawet nazwać ją materią: ekstremalna siła grawitacji miażdży wszystko, nawet atomy. Nie będzie tam już pierwiastków chemicznych: wodoru, węgla, tlenu, znajdziemy tam za to mieszanekę neutronów, wszystkich identycznych. Można by porównać czarną dziurę do kotła pełnego dziwnych cząstek, z pewnością bardzo, ale to bardzo gorących.

⁴⁹ Obserwacja dokonana podczas dwóch angielskich ekspedycji nie była prostym przedsięwzięciem, ale jej rezultat potwierdził ogólną teorię względności Einsteina: odchylenie od prostej było dwa razy większe od tego przewidywanego w teorii Newtona.

Nie tylko materia jest miażdżona, w czarnej dziurze zatrzymuje się również czas⁵⁰. Sekunda staje się wiecznością - w sensie fizycznym, a nie tylko metaforycznym. Czarna dziura to bez wątpienia koniec wszystkiego tego, co piękne wokół nas. Strach dzieci przed czarną dziurą jest uzasadniony. Szczęśliwie dla nas, te dotychczas odkryte, które blakają się po kosmosie, są od nas oddalone o miliardy lat⁵¹.

⁵⁰ S.S. Gubser, F. Pretorius, *I buchi neri*, Le Scienze, Roma 2018.

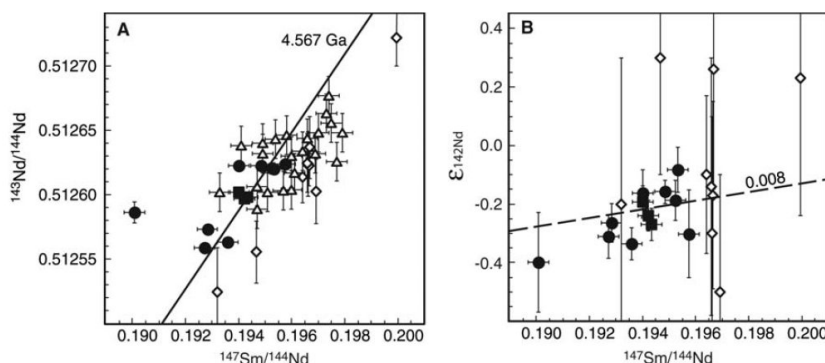
⁵¹ Nagroda Nobla w zakresie fizyki w 2020 roku otrzymali Roger Penrose za teoretyczne przewidywania „konstrukcji” horyzontu czaso-przestrzennego czarnych dziur oraz Reinhard Genzel i Andrea Ghez za doświadczalne (poprzez precyzyjne obserwacje astronomiczne) potwierdzenie istnienia czarnej dziury w centrum naszej Galaktyki. Ma ona masę prawie 4 milionów mas Słońca. Na szczęście jest on nas daleko: 30 tys. lat świetlnych. A raczej Układ Słoneczny leży, na nasze szczęście, daleko od tej czarnej dziury: spadająca na czarną dziurę materia emituje ogromne ilości różnego rodzaju promieniowania – z pewnością niezbyt „zdrowotnego” dla delikatnego życia opartego o chemię węgla.

“I nazwał powierzchnię suchą Ziemią”

4.1. “Dzień trzeci”

Pomiary promieniowania tła kosmicznego, bardzo zimnego (2,3 K, tzn. -270°C), pokazują, że Wszechświat jest bardzo stary: 13,78 mld lat. A kiedy powstała Ziemia? Możemy to wydedukować z pomiarów rozpadów radioaktywnych. Jak już mówiliśmy, ciężkie pierwiastki chemiczne, jak miedź, złoto, uran, platyna nie mogą powstać w zwykłych gwiazdach, w których łańcuch syntezy pierwiastków kończy się na żelazie i niklu. Gwiazda musi się zapaść a protony muszą się wymieszać z elektronami pod ogromnym ciśnieniem grawitacyjnym: w ten sposób powstaje cała różnorodność cięższych pierwiastków chemicznych. A później materia wybuchu, rozsypując się po przestrzeni kosmicznej.

Z obserwacji supernowych wiemy, że eksplozja zachodzi w ciągu paru dni i że materiał zostaje wyrzucony na miliardy kilometrów od gwiazdy. Tak zdarzyło się również z proto-Słońcem. Ale kiedy?



Rysunek 4.1. Badania względnej zawartości izotopu samaru ^{147}Sm i neodymu ^{144}Nd i ^{142}Nd , w skałach bazaltowych (czarne kwadraty na wykresie) i w meteorytach (inne symbole): wszystkie wskazują na wiek Ziemi (Układu Słonecznego) około 4,567 miliardów lat. ŹRÓDŁO: M. BOYET, R.W. CARLSON, «Science» 309 (2005), p. 576.

Rozpad radioaktywny uranu ^{238}U jest powolny, z czasem połowicznego zaniku 4,4 miliardów lat. Wynikiem końcowym długiego łańcucha rozpadów jest ołów. W ten sposób, badając względne proporcje uranu i ołowiu możemy wywnioskować, jaka część uranu już się rozpadła, a porównując z czasem połowicznego zaniku, wywnioskować, ile miliardów lat minęło od momentu syntezy uranu.

Istnieją jądra, jak samar i neodym, które pozwalają na datowanie jeszcze dokładniejsze. Prowadzone są liczne badania: jedno z nich¹ dały liczbę następującą na wiek Systemu Słonecznego (czyli również początek formowania się Ziemi): 4,567 miliardów lat.

Badania izotopów (jąder atomowych tych samych pierwiastków, ale różniących się masami) pozwalają na ocenę wieku Systemu Słonecznego. Według ostatnich danych Słońce (i planety) uformowały się 4,567 miliarda lat temu. To znaczy, że Ziemia, jako planeta (nie „ziemia” jako materia) powstała dopiero po upływie dwóch trzecich wieku Wszechświata.

Podobne badania pozwalają na stwierdzenie, kiedy powstały pierwsze skały. Najstarsze znajdują się na Grenlandii, w Kanadzie i w Skandynawii. Wydaje się, że gnejsy (tzn. mocno zdeformowane granity) kanadyjskie mają 4,28 miliarda lat²: pierwsze stałe „wyspy” na Ziemi jeszcze bardzo gorącej.

Różne oceny wskazują, że glob ziemski uformował się bardzo szybko (jak na skalę kosmiczną czasu), tzn. w ciągu 10 milionów lat. Mniej więcej 100 milionów lat później, wydarzyła się gigantyczna katastrofa: obiekt wielkości Marsa uderzył w Ziemię, jeszcze na wpół płynną i ogromna „kropla” lawy została wyrzucona w kosmos. W ciągu 24 godzin powstał Księżyc. Były to najbardziej przeraźliwe godziny w historii naszej planety: cała kula ziemską mogła się rozpaść. Tego rodzaju kataklizm już nigdy więcej się nie wydarzył.

Porównując wiek Systemu Słonecznego z wiekiem Wszechświata dochodzimy do wniosku, że przeszło dwie trzecie wieku tego ostatniego i dopiero później rozbliżyło Słońce i powstała „ziemia” (używając ortografii z Biblii. Był to akurat „trzeci” dzień?

¹ M. BOYET, R.W. CARLSON, *^{142}Nd Evidence for Early (>4.53 Ga) Global Differentiation of the Silicate Earth*, «Science» 309 (2005) p. 576.

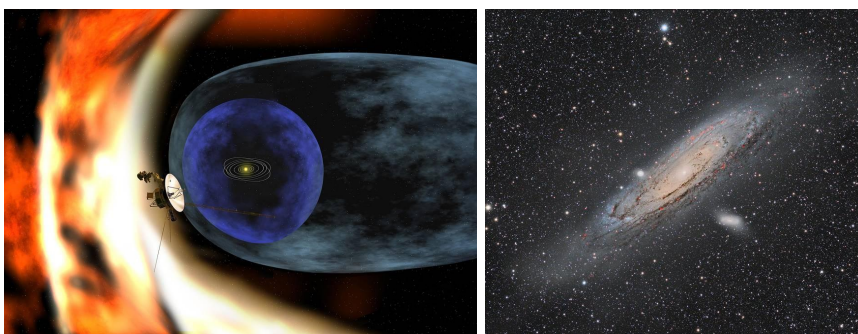
² J. O'NEIL *et al.*, *Neodymium-142 Evidence for Hadean Mafic Crust*, «Science» 321 (2008), p. 1828.

4.2. Planetka na peryferiach

Ziemia w żadnej mierze nie zajmuje pozycji centralnej: to trzecia planeta w Układzie Słonecznym (ani blisko ani daleko) a i samo Słońce znajduje się raczej na peryferiach naszej Galaktyki (około 30 tys. lat świetlnych od środka, w porównaniu z jej promieniem około 80 tys.).

Położenie na peryferiach ma swoje zalety: w centrum galaktyki znajduje się gigantyczna czarna dziura³, która wsysając materię emituje⁴ ogromne ilości promieniowania rentgenowskiego i gamma. Promieniowanie to, jak już zrozumieliśmy, jest zabójcze dla życia opartego o węgiel i dla delikatnych wiązań chemii organicznej.

W 2012 roku sonda kosmiczna Voyager, wysłana w 1977 roku, doleciała poza orbity ostatnich planet, na odległość 130 razy większą niż dystans Ziemia-Słońce. Odkryto, że cały Układ Słoneczny znajduje się wewnątrz gigantycznego "jaja", utworzonego przez wiatr słoneczny (rys. 4.2). Wiatr ten odpycha napływ energetycznych, zjonizowanych cząstek, wypełniających przestrzeń międzygwiazdową.



Rys. 4.2. (a) W 2012 r. sonda Voyager-1 doleciała do miejsca, które można by nazwać "otoczką" Układu Słonecznego – swego rodzaju skorupką jaja, granicą pomiędzy delikatnym wiatrem słonecznym i znacznie bardziej energetycznym strumieniem jonów z przestrzeni międzygwiazdowej. Ta granica znajduje się 130 razy dalej od Słońca niż Ziemia: światło potrzebuje 20 godzin, aby stamtąd dotrzeć. (b) Z dużą dozą pewności nasza Galaktyka jest podobna do widocznej gołym okiem galaktyki Andromedy. Słońce znajduje się mniej więcej w odległości 1/3 do centrum Galaktyki, czyli daleko od źródła silnego promieniowania, jakim jest gigantyczna czarna dziura w tym centrum. ŹRÓDŁO: NASA; D. WOS.

³ Dopiero w 2019 r. astronomom udało się sfotografować (za pomocą radioteleskopów) promieniowanie emitowane przez czarną dziurę w centrum pobliskiej galaktyki. Nagroda Nobla w 2020 roku została przyznana za odkrycie czarnej dziury w centrum naszej Galaktyki.

⁴ Każdy ładunek elektryczny (a materia gwiazd jest zjonizowana) emituje promieniowanie elektromagnetyczne (na przykład rentgenowskie), kiedy zostaje przyspieszona. Jedynym wyjątkiem są stacjonarne orbity atomu, zgodnie z "postulatami" Bohra, zob. rozdział 3.7.

Znacznie większe odległości dzielą nas od najbliższych gwiazd: 4 lata świetlne (tj. 2 tysiące razy więcej niż nasze słoneczne “jajo”) od Proxima (czyli Najbliższa) Centauri, 8 lat świetlnych od Syriusza, 640 lat świetlnych od Betelzegei – czerwonego olbrzyma, który może wybuchnąć w ciągu najbliższych kilkuset lat. Również hipotetyczny obłok Oorta, “parking” wielu komet, które mogłyby uderzyć w Ziemię, znajduje się w odpowiedniej odległości (roku świetlnego⁵). I tak, w obecnej epoce przyloty komet są rzadkimi zdarzeniami. Jak było to widać przy okazji zderzenia komety Shoemaker-Levy z Jowiszem w 1994 roku, są to zdarzenia potencjalnie bardzo niebezpieczne.

Również galaktyki są oddzielone ogromnymi pustymi przestrzeniami: ta Andromedy znajduje się o 2,5 mln lat świetlnych od Ziemi. Ale się do siebie zbliżamy – zderzenie nastąpi za 2 mln lat. O ile nawet istnienie naszej gwiazdy nie powinno być zagrożone, możliwe konsekwencje dla zjawiska tak delikatnego jak życie mogą być fatalne.

W ostatnich latach odkryto tysiące planet wokół różnych gwiazd. Może nawet większość gwiazd ma własne systemy planetarne. Ale wszystkie systemy odkryte do dziś (około 4 tysiące planet) różnią się bardzo od Układu Słonecznego: składają się albo z gigantycznych planet gazowych jak Jowisz, w większości jednocześnie bardzo gorących (coś w rodzaju nie zapalonych małych gwiazd) albo z planet skalistych, ale krążących bardzo blisko dookoła swojej gwiazdy (jak system *Trapist-1*). Układ Słoneczny, nieco zagubiony w kosmosie, nadal wydaje się unikalny.

4.3. Skąd się biorą pory roku?

Kolejne następowanie po sobie pór roku może się czasem wydawać męczące: nie byłoby lepiej, by istniała jedna tylko pora roku, ciepła i słoneczna?

Pory roku wynikają z nachylenia osi ziemskiej: kąt tego nachylenia to 23,5°. Jest to kąt całkiem spory: oznacza, że między położeniem Słońca na niebie w południe w zimie (23 grudnia) i w lecie (22 czerwca) różnica wynosi aż 47°, tzn. połowa kąta prostego. Nie jest to więc tylko nasze wrażenie, że Słońce w zimie (w Toruniu) ledwo, ledwo wychodzi ponad horyzont, a na Sycylii latem pali prosto z góry.

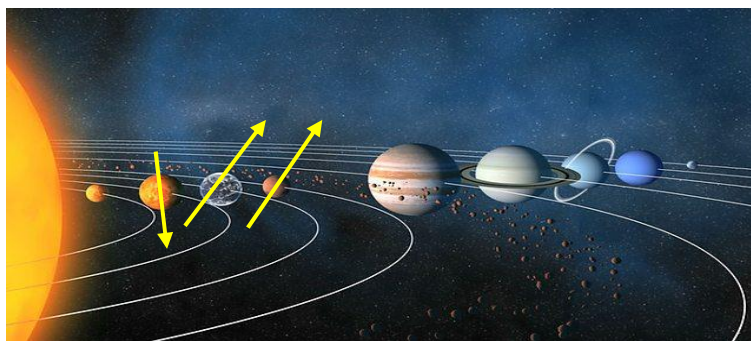
⁵Obłok Oorta znajduje się zapewne na granicach chmury powstałej po wybuchu proto-Słońca, jak to widzimy w „mgławicach” proto-planetarnych po wybuchach super-nowych.

Pory roku pozwalają nie tylko na zimowe wakacje na nartach a letnie nad morzem: przede wszystkim pozwalają roślinności na odpoczynek. Zmieniająca się ilość docierającego promieniowania słonecznego do określonych regionów kuli ziemskiej jest siłą napędową prądów oceanicznych i wiatrów. Dobroczynny "Niño" przynoszący obfite połowy ryb u wybrzeży Chile jest zjawiskiem sezonowym. Nawet Krzysztof Kolumb wiedział, że pasaty wieją na zachód we wrześniu a na wschód w marcu. I tam, i z powrotem popłynął z wiatrem.

Ale przede wszystkim, dzięki porom roku nie ma na kuli ziemskiej martwych stref. Tam gdzie słońce jest nisko nad horyzontem (powyżej koła polarnego) jaśnieje bez przerwy na niebie przez pół roku: to polarny „dzień”. Na Alasce w czasie dnia polarnego temperatura dochodzi do 30°C, więcej niż w położonym bardziej na południe Seattle.

Zresztą, i zima jest potrzebna: białe misie czekają na nadejście mrozów, kiedy pokrywa lodowa sięga aż do kontynentu, by móc polować na fok, gdy te wynurzą się z przerębli dla zaczerpnięcia powietrza. Ostatnio rodzi się problem: wraz ze stałym choć powolnym ociepleniem łodolód zaczyna topnieć. Ale z kolei dłuższe lato sprzyja rozmnażaniu się fok. I kiedy niedźwiedzie w Arktyce zaczynają głodówkę, na Antarktydzie pingwiny wysiadują jaja.

I tak, życie biologiczne na Ziemi nie ustaje nigdy. A drzewa, które zimą odpoczywają, żyją dłużej.



Rys. 4.3. Układ Słoneczny: cztery mniejsze planety, zbudowane z cięższej (metalicznej i skalistej) materii znajdują się wewnątrz (orbita Marsa ma promień 1,5 razy większy niż Ziemi). Planety zewnętrzne, znacznie większe, krążą na orbitach od 5-ju (Jowisz) do 30-tu razy (Neptun) dalszych niż Ziemia. Wszystkie te zewnętrzne planety, szczególnie Jowisz, spełniają rolę „osłaniania” Ziemia przed bombardowaniem meteoritami. Wszystkie planety krążą się: Jowisz i Saturn z okresem około 10 godzin, Ziemia i Mars około 24 godziny, Wenus raz na 9 miesięcy (i w przeciwnym kierunku). <https://tragicocomedia.files.wordpress.com/2015/11/solar-system.jpg>.

Przyczyną pór roku jest nachylenie osi ziemskiej, ale samo to nachylenie nie wystarczyłoby dla utrzymania się życia na Ziemi: potrzebna jest stabilizacja tej osi w długich okresach czasu - setek milionów lat. Podobne nachylenie osi ma Mars. Ale w odróżnieniu od Ziemi, Marsa praktycznie nie ma atmosfery i pola magnetycznego; nie ma też, tak dużego jak Ziemia, Księżyca. Okazuje się, że nasz towarzysz, jedyny naturalny satelita, Księżyc odgrywa ważną rolę w stabilizacji ruchów Ziemi.

4.4. Satelita, czyli towarzysz

Nasz glob jest szczególny w całym Układzie Słonecznym, również z uwagi na swój Księżyc, którego rozmiary (tzn. średnica) wynoszą w przybliżeniu 1/4 Ziemi. Masa Księżyca to 1/81 masy Ziemi a odległość między tym ciałami jest stosunkowo nieduża: nieco ponad 30 średnic Ziemi (waha się okresowo od 364 do 404 tysięcy kilometrów). W przypadku gwiazd mówilibyśmy o układzie podwójnym. I rzeczywiście, ruchy Ziemi i Księżyca są skorelowane: Księżyc kręci się wokół własnej osi ale z okresem równym okresowi swego obiegu dookoła Ziemi⁶ (28,9 dni⁷). Dokładniej: to nie Księżyc obiega Ziemię ale oba te ciała niebieskie krążą dookoła wspólnego środka masy, około 1700 km pod powierzchnią Ziemi (przy jej promieniu 6378 km).

W 1994 roku trzech matematycy francuscy pokazali⁸, że Księżyc spełnia rolę stabilizacji Ziemi. Bez niego oś Ziemia podlegałaby silnym wahaniom, nawet do 30° w ciągu niewielu milionów lat, co uniemożliwiłoby rozwój życia. Rolę Księżyca można przyrównać do tyczki, którą trzyma ekwilibrysta aby nie spaść z liny, rys. 4.4b.

Oś Marsa jest nachylona w podobny sposób (25°) jak ziemską, ale ponieważ brakuje ciężkiego księżyca (Mars ma tylko dwa małe satelity) jej pochylenie ulega silnym zmianom (od 10° do 60°) w długich okresach czasu. Jak to komentuje jedno z najbardziej prestiżowych

⁶ Innym podobnym systemem jest Pluton, ze swoim największym satelitą Charonem. Okresy obrotów Charona i Plutona są równe okresowi ich wzajemnego obiegu. Ale Pluton jest znacznie mniejszy od Ziemi.

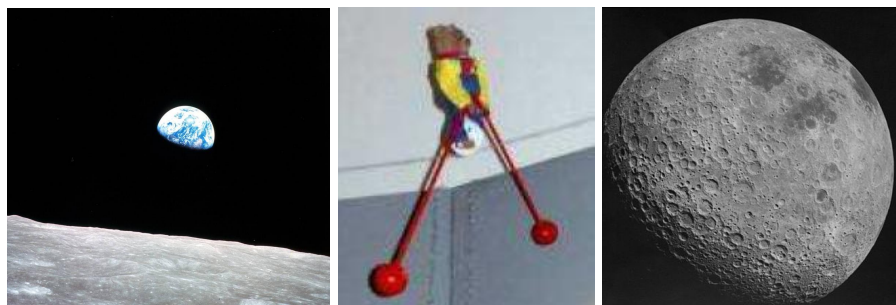
⁷ Mówimy o miesiącu synodycznym, czyli obiegu dookoła Ziemi w systemie odniesienia Ziemi (która z kolei obiega Słońce). Okres obiegu Księżyca dookoła Ziemi w odniesieniu do gwiazd stałych to 27,3 dnia (miesiąc syderalny).

⁸ J. LASKAR, F. JOUTEL, PH. ROBUTEL, "Stabilization of the Earth's obliquity by the Moon", «Nature» 361 (1993), p. 615.

czasopism naukowych, «Science»⁹, te zmiany spowodowały silne zmiany klimatyczne, które przyczyniły się do utraty atmosfery, pozostawiając na Marsie „pustynię wysuszoną do kości”, jak dzisiaj widzimy Czerwoną Planetę.

Księżyc spełnia jeszcze jedną funkcję: powoduje przyływy. Budowniczym statków w Londynie (gdzie przyływy przekraczają wysokość 5 metrów) odpływy pozwalają pracować na suchym lądzie (co prawda tylko przez 6 godzin) i zaraz po tym wodować łódzie, bez ich przeciągania. Jak dużą rolę odkrywają pływy morskie można zobaczyć np. na plaży w Jesolo, koło Wenecji: jak tylko morze się cofa, natychmiast pojawiają się kraby, aby znaleźć coś do jedzenia.

W przeszłości, gdy Księżyc krążył znacznie bliżej Ziemi¹⁰, przyływy były znacznie większe. Ryby, które przy odpływie pozostawały na plaży, musiały rozwinąć alternatywne sposoby oddychania: narodziły się płazy.



Rys 4.4. (a) Zdjęcie Ziemi wykonane przez astronautów "Apollo" robi wrażenie, że Ziemia "wschodzi" ponad horyzontu Księżyca; w rzeczywistości w określonym punkcie Księżyca Ziemia wisi nieruchomo nad horyzontem jak lampa uliczna, a jedynie kręci się, raz na 23h56' i wykazuje fazy, jak Księżyc widziany z Ziemi. (b) Księżyc działa jak przeciwwaga, dla stabilizacji ruchów Ziemi. (c) Druga, niewidoczna z Ziemi strona Księżyca jest poorana kraterami po meteorytach: tam ląduje wiele z tych, które katastrofalnie spadłyby na Ziemię. NASA; GK; Wikipedia.

⁹ «That caused huge climate variations that in turn could have contributed to the loss of most of the planet's atmosphere, leaving Mars the bone-dry desert world that it is now. Since then, most astrobiologists have assumed that Earth-like planets in other solar systems would need a comparatively large moon to support complex life over long periods of time.» <http://www.sciencemag.org/news/2011/05/who-needs-moon>.

¹⁰ Astronauci Apollo umieścili na Księżycu zwierciadła, które odbijają promienie lasera wysyłane z Ziemi. W ten sposób odkryto, że Księżyc oddala się od nas około 3 cm na rok. Za parę milionów lat nie będzie już tak spektakularnych zjawisk jak całkowite zaćmienia Słońca.

Obecność Księżyca wydaje się być niezbędna dla istnienia życia, a przypuszczamy, że nie więcej niż 1% planet poza-słonecznych ma satelity. Govert Schilling w cytowanym już *flashu* «Science» “kto potrzebuje Księżyca?” tak kontynuuje: «To oznaczałoby, że planet, które mogą gościć rozwinięte formy życia może być stosunkowo niewiele»¹¹.

Kiedy człowiek, w bezpośredniej transmisji z Apollo 8 zobaczył po raz pierwszy niebieską, pokrytą chmurami Ziemię, wznoszącą się ponad horyzont Księżyca, został ogarnięty rodzajem szacunku zmieszanego z niepokojem i podziwem¹². Trzej astronauty, lecąc w kierunku naszego Globu zaczęli na przemian czytać fragmenty *Księgi Rodzaju*.

4.5. Bacon: Wielkanoc zbyt wcześnie

Ziemia kręci się jak skrzywiony bąk (żyroskop¹³). Ale zabawkowy bączek „waha się”, to znaczy zatacza dodatkowe kręgi dookoła pionowej osi. Ziemia również „waha się”, ale będąc znacznie większa, te jej kręgi są bardzo wolne (jeden raz na 25 tysięcy lat). Nazwa tego zjawiska, znanego również przez Kopernika, to *precesja*. Więcej – to precesja osi Ziemi była przyczyną reformy kalendarza wypracowanej przez Kościół Katolicki w czasach Kopernika i wprowadzonej przez Papieża Grzegorz VIII. Dlaczego?

Święta Bożego Narodzenia, nie mając dokładnej daty, zostały ustalone w dzień przesilenia zimowego. Dla Zmartwychwstania mamy świadectwa niepodważalne, jak na przykład Święty Całun¹⁴: przypada ono w dzień Paschy (tj. Przejścia) żydowskiego. Ale jest to święto ruchome – przypada w niedzielę, po pierwszej wiosennej pełni Księżyca. Trzeba więc dokładnie określić początek wiosny.

¹¹ “That would mean that planets harboring complex life might be relatively rare.”
FONTE: <http://www.sciencemag.org/news/2011/05/who-needs-moon>.

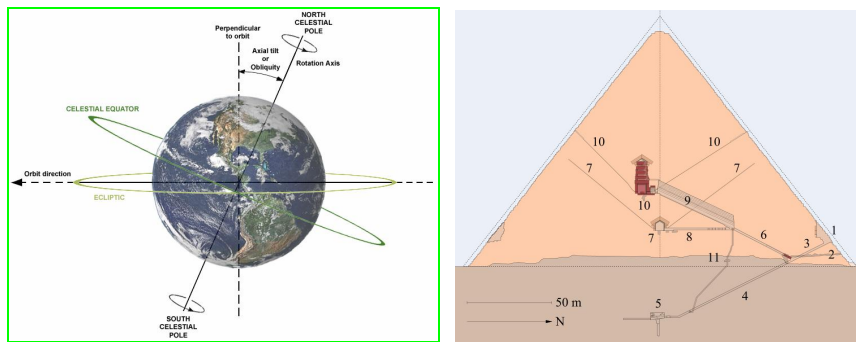
¹² «Said Lovell, ‘The vast loneliness is awe-inspiring and it makes you realize just what you have back there on Earth.’ They ended the broadcast with the crew taking turns reading from the book of Genesis.» FONTE: NASA https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1249.html.

¹³ Dla dokładniejszego fizycznego opisu zob. K. Służewski, G. Karwasz, *Fizyka i zabawki – wyjść poza fenomenologię, O żyroskopach, systemie słonecznym i momencie pędu*. Fizyka w Szkole, 3/2014. 25-52, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2014/FwSzk_baczkim.pdf; wersja multimedialna: http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/372

¹⁴ Szczegółowe badania Świętego Całunu opisuje np. profesor medycyny sądowej z Turynu, w książce PIERLUIGI BAIMA BOLLONE: 2015. *La Nuova Indagine sulla Sindone. Due mila anni di storia e le ultime prove scientifiche*, Priuli & Verlucca, Ivrea 2015.

Nie jest to trudne, jeśli jako punkt odniesienia przyjmiemy moment, kiedy Słońce wkracza w znak zodiakalny Barana. Tak było przez ponad tysiąc lat, od reformy kalendarza zatwierdzonej przez Juliusza Cezara. Ale z punktu widzenia praktycznego, w szczególności dla rolnictwa, byłoby dużo lepiej zorganizować się według pór roku, wybierając jako odniesienie dzień równonocy. Już kalendarz neolityczny w Stonehenge (i podobne konstrukcje odkryte na Malcie) działały w ten sposób: megality, czyli ogromne głazy zostały umieszczone tak, że wskazywały przesilenie letnie. I tak kalendarz juliański, wraz z upływem czasu, zaczynał stopniowo się mylić. Problem stał się naglący w Średniowieczu.

Średniowiecze, w przeciwieństwie do potocznych opinii było okresem wielkiego postępu technologicznego: pług, wiatraki, płodozmiian w rolnictwie, a nawet guziki są wynalazkami średniowiecznymi. Dało też wielkie odkrycia naukowe: Jan Buridian (ca. 1300-1360) odkrył zasadę bezwładności, która odpowiada pierwszemu prawu mechaniki Newtona. Witelon (c. 1237-1300), ksiądz pochodzenia polskiego (i z Turyngii) uporządkował optykę, wprowadził prawo odbicia, skonstruował peryskop, opisał anatomię oka i rozważał percepcję widzenia¹⁵.



Rysunek 4.5. (a) Trzy ruchy kuli ziemskiej: oprócz rotacji wokół własnej osi i obiegu rocznego dookoła Słońca, biegun północny osi ziemskiej zatacza pełen krąg w ciągu 25 tysięcy lat. Ten ruch, zwany precesją, znany był również Kopernikowi: konieczność jego wyjaśnienia była jednym z powodów, dla których napisał swoje dzieło. (b) przekrój piramidy Cheopsa: jeden z kanałów „witrzenia” celował w gwiazdę polarną, którą w roku 2500 AC była Thuban. Dziś Gwiazdą Polarną jest *alfa* w Małym Wozie. ŹRÓDŁO: Wikipedia, DENIS NILLSON, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AxialTiltObliquity.png>; «Nature», 2017/11/02.

¹⁵ Na temat percepcji trójwymiarowej Witelo pisał: «Kiedy patrzymy na obiekt, nie widzimy go nigdy w całej jego rozciągłości przestrzennej; to oceniająca funkcja duszy mówi nam, że widzimy obiekt, a nie jego obraz». Witelo, *De Perspectiva*, UMK, 2004.

Przesuwanie się równonocy wiosennej w kierunku lutego zostało nazwane „przed-sunięciem”, z łaciny *pre-cesja*. Dziś tego terminu używa fizyka: to powolne krążenie osi ziemskiej tak jak pochylonego, rozkręconego bąka. Możemy to zaobserwować jako powolne przesuwanie się gwiazdy polarnej. Dziś jest to *alfa* małej Niedźwiedzicy (czyli Małego Wozu), ale nie było tak pięć tysięcy lat temu, kiedy budowano piramidę Cheopsa. Jedne z kanałów z komory grobowej faraona celował w gwiazdę polarną, ale nie była to dzisiejsza *alfa Ursa Minoris*. Pięć tysięcy lat temu oś obrotu Ziemi celowała w gwiazdę *Thuban* w konstelacji Smoka.

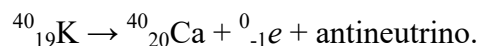
Mikołaj Kopernik był jednym z ekspertów powołanych przez Papięza dla rozwiązania problemu precesji. I rzeczywiście, już na pierwszych stronach swego dzieła pisze, że Ziemia wykonuje trzy ruchy: rewolucja kopernikańska narodziła się, po części, z konieczności kosmicznej.

4.6. Dlaczego zdarzają się trzęsienia ziemi?

Trzęsienia ziemi są jednym z najstraszniejszych kataklizmów. Ludzie o tym wiedzą od wieków. I tak wschodnie wybrzeże Półwyspu Apenińskiego (rejon Umbrii) jest słabo zurbanizowane w porównaniu z wybrzeżem zachodnim (Neapol, Rzym), mimo że tam są wulkany.

Geologowie odpowiadają, że trzęsienia ziemi zachodzą na skutek ruchów płyt kontynentalnych. Półwysep Apeniński 20 milionów lat temu oderwał się od wybrzeża Afryki (w rejonie dzisiejszej Tunezji) i kręca się odwrotnie do ruchu wskazówek zegara uderzył w kontynent europejski: rejonem zderzenia się Alpy.

Ale dlaczego cztery miliardy lat po powstaniu skorupa ziemiska (bardzo cienka, od 20 do 60 km zaledwie) jeszcze się nie zestaliła? Odpowiada fizyka jądrowa. Skorupa ziemiska zawiera metale, które tworzą tlenki, a wśród nich jest ciężki uran i lekki potas, składnik gliny (i naszych organizmów). Zarówno uran jak potas są radioaktywne, ale na różne sposoby. Uran rozpada się według reakcji (3.4) z poprzedniego rozdziału. Potas zamienia się w wapń, według reakcji



Zarówno uran jak potas są *słabo* radioaktywne. Słabo oznacza, że niewiele jąder rozpada się jednostce czasu; niewiele oznacza, że reakcja jest powolna czyli zajmuje wiele czasu. Dla potasu ${}^{40}\text{K}$ czas poło-

wicznego zaniku¹⁶ wynosi 1,2 miliarda lat; dla uranu ^{238}U aż 4,4 miliarda lat, czas porównywalny z wiekiem Ziemi. Innymi słowy, na Ziemi pozostaje ciągle połowa uranu, który powstał w proto-Słońcu.

Tu dochodzimy do konkluzji: skorupa ziemska pozostaje w ciągłym ruchu, ponieważ jest podgrzewana od spodu. Bilans dokładny został uzyskany w 2011 roku przez pomiar strumienia neutrin z reakcji (3.4). Okazuje się, że połowa ciepła wypływającego z wnętrza Ziemi pochodzi nadal ze stygnięcia jądra (o temperaturze ponad 5 tys. stopni); udział rozpadów potasu i uranu odpowiada za pozostałą połowę ciepła, mniej więcej w równych częściach.



Rysunek 4.6. (a) Strumień ciepła z wnętrza Ziemi wytwarza prądy konwekcyjne, które powodują erupcje wulkanów i dryf kontynentów, jak w tej lampie „lawy” (b) Przekrój Ziemi przypomina owoc awokado: mniej więcej połowa to żelazne jądro, płynne na zewnątrz i stałe w środku; kolejna warstwa, półpłynna jak mięsz awokado to płaszcz; jedynie wierzchnia warstwa, bardzo cienka (10 km pod oceanami, 70 km w Skandynawii) jest stała” łańcuch górskie to jak szorstka powierzchnia awokado. (c) Trzęsienia ziemi zdarzają się, kiedy przemieszczenia płyt kontynentalnych jest nierównomierne. Tu pokazujemy sytuację w Japonii: cienka płyta Pacyfiku wsuwa się pod grubą płytę Eurazji; na „przedmurzu” wyrastają wulkaniczne wyspy a na „szwie” zdarzają się trzęsienia ziemi. ŹRÓDŁO: GK.

Trzęsienia ziemi są okropnymi katastrofami, spowodowanymi ruchami płyt tektonicznych, które zderzają się i jedna nich się wnosi (tak powstały Himalaje) a druga zapada (tak powstają najgłębsze rowy tektoniczne, jak Wysp Mariańskich czy u wschodnich wybrzeży Japonii). Zapadając się, płyta się topi (stąd wulkany na zachodnim wybrzeżu Ameryki Południowej - w Andach i w Japonii). Wapień (CaCO_3) z osadów na dnie mórz rozkłada się, uwalniając do atmosfery CO_2 , co zapewnia efekt cieplarniany, niezbędny dla życia. Omówimy to dalej.

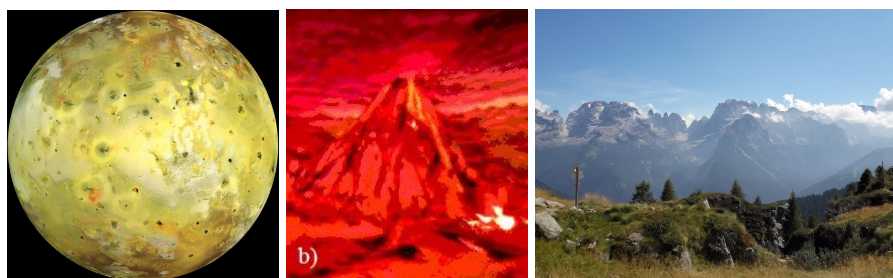
¹⁶ Przypominamy, że czas połowicznego zaniku to okres, w jakim połowa materiału radioaktywnego rozpada się.

4.7. Dlaczego nie ma życia na Marsie?

Mars (a także Wenus) to planety bardzo podobne do Ziemi: w podobnej odległości o Słońca (Mars 50% dalej a Wenus 25% bliżej) i nieco jedynie mniejsze. Ale temperatura średnia na Marsie wynosi -40°C a na Wenus $+400^{\circ}\text{C}$. Co powoduje tak duże różnice? Czynniki pozornie nieistotne, jak skład atmosfery.

W pierwotnej atmosferze Ziemi nie było tlenu, który był związany z metalami w postaci tlenków a pozostała jego część tworzyła gazy jak CO_2 i SO_2 . Również woda była w postaci pary. Oprócz tego atmosfera była bogata w metan (CH_4), amoniak (NH_3), siarkowodór (H_2S) i cyjanowodór (HCN). W gwałtownych burzach z piorunami powstawały też tlenki azotu (czyli kwas azotowy). W konsekwencji ziemia zawierała sporo soli azotowych i rośliny rozwinęły metabolizm oparty o przyswajanie azotu z gleby a dwutlenku węgla z atmosfery.

Dziś proporcje są zupełnie odwrotne: azot w atmosferze znajduje się w swej formie cząsteczkowej N_2 , chemicznie mało aktywnej a z CO_2 w atmosferze zostały tylko ślady. Ogromne ilości CO_2 zostały „zakopane” wewnątrz skorupy ziemskiej. Część została zredukowana do czystego węgla (który wydobywamy w kopalniach), kolejna część w postaci węglowodorów (ropa naftowa, gaz) a reszta osiadła na dnie oceanów jako węglan wapnia (wapień, marmur). Ale to usuwanie dwutlenku węgla z atmosfery to dzieło życia na Ziemi, które pojawiło się jakieś 3,5 mld lat temu.

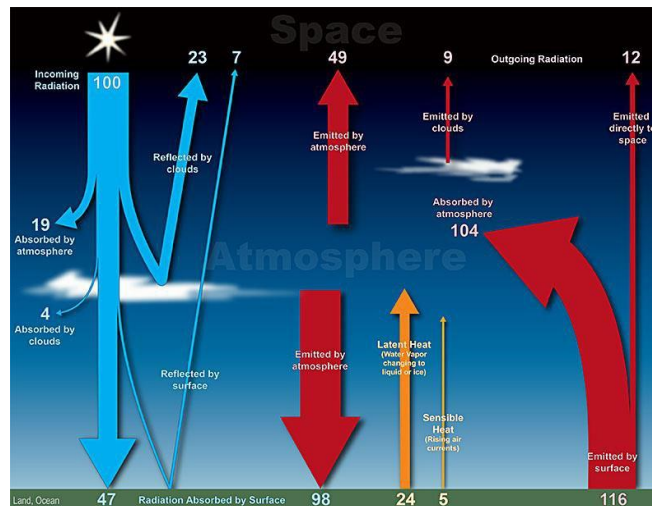


Rysunek 4.7. Ziemia przeszła długą historię zanim życie zagościło na “suchej powierzchni”, czyli ziemi. (a) Atmosfera pierwotna była nieprzezroczysta, pewno żółto-fioletowa jak dzisiejsza powierzchnia Io, jednego z satelitów Jowisza, odkrytego przez Galileusza: atmosfera Io zawiera dwutlenek siarki (SO_2). (b) Wizja artystyczna pierwotnej ziemi (“Geodium”, Toruń, koncepcja GK). (c) To życie biologiczne (i człowiek) uczynił ziemię tak piękną: Dolomiti di Brenta. ŹRÓDŁO: (a) NASA/Photojournal/PIA02308; (b, c) Foto: MARIA KARWASZ.

Życie na suchym lądzie pojawiło się mniej więcej pół miliarda lat temu: dopiero kiedy uzbierało się w atmosferze dość tlenu by zapewnić oddychanie pierwszym roślinom (i zwierzętom). Ale to właśnie życie, które najpierw zagościło w oceanach wyprodukowało ten tlen, którego dziś mamy w atmosferze aż 21%.

Na Marsie atmosfera jest rozrzedzona: tlen jest związany w postaci tlenków żelaza (stąd czerwony kolor powierzchni Marsa), a przede wszystkim jest bardzo zimno i brakuje wody w atmosferze. A zimno jest, bo brakuje w atmosferze pary wodnej. Wydaje się to paradoksalne, ale w elektronice nazywa się *feedback*, czyli „sprzężenie zwrotne”.

Średnia temperatura powierzchni Ziemi, obliczona z ilości energii docierającej ze Słońca powinna być -18°C , a jest $+15^{\circ}\text{C}$. Różnica aż o $+33\text{K}$ jest spowodowana specyficznym składem atmosfery, która zawiera zarówno CO_2 jak H_2O . Główne składniki atmosfery N_2 i O_2 są prostymi i symetrycznymi cząsteczkami (w odróżnieniu np. od NO , która jest asymetryczna). Cząsteczki asymetryczne jak H_2O mają ładunki elektryczne (dodatni i ujemny) przesunięte: w ten sposób pochłaniają promieniowanie elektromagnetyczne, w szczególności w zakresie podczerwieni (o tym za chwilę).



Rysunek 4.8. Bilans energetyczny Ziemi jest bardzo złożony. 50% energii słonecznej dochodzi w zakresie światła widzialnego, natomiast Ziemia emituje promieniowanie podczerwone. Chmury odbijają promienie Słońca ale gazy cieplarniane jak CO_2 i H_2O absorbują promieniowanie podczerwone i odsyłają z powrotem w kierunku ziemi. W ten sposób całkowita ilość energii „do dyspozycji” na poziomie ziemi wynosi 116% energii dochodzącej ze Słońca. ŹRÓDŁO: NOAA. https://www.weather.gov/images/jetstream/atmos/energy_balance.jpg.

Dziś atmosfera ziemiska zawiera¹⁷ 400 części na milion CO₂: wydaje się niewiele, ale jest to akurat, aby razem z parą wodną powodować „samoistny” wzrost temperatury na ziemi o wspomniane +33 K. Dwie cząsteczki absorbują promieniowanie podczerwone w sposób komplementarny: CO₂ zamyka „okno” absorpcji, które pozostaje otwarte w widmie H₂O.

A dlaczego ta absorpcja promieniowania nie powoduje obniżenia temperatury? Należy wyjaśnić jeden szczegół. Energia, która dociera ze Słońca, przychodzi głównie w formie światła widzialnego, z charakterystyczną temperaturą 5700 K. Temperatura Ziemi wynosi średnio 288 K (+15°), co odpowiada promieniowaniu podczerwonemu. Tak więc obecność CO₂ nie przeszkadza w docieraniu promieni słonecznych do ziemi, ale przeszkadza w ucieczce promieniowania podczerwonego (czyli ciepła) w kierunku kosmosu. Promieniowanie podczerwone wraca w kierunku powierzchni Ziemi: jak piłeczka w grze w ping-ponga. W ten sposób, nieco paradoksalnie, Ziemia dysponuje większą ilością energii niż otrzymuje jej ze Słońca: 116% (rys. 4.8).

CO₂ i H₂O są dwoma gazami odpowiedzialnymi za ten naturalny efekt cieplarniany: to dzięki nim kwitnie życie na Ziemi. W atmosferze Marsa jest CO₂, ale brakuje pary wodnej (ponieważ jest zbyt zimno). W ten sposób promieniowanie podczerwone nie zostaje uwięzione: efekt cieplarniany wynosi tylko +3 K. Na Wenus odwrotnie: znaczne ilości CO₂, SO₂ i H₂O powodują efekt cieplarniany około +350 K. Ani na Marsie ani na Wenus życie (dziś) nie istnieje. Ale są ku temu jeszcze inne motywy, o których powiemy za chwilę.

4.8. Serce z żelaza

Merkury, Mars, Wenus zależą do tej samej klasy planet jak Ziemia: telluryczne (z greckiego “ziemne”), czyli zbudowane z materii skalistej. Skład powierzchni Księżyca (skąd przywieziono próbki skał) i Marsa (gdzie je przeanalizowały autonomiczne roboty) nie różni się specjalnie od skał wulkanicznych na Ziemi. Na Marsie jest wręcz mnóstwo żelaza. Ale różnica polega na tym, że Ziemia jest jedyną z tych czterech planet, która posiada pole magnetyczne.

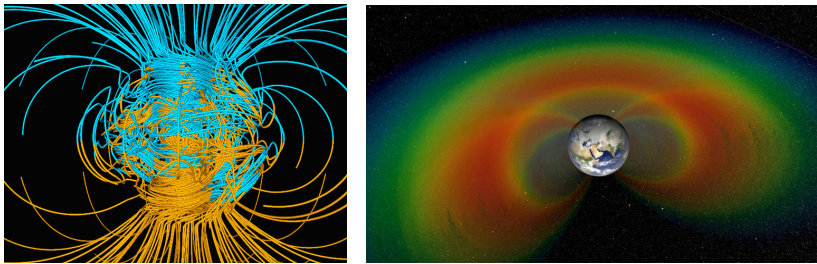
¹⁷ Jeszcze w 1900 r. atmosfera ziemiska zawierała tylko 270 ppm CO₂. Ten wzrost do 412 ppm dziś (2020) jest spowodowany działalnością człowieka, który spala zasoby węgla, „zakopane” przez organizmy żywe w formie węgla, węglowodorów przez parę miliardów lat.

Jądro atomu jest niezwykle małe: "jądro" Ziemi rozciąga się mniej więcej do połowy jej promienia¹⁸: powinno być nazywane raczej "pestką", jako że jest również twarde (i ciężkie). O ile gęstość typowa granitu (z którego jest zbudowana np. Skandynawia) wynosi $2,7\text{g/cm}^3$, gęstość średnia wyliczona dla całego globu to $5,5\text{g/cm}^3$ (gęstość żelaza pod normalnym ciśnieniem wynosi $7,8\text{g/cm}^3$): rozumie się więc, że jądro musi być zrobione z ciężkich materiałów.

Nie znamy dokładnego składu jądra Ziemi: na pewno jest w nim żelazo ale w jakiejś „ubitej” (i ciężkiej) fazie metalicznej. Jest też w nim nikiel: i żelazo i nikiel są magnetyczne. To żelazo w pestce Ziemi wytwarza pole magnetyczne, niezbędne dla życia na naszej Planecie.

Słońce, poza przyjemnym ciepłem (40% w widmie to promieniowanie podczerwone) i światłem, emituje również cząstki elektrycznie naładowane i energetyczne, które powstają w procesach atomowych na jego powierzchni. Strumień tych cząstek jest znaczny (to on powoduje świecenie zorzy polarnej) i mógłby uszkadzać struktury biologiczne, w szczególności DNA: pole magnetyczne chroni życie.

A i samo życie włączyło pole magnetyczne do swych procesów regulacyjnych: słowiki w Szwecji czekają na niewielki sygnał zmiany pola magnetycznego we wrześniu, aby zmienić upierzenie (i odlecieć na południe).



Rysunek 4.9. (a) Model dynamo magnetycznego Ziemi: skomplikowana struktura pola na powierzchni Ziemi jest spowodowana „skłębieniem się” linii wewnątrz żelaznego jądra, gorącego i kręcącego się (razem z całym globem). (b) Pole magnetyczne zabezpiecza nas przed napływem energetycznych cząstek ze Słońca (wiatrem słonecznym), które są niebezpieczne dla życia. Cząstki te zostają zogniskowane przez pole magnetyczne nad biegunami: obserwujemy zorzę polarną. ŹRÓDŁO: GARY A. GLATZMAIER; NASA/Goddard Space Flight Center.

¹⁸ Tak zwana nieciągłość Gutenberga, odkryta poprzez badanie propagacji fal sejsmicznych znajduje się na głębokości 2900 km i wskazuje na nagłą zmianę gęstości materiału, od 10g/cm^3 (więcej niż żelazo pod normalnym ciśnieniem) do $13,5\text{g/cm}^3$. Promień średni Ziemi to 6370 km; żelazne jądro rozciąga się mniej więcej do połowy promienia. .

Żółwie z Florydy używają pola magnetycznego aby złożyć jaja na tych samych plażach, na których się wykluły¹⁹. Bez wątpienia również gołębie latają według własnych magnetycznych map. A może i człowiek miał (lub nadal ma) taki sam zmysł?

4.9. Planeta reguluje się sama

Omówiliśmy, jak obecny skład atmosfery ustalił się w długim procesie przystosowania się do warunków życia. Wyjaśniliśmy też, że dobroczynny efekt cieplarniany, niezbędny dla życia jest zbyt niewielki na Marsie a zbyt duży na Wenus. Ale mówiąc o klimacie sprzyjającym życiu na Ziemi musimy omówić dokładniej wspomniane wcześniej sprzężenia zwrotne.

Te sprzężenia działają jak mechanizmy autoregulacji, które mogą prowadzić zarówno do stabilizacji jak do katastrofy. Regulując poziom głośno w telewizorze korzystamy ze wzmacniacza wewnątrz aparatu, który podnosi amplitudę sygnału niesionego przez fale elektromagnetyczne. Ale wzmacniacz akustyczny może generować bolesny dla ucha „pisk”, jeśli mikrofon do niego podłączony zostanie umieszczony zbyt blisko głośnika: powstało dodatnie sprzężenie zwrotne, które destabilizuje system.

Również w procesach klimatycznych mamy dwa typy sprzężenia. Obecność pary wodnej w atmosferze jest przykładem dodatniego, czyli destabilizującego sprzężenia zwrotnego. W paragrafie 4.8 podaliśmy zawartość CO₂ w atmosferze, ale nie H₂O. Ta ostatnia podlega właśnie sprzężeniu zwrotnemu.

Zawartość pary wodnej w powietrzu zależy od temperatury, wiemy to wszyscy. Na Syberii, zimą, powietrze wydychane z płuc zamienia się w mgłę, a nawet chmurę kryształków lodu. A kolei w saunie fińskiej można stracić przytomność, ponieważ w powietrzu jest aż 100% pary wodnej i brakuje tlenu.

Zawartość pary wodnej w powietrzu zmienia się silnie z temperaturą – im wyższa, tym więcej pary wodnej. A wiedząc, że H₂O w atmosferze jest gazem, który wpływa na efekt cieplarniany, występuje dodatnie sprzężenie zwrotne: jeśli rośnie temperatura to w konsekwencji również zawartość H₂O w atmosferze, wzmacnia się efekt cieplarnia-

¹⁹ G. KARWASZ, *Magnetyczne żółwie*, in: On the Track of Modern Physics, dydaktyka.fizyka.umk.pl/Physics_is_fun/html/turtle.html.

ny, czyli temperatura rośnie jeszcze bardziej. Ten mechanizm wywołał się w atmosferze Wenus (przy dużej zawartości innych gazów cieplarnianych, jak CO₂, SO₂).

Wiele czynników wpływa na temperaturę na Ziemi jak na przykład ilość promieniowania odbitego z powierzchni, zwanej *albedo*. Zależy ono od rodzaju roślinności na ziemi: śnieg odbija więcej promieniowania niż puszcza: śnieg charakteryzuje się szczególnie wysokim albedo. I tu pojawia się kolejne pozytywne sprzężenie zwrotne: przy obniżaniu się średniej temperatury Globu, rośnie powierzchnia przykryta śniegiem. W konsekwencji wzrasta albedo, więcej energii zostaje odbitej i średnia temperatura obniża się jeszcze bardziej.

Innymi słowy, wiele czynników przyczynia się do *niestabilności* klimatu na Ziemi. W ciągu ostatnich 500 tysięcy lat okresy lodowcowe przeplatały się z epokami cieplejszymi. A w odległej historii (1-2 miliardy lat temu) były okresy, gdy większa część globu była pokryta lodem: skały, które znajdowały się wówczas w rejonach równikowych noszą ślady erozji lodowcowej. Ale pokrywa lodowa winna spowodować wyginięcie życia? Tak, ale także przyspieszała ewolucję: życie kwitło dookoła wulkanów i ewolucja mogła „wypróbować” różne rozwiązania alternatywne, z których, po rozmrożeniu globu, zwyciężyła najlepsze. W chwili obecnej te hipotezy wymagają weryfikacji.



Rysunek 4.10. (a) W okresach globalnych zlodowaceń był już tlen w atmosferze: nad biegunami świeciła zora polarna - wzbudzone drobiny O₂ i NO (Geodium, Toruń, projekt GK). Być może, to właśnie obecność tlenu była powodem sporych wahań temperatury w skali globu. (b) Podmorskie kominy wulkaniczne są środowiskiem bogatym w różne, egzotyczne formy życia, które pozyskują energię do metabolizmu nie ze słońca, ale z reakcji chemicznych. (c) Pustynny pejzaż Marsa, bez wody i skał wapiennych. W czerwcu 2018 r., wydaje się, znaleziono ślady substancji pochodzących z osadów organicznych: nie można wykluczyć, że w odległych epokach istniały na Marsie jakieś prymitywne formy życia. NASA Astrobiology.

Wracając do sprzężeń zwrotnych, roślinność, i życie w ogólności, spełnia funkcję stabilizacyjną: gdy rośnie zawartość CO₂ a w konsekwencji temperatura i wilgotność polepszają się warunki dla wegetacji, więc rośnie asymilacja CO₂ przez rośliny. W efekcie spada zawartość CO₂ w atmosferze, itd.

Niektórzy autorzy personifikują tę auto-regulację planety Ziemia, pod mianem „Gaia”. Pomysł pochodzi z lat 70-tych zeszłego wieku, kiedy astrofizyk amerykański, James Lovelock, ekspert NASA z zadaniem weryfikacji, czy na Marsie może istnieć życie, odpowiedział negatywnie. Znakiem życia jest obecność tlenu: Ziemia widziana z kosmosu jest niebieska. Ale między procesami naturalnymi, rządzonymi przez zewnętrzne prawa a życiem inteligentnym istnieje zasadnicza różnica: „Gaia” jest tylko organizmem (nieożywionym), czyli *rzeczą zorganizowaną*, a nie *organizującą*.

Reasumując: obecny stan Ziemi jest w dużej mierze wynikiem pojawienia się i rozwoju życia na niej. Człowiek w znaczny sposób wpływa na własną planetę (co nakłada na niego sporą odpowiedzialność). Jednym z pierwszych, który to zrozumiał, był Św. Franciszek.

4.10. Ziemia dla Człowieka²⁰

Wraz z odkryciem systemów planetarnych wokół wielu gwiazd (satelita Kepler odkrył aż 7 planet dookoła gwiazdy Trapist-1), powraca pytanie, czy Ziemia jest jakąś specjalną planetą. Z punktu widzenia zasady antropicznej odpowiedź byłaby oczywista: tak, ponieważ na Ziemi istnieje inteligentne życie i jak dotąd nie mamy żadnego świadectwa ani archeologicznego ani astronomicznego, że istnieje gdziekolwiek we Wszechświecie (namacalnym, tzn. obserwowalnym za pomocą metod fizyki). Kościół Katolicki, poprzez słowa profesora George’a V. Coyne, dyrektora Obserwatorium Astronomicznego w Watykanie nie wyklucza takiej możliwości, ale też jej nie potwierdza²¹.

- Ojczy, czy ksiądz wierzy w inne zamieszkałe światy?

Jeżeli pozostaniemy przy danych statystycznych, bez wątplenia warunki dla życia powinny zaistnieć: nie tylko w jednym miejscu wszechświata. Gwiazd

²⁰ Używam tu tytułu wystawy popularno-naukowej stowarzyszenia “Mosaico”, która miała miejsce w Rimini w 2002 r.

²¹ V. MESSORI, *Inchiesta sul Cristianesimo. Quarantasette voci sul mistero della fede*. Oscar Mondadori, 2003 (prima edizione 1993), p. 168.

jak Słońce są setki miliardów, wewnątrz i poza naszą galaktyką, i jest pewne, że duża część ma systemy planetarne jak nasz słoneczny. Nawet będąc pesymistami i wykluczając sporą część tych planet, dochodzimy zawsze do ogromnej liczby ciał niebieskich, gdzie te same warunki do życia jak na Ziemi powinny zaistnieć. Ale uwaga, mówię o *warunkach*. Nie mówię, że w tych sprzyjających warunkach życie rzeczywiście się rozwinęło. Tylko tyle może powiedzieć naukowiec.

- A człowiek, ksiądz Coyne co myśli?

Osobiście, odkrywając, że nasza Ziemia to mniej, naprawdę mniej niż ziarenko piasku na ogromnej plaży, zastanawiam się, dlaczego Pan Bóg miałby stworzyć ten ogromny teatr tylko dla nas. Ale czy mamy prawo pytać o to? Nie jesteśmy Bogiem, nie możemy znać jego myśli. Prawo stworzenia wydaje się, zresztą, gigantyczną rozrzutnością: miliardy spermatozoidów wyrzucanych, z których dla przykładu tylko jeden – i nie zawsze na pewno – zapewnia reprodukcję. Taką samą rozrzutność obserwujemy, przynajmniej pozornie, patrząc na niebo. Jako osoba prywatna powiedziałbym tak! życie istnieje gdzie indziej. Ale nie mam żadnej pewności. Dla osoby wierzącej życie nie rodzi się przez przypadek, z praw statystyki, z korzystnej kombinacji fizyko-chemicznej: ewolucja rodzi się z *fiat* [niech się stanie!] boskiego i podąża według programu Stwórcy.

Bez wątpienia kosmologia, astronomia, geologia i fizyka dostarczają argumentów dla uznania szczególnego charakteru Ziemi: planeta skalista, z atmosferą chemicznie obojętną (oprócz tlenu, którego źródłem jest życie biologiczne), z dużymi zasobami wody, we „właściwej” odległości od Słońca dla zapewnienia odpowiedniego strumienia energii elektromagnetycznej. Z drugiej strony, obecność uranu i toru, pierwiastków, które muszą powstać w gwiazdach supernowych, zapewnia przesuwanie się płyt tektonicznych, a w rezultacie delikatną w atmosferze równowagę CO₂, który to jest „pożywieniem” dla roślin.

Również inne cięższe pierwiastki chemiczne (selen, miedź, brom, jod) nie występują w gwiazdach pierwszego pokolenia. Zasadnicza dla życia jest ogromna ilość żelaza, warunek auto-generacji pola magnetycznego w sercu Ziemi.

Obecność Księżyca, dużego i blisko, zapewnia nie tylko „nocne oświetlenie, ale przede wszystkim stabilność klimatu. Nie do pominięcia jest nachylenie osi ziemskiej – drugi skutek zderzenia, w którym powstał Księżyc. To nachylenie zapewnia pory roku a przez to skomplikowaną dynamikę prądów atmosferycznych i oceanicznych.

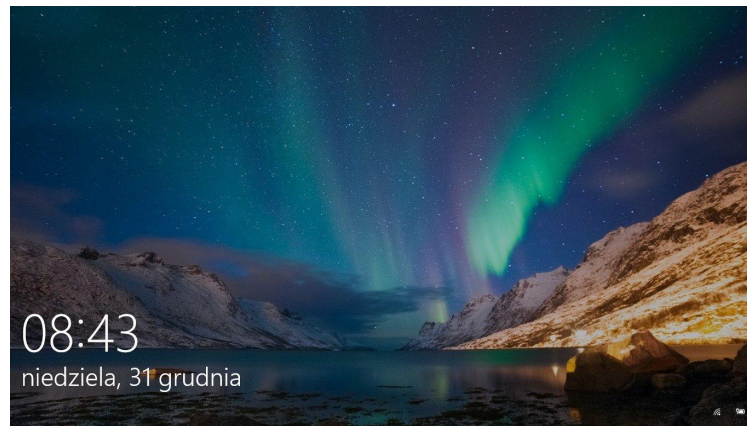
Podsumowując, dzięki całemu „zbiegowi okoliczności” między kosmologią, astronomią, geologią, klimatologią, Ziemia gości życie. Nie są to tylko czyste „zbiegi okoliczności”, ale cała sekwencja czasowa

zdarzeń: wybuch proto-Słońca, uformowanie się Ziemi, jej powolne stygnięcie, powstanie oceanów, produkcja tlenu, pierwsze zwierzęta na suchym lądzie etc.

Nie wiemy, czy życie powstało na Ziemi, czy też przybyło z kosmosu. Z dużym prawdopodobieństwem (naukowiec nigdy nie mówi o niemożności), Ziemia pozostaje jedynym miejscem, gdzie istnieje życie w całym Wszechświecie.

4.11. Życie poza Ziemią?

Od roku 1992, to jest od odkrycia pierwszego systemu planetarnego dookoła gwiazdy neutronowej (dzieło astronoma z Torunia, który pracował w USA, Aleksandra Wolszczana) rozwinięte zostały różne metody znajdowania zimnych obiektów (tzn. planet) w kosmosie. Używa się radioteleskopów, teleskopów optycznych a także specjalnie skonstruowanych satelitów (np. „Kepler”). Dziś (1 luty 2018) znamy prawie cztery tysiące planet (dokładnie²² 3728).



Rysunek 4.11. Skały, woda, śnieg, pole magnetyczne, tlen: te wszystkie elementy są widoczne na tym zdjęciu użytym jako tło ekranu przez Microsoft Windows 10 w dniu 31/12/2017.

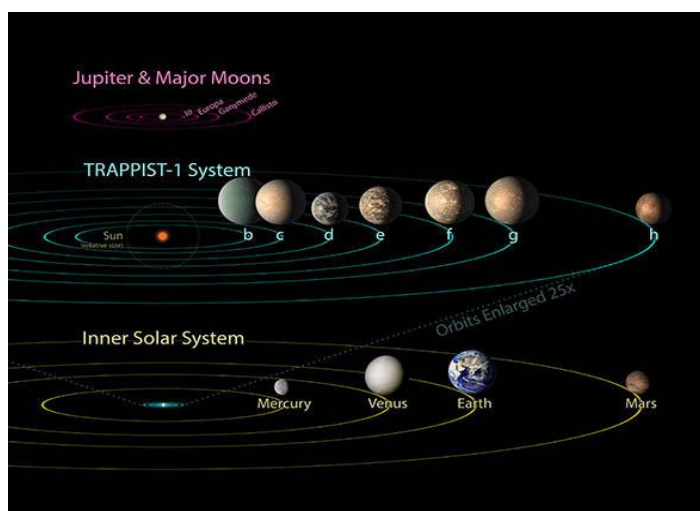
Większość z tych planet należy do kategorii zimnych gigantów gazowych, jak Jowisz i Saturn. Ostatnio zostały odkryte również planety mniejsze, ciężkie, przypuszczalnie skaliste, być może posiadające at-

²² https://en.wikipedia.org/wiki/Discoveries_of_exoplanets (dostęp 01/02/2018).

mosferę. Niektóre z nich mogą zawierać wodę w ilościach znacznie większych niż wszystkie oceany Ziemi. Szukamy, czy któraś z tych planet ma tlen w atmosferze. Sumarycznie, we całym Wszechświecie jest pewno miliard planet, jeśli nie znacznie więcej.

Czy istnieje życie na tych planetach? Nie wiemy nawet, czy warunki na nich mogłyby zapewnić życie. Gwiazda układu planetarnego Trappist-1 niedawno odkryta, to zimny, czerwony karzeł (tzn. gwiazda stosunkowo stara, na zaawansowanym etapie ewolucji), odległa od nas o 40 lat świetlnych. Okresy obiegu siedmiu planet dookoła gwiazdy (czyli długość ich planetarnego roku) wynoszą od 2 do 19 (ziemskich) dni. Jak mówi Natalie Batalha, badaczka misji Kepler, nie wiemy, czy planety Trappist-1 mogą gościć życie: «Nie liczy się kurz przed ich wykluciem»²³.

Ziemia pozostaje specjalną planetą dla życia. Dowód? To samo życie, zbudowane z pierwiastków chemicznych, które znajdują się na naszej planecie.



Rysunek 4.12. Siedem planet systemu Trappist dookoła czerwonego karła. Niezależnie od pozornego podobieństwa z Układem Słonecznym, planety przypominają bardziej Jowisza i jego księżycy: z okresami obiegu kilku dni i odległościami od gwiazdy mniejszymi niż odległość Słońce – Merkury. ŹRÓDŁO: NASA/JPL-Caltech.

²³ «They say not to count our chickens before they're hatched, but that's exactly what these results allow us to do based on probabilities that each egg (candidate) will hatch into a chick (bona fide planet).» <https://www.outerplaces.com/science/item/16234-kepler-nasa-exo-planets-life>.

„Stworzył mężczyznę i niewiastę”

Na początku poprzedniego rozdziału dyskutowaliśmy o tym, jak hipoteza o czysto chemicznym pochodzeniu życia może ukryć przed naszymi oczyma piękno ogromnego świata ożywionego. Podobnie założenie, że pochodzenie człowieka jest jedynie wynikiem procesów biologicznych zakwestionowałoby całe bogactwo ludzkiej kultury. Główną trudnością dla przyjęcia teorii ewolucji jest nacisk niektórych środowisk (zadeklarowanych ateistów), żeby zamknąć człowieka wyłącznie w świecie biologicznym. Zacznijmy więc od pytania zasadniczego: czy to prawda, że człowiek pochodzi od małpy?

6.1. Czy człowiek pochodzi od małpy?

Jednym z argumentów, który robi szerokie wrażenie, jest (pozorne) podobieństwo genetyczne pomiędzy człowiekiem a małpą. Rozgłasza się wszem i wobec, że DNA człowieka jest w 97,4% identyczne z DNA szympansa. Czyżby różnica była aż tak niewielka?

Wśród organizmów o najdokładniej przebadanym DNA znajdziemy rybę rozdymkę, *Takifugu rubripes*, która jest pysznym składnikiem japońskiego sushi, pomimo że jej mięso jest silnie trujące. Jej genom został rozszyfrowany w 2004 roku, zaraz po ludzkim¹. Dlaczego? Rozdymka tygrysia ma najmniejszy genom ze wszystkich kręgowców, liczący „zaledwie” 365 milionów liter. Dzięki takiej „ekonomicznej” budowie genomu, DNA rozdymki zawiera mało genów, które są niewykorzystywane, czyli redundantne². Człowieka i rozdymkę łączy 75% genomu, pomimo że dzieli nas 400 milionów lat

¹ *Macchina del tempo*, Październik 2002, <http://www.cinquantamila.it/storyTellerArticolo.php?storyId=000000084712>.

² Mała ilość zbędnych genów mogłaby oznaczać niewielki „margines bezpieczeństwa”, to jest niewielkie szanse na przeżycie gatunku w przypadku zmiany warunków życia.

ewolucji. Ponadto badanie genomu tej ryby umożliwiło rozpoznanie prawie tysiąca do tej pory niezidentyfikowanych genów ludzkich³.

Skąd biorą się te podobieństwa? Z faktu, że żyjemy w tym samym, wspólnym środowisku: atmosfera zawierająca tlen, metabolizm wykorzystujący identyczne mechanizmy, zasolenie oceanów, światło widzialne itp. A więc mamy w dużej mierze identyczne DNA jak muchy i pająki. Z szympansem łączy nas 98,6% DNA⁴. Nasz genom składa się z 3,3 miliarda liter (par kwasów nukleotydowych, A, G, C, T). Ale ludzkie DNA zawiera tylko około 30 tysięcy sensownych sekwencji („genów”), jak nazywa się je w genetyce.

Jak podkreśla Michael Gazzaniga (s. 49), te „30 000 tysięcy genów zajmuje tylko nieco więcej niż 1,5% całego genomu. Pozostałą jego część stanowi DNA niekodujące. Tak więc ogromna większość genomu po prostu jest, a jej funkcja pozostaje w dużej mierze nieznana”.

Cytując dalej Gazzanigę: czy te 1,4% genomu, które odróżnia nas od szympansa, może być przyczyną aż tak znaczących różnic? Nie chodzi tu wyłącznie o różnicę wynikającą z liczb, a przede wszystkim o odmienną funkcjonalną i ewolucyjną. Porównanie 33,3 milionów podstawowych sekwencji DNA chromosomu 22 u szympansa z chromosomem 21 u człowieka wykazało, że „1,44% tego chromosomu składa się z substytucji pojedynczych zasad, a ponadto stwierdziliśmy 68 000 zasad dodanych lub usuniętych. Różnice te są wystarczające do tego, aby zmienić kodowanie większości białek”. (s. 50)

Nie chodzi tu jednak wyłącznie o różnicę pod względem funkcji. Wygląda na to, że odkąd linie ewolucyjne człowieka i szympansa rozeszły się, obie one podążają w różnych kierunkach. „Ponadto wykazaliśmy odmienną ekspansję konkretnych podrodzin retrotranspozycji w obrębie różnych linii ewolucyjnych, co wskazuje na inny wpływ procesu retrotranspozycji na ewolucję człowieka i szympansa”⁵. Autorzy badania dochodzą do wniosku, że „zmiany w strukturze genomu po zakończeniu procesu *specjacji*, a także ich następstwa biologiczne wydają się bardziej złożone, niż pierwotnie przypuszczano”.

³ *Pufferfish DNA Yields Clues to Human Biology*, Joint Genome Institute, University of California, https://jgi.doe.gov/news_7_25_02/.

⁴ Różnice między 97% a 98% wynikają z różnych metodologii porównania genomów.

⁵ H. Watanabe i in., *DNA sequence and comparative analysis of chimpanzee chromosome 22*, „Nature” 429 (2004), s. 382-348, cytowany przez M.S. Gazzaniga, *Human*, s. 50. Fragmenty w języku polskim w tłumaczeniu Agnieszki Nowak-Młynikowskiej.

Powróćmy zatem do pytania zadanego na początku rozdziału: czy człowiek pochodzi od małpy? Genetyka odpowiada: zdecydowanie nie! Jest to podobieństwo całkowicie przypadkowe, a nie przyczynowe.

6.2. Mocno rozgałęzione drzewo

Liczne zachowania szympansov, na przykład umiejętność organizowania grupowych polowań, czy też łatwość z jaką uczą się „ludzkich” czynności, to kolejne argumenty wysuwane przez zwolenników naszego pokrewieństwa z małpami. Co więcej, na poparcie tej tezy przedstawia się wzruszające zdjęcia orangutanów trzymających młode na rękach, przywołuje się relacje społeczne w grupach goryli. Niektóre małpy wyciągają ręce po jedzenie, inne zakrywają głowy, jeśli chcą być pozostawione w spokoju, kapucynki czubate (*Cebus apella*) mają poczucie niesprawiedliwości, szympansy mszczą się i toczą ze sobą wojny⁶. Klasyfikacja biologiczna zalicza wszystkich nas razem: ludzi, małpy, lemury i wyraki do tego samego rzędu „naczelných”. Wszyscy mamy pięć palców i zęby przystosowane do wszystkożernej diety. Ale na czym dokładnie polegają te związki pokrewieństwa?

Człowiek i małpy człekokształtne mają wspólnych przodków, ale po rozdzieleniu podążają innymi liniami ewolucyjnymi. „Scientific American”, zilustrował swego czasu te wnioski za pomocą specjalnego drzewa genealogicznego (rys. 6.1).

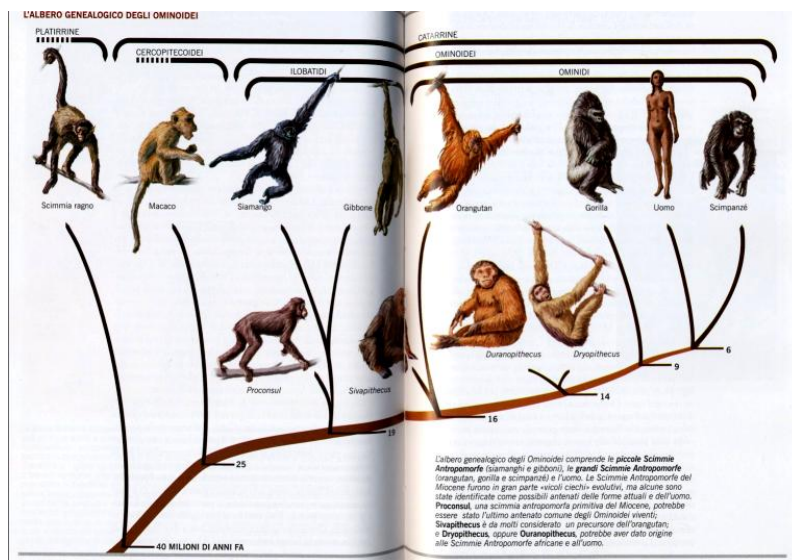
Szczególną cechą tego drzewa jest to, że uwzględnia „boczne” rozgałęzienia. *Homo sapiens* znajduje się na głównej linii rozwojowej, podczas gdy inne gatunki wyraźnie oddzieliły się w odległej przeszłości: szympansy 6 milionów lat temu, goryle 9 milionów lat temu, orangutany (o których często mówi się, że są do nas bardzo podobne) 16 milionów lat temu. Od tego czasu linie rozwoju nie przecinają się, nie przeplatają, nie mieszają. Oddzielenie się gałęzi innych naczelných miało miejsce dziesiątki milionów lat temu, na przykład żyjących w Ameryce Południowej czepiaków (ang. *spider monkey*) 40 milionów lat temu.

Rozwój rzędu naczelných rozpoczął się natychmiast, równoległe z rozwojem innych ssaków. Niedawne (2013 r.) odkrycie w Chinach pozwoliło na zidentyfikowanie małej myszy z długim ogonem, która

⁶ *Primati: 11 comportamenti tipicamente umani*, Focus, 22.02.2018 <https://www.focus.it/ambiente/animali/comportamenti-di-primati-tipicamente-umani>.

wspinała się na drzewa: *Archicebus Achilles*. Skamieniałość pochodzi sprzed 55 milionów lat, to zaledwie 10 milionów lat po zniknięciu dinozaurów. Prawdopodobnie *Archicebus* był przodkiem dzisiejszych wyraków, czyli małych nocnych małp.

Jeśli wziąć pod uwagę jedynie „naturalne” tempo ewolucji, czyli prawdopodobieństwo mutacji DNA oraz zmiany środowiskowe, to jest ona powolnym procesem. Dlatego trzeba było dziesiątków milionów lat, żeby powstał „biologiczny pojemnik” zdolny pomieścić bogactwo funkcji psychicznych człowieka. W tym czasie ewolucja pozostałych naczelnych podążyła innymi drogami. A co ze złożonymi zachowaniami społecznymi małp? To mechanizmy niezbędne do życia w grupie, ale nie mają one nic wspólnego z moralnością zarezerwowaną dla człowieka. Poza tym dystans dzielący *Archicebus* (czy innego ssaka, znajdującego się bezpośrednio na początku naszego drzewa genealogicznego) od *Homo sapiens* jest nadal bardzo duży.



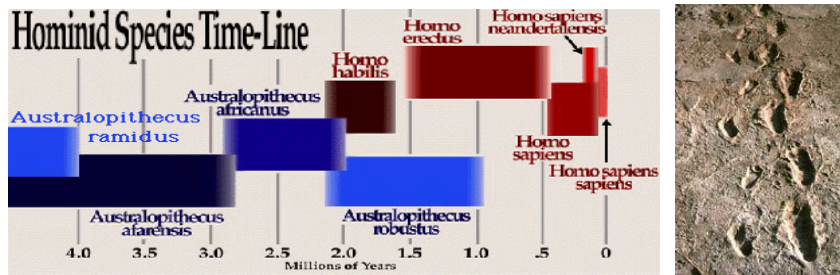
Rys. 6.1. Drzewo „genealogiczne” naczelnych, czyli małp, małp człekokształtnych i człowieka. Na drzewie widać postępujący rozwój gatunków, co niekoniecznie musi być słuszne. To co istotne w tym wykresie, to fakt, że orangutany, goryle i szympansy *oddzieliły się* od linii rozwoju biologicznego *Homo* dawno temu (odpowiednio 12, 9 i 6 milionów lat temu). ŹRÓDŁO: "Le Scienze".

6.3. Na dwóch nogach

Decydującym krokiem w historii powstania gatunku *Homo* jest wyprostowana postawa ciała. Lepsza obserwacja otaczającego środowiska, jak u czuwających świstaków, nie jest tu jedyną korzyścią. Dzięki zachowaniu postawy dwunożnej ręce stają się wolne i mogą spełniać nieskończenie wiele funkcji, poczynając od dzielenia jedzenia.

Najstarszy ślad naczelnych, które wykorzystywały pionową postawę ciała pochodzi sprzed 3,7 miliona lat. Odciski stóp kobiety *Australopithecus afarensis* zostały odkryte w 1976 roku przez angielską badaczkę Mary Leakey w tufie wulkanicznym w Laetoli na terytorium dzisiejszej Tanzanii. Ponieważ w tym samym czasie obok śladów kobiety znaleziono również ślady dwóch innych osób, być może mamy tu do czynienia z rodzinnym spacerem, jak to podaje angielska wersja Wikipedii.

Mniej więcej w tym samym czasie w Etiopii odkryto żeński szkielet *Australopithecus afarensis*, któremu nadano imię Lucy. Szkielet ma cechy wskazujące na dwunożność: specyficzną budowę miednicy, płaskie stopy, kości ramion krótsze od nóg (mniej więcej w połowie wielkości między ludzkimi a szympanсами).



Rys. 6.2. (a) Linie rozwoju pierwszych hominidów, około 4 miliony lat temu. Różne formy człekokształtnych *australopiteków*, pochodzące z różnych, ale nakładających się na siebie okresów, odkryto w całej Afryce. Wydaje się, że ewolucja „próbowała” wiele rozwiązań, z których większość wymarła. Niektóre gatunki *Australopithecus* współistniały już z wczesnymi formami *Homo*. (b) Pierwsze odkrycie śladów dwunożnych hominidów: ślady 3 osobników w tufie wulkanicznym w Laetoli, 1976.

ŹRÓDŁO: (a) <https://juanat.files.wordpress.com/2011/02/timeline.gif>; (b) *Hominid Fossil Repository*, University of Michigan, http://projects.leadr.msu.edu/hominid_fossils/items/show/84, dostęp 14.05.2019.

Wydaje się, że szympansy zatrzymały się w swojej ewolucji, ponieważ zawsze zajmowały tę samą „niszę ekologiczną”, czyli las tropikalny. Przodkowie człowieka wyruszyli na sawannę. Nieco upraszczając: około 4 milionów lat temu w środkowej Afryce wypiętrzenie pasma gór w kierunku „pionowym”, to znaczy z północy na południe (pasmo Ruwenzori i inne, które pojawiły się w tym czasie) ze szczytami wysokimi na ponad 5 tysięcy metrów spowodowało zmianę klimatu we wschodniej części kontynentu afrykańskiego. Podczas gdy na zachód od pasma nadal kwitły lasy tropikalne, na wschodzie pojawiła się sucha i porośnięta wysoką trawą sawanna. Na sawannie praprzodkowie człowieka przybrali postawę wyprostowaną.

Dwunożność i wolne ręce umożliwiły również zmianę diety: z gałązek i liści (jak u goryli), które wymagały mocnego użębienia, na owoce (i być może mięso). W czasce zwiększyła się przestrzeń dla mózgu, a przepływ krwi, wcześniej niezbędny do trawienia, teraz skierował się z brzucha ku głowie.

Pojawienie się *Australopithecus afarensis* około 4 milionów lat temu (rys. 6.2a) zbiega się w czasie ze zmianami geologicznymi w Afryce Wschodniej: wypiętrzeniem łańcuchów stanowiących wododziały i powstaniem wielkich jezior. Nasuwają się pytania: czy to zmiana klimatu wymusiła ewolucję, czy może to bogactwo zaprogramowanego uprzednio „zbędnego” przedludzkiego DNA pozwoliło potomkom Lucy na skolonizowanie sawanny? A może to był szczęśliwy „zbieg okoliczności”? Hominid, który „przypadkiem” znalazł się we właściwym miejscu, we właściwym momencie ewolucji? Później potomkowie Lucy zdobyli umiejętność kolonizacji prawie całego globu⁷. W międzyczasie natomiast, jak zawsze, postęp biologiczny i psychiczny dokonał kolejnych kroków.

6.4. *Homo erectus*: wielki wędrowiec

Rozmiary ciała (i czaszki) australopiteków były nadal porównywalne do tych dzisiejszych szympanсів. Budowa szkieletu umożliwiała im również bieg na czterech łapach. Nie ma śladów, które wskazywałyby na produkcję narzędzi czy używanie ognia przez *Australopithecusa*,

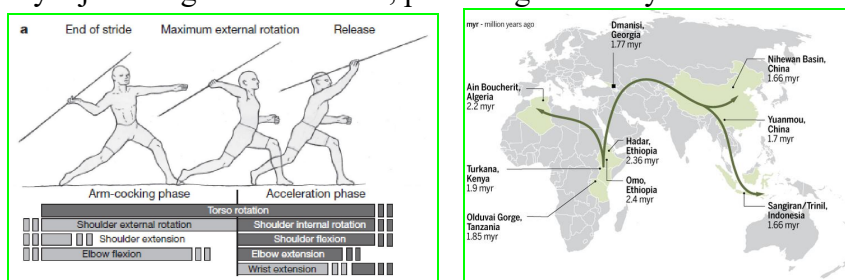
⁷ Oczywiście pisanie o „potomkach” jest nadal jedynie czystym przypuszczeniem, nie ma bezpośrednich dowodów pokrewieństwa, a jedynie seria znalezisk paleontologicznych, uporządkowanych czasowo.

którego występowanie ograniczało się do Afryki (stąd nazwa „hominid południowy”). Od jego pojawienia się do narodzin *Homo sapiens* minęły 4 miliony lat.

Mniej więcej w połowie tego czasu pojawili się pierwsi przedstawiciele *Homo* o budowie szkieletu znacznie lepiej przystosowanej do poruszania się w pozycji wyprostowanej, którzy posiadali umiejętność zdobywania narzędzi i rozpalania ognia (już milion lat temu). Ewolucja postępowała w szybkim tempie: poprawiła nie tylko mózg, ale także szkielet.

Kilka lat temu w magazynie „Nature” pojawił się artykuł, którego autorzy zadali zabawne pytanie: „Dlaczego szympansy nie potrafią grać w baseball?”⁸. Doświadczony gracz jest w stanie rzucić piłką z prędkością blisko 140 km/h. Rzucający wykorzystuje wiele ruchów: tułowia, barku, ramienia, przedramienia, a w końcowej fazie rzutu, nadgarstka (rys. 6.3a). Posiadanie szerokich, muskularnych ramion jest kluczowe, aby zostać mistrzem rzucania w baseballu. Ruchoma łopatka, mocna miednica i większa czaszka odróżniają rodzaj *Homo* od *Australopithecus*.

W jeziorze Turkana w Tanzanii został znaleziony niemal kompletny szkielet chłopca sprzed 1,6 miliona lat. Nie był to jeszcze współczesny człowiek, choć był doskonale przystosowany do postawy wyprostowanej i długich spacerów. Mierzyłby 180 cm (gdyby osiągnął wiek dorosły). Ale na szkielecie podobnym do *Homo sapiens* osadzona była jeszcze głowa hominida, podobnego do Lucy.



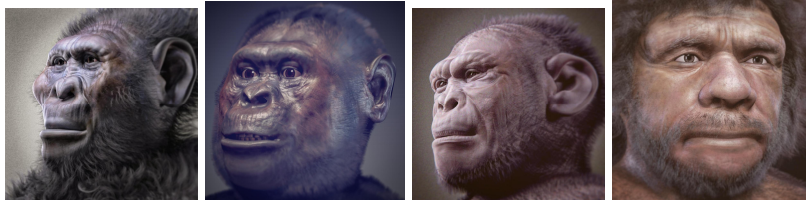
Rys. 6.3. Zdolności łowieckie pierwszego gatunku *Homo* wynikały z jego fizjonomii: obrotowa miednica, szerokie plecy i długie ręce. b) Miejsca odnalezienia szczątków pierwszego gatunku *Homo* (*erectus*, *habilis*, *ergaster*) oraz szlaki migracji *Homo erectus* między 1 a 2 milionów lat temu. ŹRÓDŁO: „Nature”, 498 (2013), s. 483-486; G. GRULLÓN, „SCIENCE”, 354 (2016), s. 958.

⁸ N.T. Roach i in., *Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo*, „Nature” 498 (2013), s. 483-486.

Pojemność czaszki „chłopca z Turkany” była równa połowie czaszki *Homo sapiens*: pojawia się w niej miejsce na narządy głosowe, ale nadal brakuje kanałów łączących je z mózgiem. Prawdopodobnie ten hominid był zdolny do artykulacji różnych dźwięków, ale nie posługiwał się jeszcze ludzkim językiem.

Dzięki umiejętności rzucania kamieniami, a potem, na pewno - od co najmniej 300 tysięcy lat - nawet specjalnie przygotowaną włócznią⁹ *Homo* stał się drapieżnikiem „wędrownym”, mógł zmieniać środowisko zależnie od pory roku oraz przemieszczać się na nowe terytoria. Tak oto w ciągu kilkuset tysięcy lat *Homo erectus* opanował cały superkontynent afro-euroazjatycki (rys. 6.3b)¹⁰.

Rzeczywiście, szczątki gatunku *Homo erectus* datowane na około 1,8 mln lat znaleziono na przedgórzu Kaukazu (w jaskiniach w Dmanisi w Gruzji); podczas gdy te znalezione w dzisiejszych Chinach (*Homo pekinensis*) oraz w Gran Dolina w górach Kastylii i León w Hiszpanii są datowane odpowiednio na około 700 i 880 tysięcy lat. Dwa miliony lat temu rysy twarzy gatunku *Homo* zaczęły odbiegać od wyglądu orangutanów i szympanсів (patrz rekonstrukcje twarzy na rys. 6.4)¹¹.



Rys. 6.4. Rekonstrukcje twarzy dwóch prymitywnych hominidów i dwóch przedstawicieli gatunku *Homo*, które biologicznie poprzedzają pojawienie się *Homo sapiens sapiens*: *Ardipithecus ramidus* (około 4,4 miliona lat temu), *Australopithecus afarensis* (około 3,4 milionów lat temu), *Homo habilis* (2,2-0,8 milionów lat temu), Neandertalczyka (400-40 tysięcy lat temu). Ilustracja nie odzwierciedla ich rzeczywistych rozmiarów: pojemność czaszki *Australopithecus* to około 1/3 czaszki Neandertalczyka, podczas gdy ta należąca do *Homo habilis* odpowiada rozmiarami nieco ponad połowie ludzkiego mózgu (jest taka jak mózg jednorocznego dziecka). ŹRÓDŁO: CICERO MORAES.

⁹ Pozostałości włóczni używanych przez *Homo heidelbergensis* pochodzące sprzed 300 tysięcy lat odkryto w Niemczech i w Afryce.

¹⁰ B.R. FENTON, *Homo Sapiens Direct Ancestors Migrated out of Africa 2-million year ago*, <https://resonancescience.org/> (dostęp 20.05.2019).

¹¹ CICERO MORAES, *Reconstruções Faciais da Evolução Humana*, http://www.cicero.moraes.com.br/doc/pt_br/Moraes/RFF_Evolucao.html (25.07.2018).

Oczywiście rekonstrukcje stworzone na bazie fragmentów czaszek nie ukazują wszystkich możliwych różnic pomiędzy poszczególnymi przedstawicielami gatunków. Nie wiemy nawet, jak bardzo pierwsze gatunki przedludzkie mogły się od siebie różnić: tak naprawdę nadawano im pasujące do nich nazwy: *Homo* zręczny, wyprostowany, pracujący (*habilis*, *erectus*, *ergaster*) lub też nazywano od regionów geograficznych, w których je znaleziono.

Okolo 800 tysięcy lat temu pojawiły się formy najbardziej przypominające *Homo sapiens*: pojemność czaszki neandertalczyka jest zbliżona do naszej, choć był niższego wzrostu (i masywniejszej postury). Neandertalczyk zniknął wraz z pojawieniem się w Europie nowego gatunku. *Homo sapiens* także pochodził z Afryki Środkowej, raju obfitującego we „wszelkie drzewa miłe z wyglądu i smaczny owoc rodzące”¹².

6.5. Wynalazek ognia

Homo habilis znacząco różnił się zarówno od *Australopithecus* jak i od współczesnych małp. W rzeczywistości, to do niego prowadzą pierwsze ślady czynności właściwych człowiekowi inteligentnemu: budował chaty (ale i bociany budują gniazda), używał narzędzi (ale nawet kruk wie, jak użyć gałązki, aby wyciągnąć mrówki z gniazd), posiadał pewien zmysł estetyczny (ale nawet sroka lubi błyszczące przedmioty). Dwie istotne cechy gatunku *Homo* u jego przedludzkich przedstawicieli to umiejętności używania ognia i polowania za pomocą specjalnie do tego celu wykonanej broni.

Badania na temat kontrolowanego używania ognia nie są proste: należy odróżnić popioły palenisk rozpalonych celowo od przypadkowych pożarów. Wygląda na to, że *Homo erectus* potrafił wykorzystywać ogień już milion lat temu. W 2012 roku opublikowano wyniki analiz fizycznych i mikroskopowych, jakim poddano warstwy osadów w jaskini Wonderwerk w Republice Południowej Afryki¹³.

¹² Wszystkie cytaty w języku polskim pochodzą z Biblii Tysiąclecia Wydawnictwa Pallottinum (przyp. tłum).

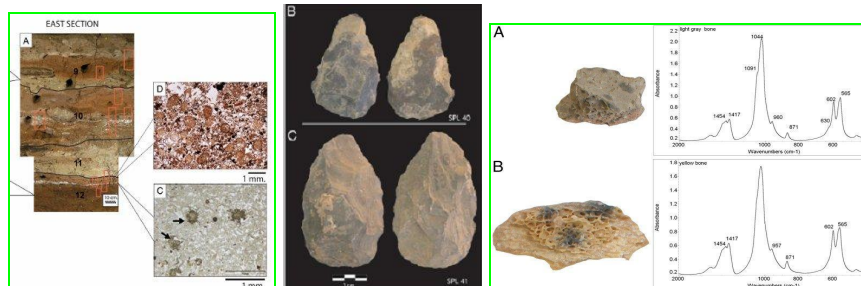
¹³ F. BERNA i in., *Microstratigraphus evidence of in situ fire in the Acheulean strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape province, South Africa*, „Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.” 109 (2012), s. 1215-1220.

Wyniki potwierdzają, że w jaskini regularnie używano ognia, dokładniej rzecz ujmując, znaleziono tam pozostałości spalonych (oraz niespalonych) kości (rys. 6.5b). W tej samej warstwie odnaleziono również prymitywne narzędzia z krzemienia (rys. 6.6c).

W tym samym roku 2012, i ponownie w Afryce Południowej (w Kathu Pan), odkryto szczątki rozłupanych kamiennych ostrzy, które najprawdopodobniej służyły za czubek włóczni przeznaczonej do polowania na duże zwierzęta (rys. 6.6b). Szczątki zostały datowane (metodą fluorescencyjną) na 464 ± 47 tysięcy lat. To odkrycie, w porównaniu z wcześniejszymi, cofa w czasie pierwszą rewolucję technologiczną człowieka o około pół miliona lat.

Dokumentacja potwierdzająca korzystanie ze specjalnie przygotowanych narzędzi już setki tysięcy lat temu jest bogata. Jak piszą autorzy odkrycia z 2012 roku: „hominidy zabijały duże upolowane zdobycze od około 780 tysięcy lat, o czym świadczą ślady przygotowywania *in situ* tusz całych danieli w Gesher Benot w Izraelu”¹⁴.

W angielskim mieście Boxgrove znaleziono końską łopatkę z półkolistą perforacją, która może być dowodem, że polowanie z włócznią było praktykowane już około 500 tysięcy lat temu. Drewniane włocznie datowane na około 400 tysięcy lat znaleziono razem ze szczątkami koni zabitych w Schöningen w Niemczech: przypominają współczesne oszczepy ze środkiem ciężkości umieszczonym z przodu, można nimi było wykonać rzut z odległości do 70 metrów¹⁵.



Rys.6.5. (a) Warstwa nr 10 z jaskini Wonderwerk zawierająca mikrogranulki popiołu. (b) Kamienne topory pochodzące z tej samej warstwy jaskini. (c) Dwa fragmenty kości: powyżej fragment spalony w temperaturze 400°C , poniżej niespalona kość; po prawej odpowiednio widma absorpcji w podczerwieni. ŹRÓDŁO: BERNO i in., „Proc. Natl. Acad. Sci. USA”, 2012.

¹⁴ J. WILKINS i in., *Evidence for Early Hafted Hunting Technology*, „Science”, 338 (2012), s. 942-946.

¹⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%B6ningen_spears.

W Europie i w Afryce końcówki krzemienia przywiązane do rękojeści stają się powszechnie używane w środkowej epoce kamienia i w środkowym paleolicie, około 300 tysięcy lat temu.

Dwa miliony lat temu wraz z przejściem od *Australopithecus* do *Homo erectus* dokonała się rewolucja biologiczna: *Homo erectus* miał postawę podobną do naszej. Gdzieś między milionem a pół miliona lat temu (czyli mniej więcej w czasie, w którym pojawił się neandertalczyk i wcześniejsze podobne mu gatunki) miała miejsce rewolucja technologiczna: wynalezienie zaawansowanej broni i odkrycie ognia.

Gotowana (i bogata w białko) żywność spowodowała zmniejszenie szczęki¹⁶, przez co zwolniło się miejsce dla organów służących do komunikacji głosowej. Posługiwanie się językiem z kolei stymulowało rozwój mózgu. Wszystkie te zmiany, stopniowo, w krokach wyznaczonych przez pojedyncze mutacje, przygotowały struktury biologiczne na udostępnienie miejsca dla inteligentnego myślenia. Ponownie rodzi się pytanie: czy były to zmiany przypadkowe, efekt „inteligentnego projektu”, czy też przejaw działania Stwórczego.

Aby móc mówić o Człowieku w pełnym znaczeniu tego słowa, *Homo sapiens sapiens*, musimy określić czas narodzin rewolucji kulturowej: powstania inteligentnego myślenia. Ale najpierw wróćmy jeszcze do biologii.

6.6. Sami na szczycie

Każda odmienna interpretacja drzewa genealogicznego *Homo sapiens* niesie za sobą ważne filozoficzne konsekwencje, dla sposobu w jaki pojmujemy nas samych w świecie. Spośród wielu schematów, które można znaleźć w Internecie wybraliśmy drzewo zaprojektowane w Smithsonian Institute of Natural History w Waszyngtonie. Ten schemat ma kilka bardzo interesujących cech.

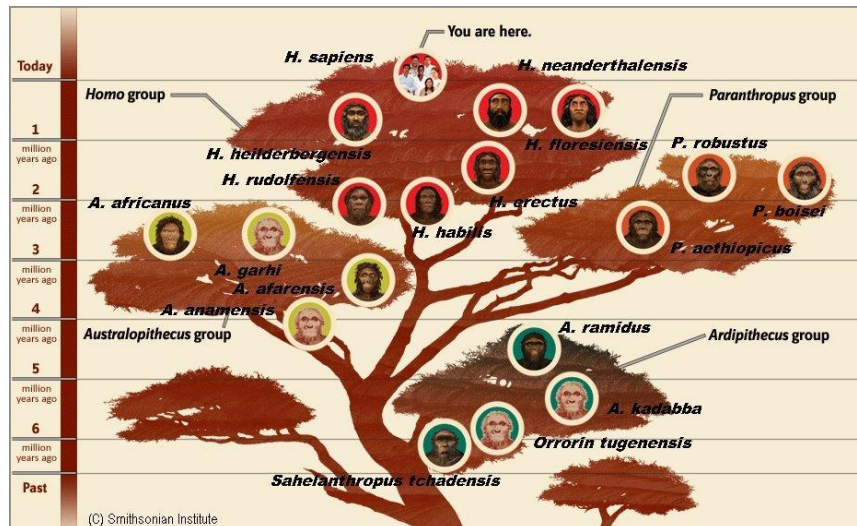
Przede wszystkim drzewo ze Smithsonian jasno pokazuje, że duża liczba znalezisk paleontologicznych nie świadczy jeszcze o tym, że człowiek jest z nimi wszystkimi spokrewniony: większość *australopiteków*, *parantropów* czy też *ardipiteków* to „ślepe uliczki” ewolucji,

¹⁶ Stosujemy tutaj nieco uproszczoną narrację. W rzeczywistości zmiany przebiegały równolegle, więc ustalenie przyczyny i skutku jest niemożliwe. Niewątpliwie ostatnim etapem tych zmian (lub ich celem) jest *Homo sapiens*, istota odmienna od poprzednich, z własnym językiem, umysłem, zdolnością do pracy i możliwościami intelektualnymi.

a raczej odrębne grupy, które później wyginęły. Na szczycie drzewa, ponad wąską i pokręconą ścieżką z nieodkrytych jeszcze gałęzi, nie umieszczono żadnego ogólnikowego przedstawienia gatunku *Homo sapiens* tylko zdjęcie rodzinne: „Jesteś tutaj”. Z ilustracji jasno wynika również, że od 2 milionów lat temu, jesteśmy bliżej spokrewnieni tylko z niektórymi gatunkami z rodzaju *Homo* (rys. 6.6).

Co istotne, nadal nie jest jasne czy neandertalczyk, który pojawił się w Europie przed *Homo sapiens* (i który wyginął, gdy ten ostatni zdobył przewagę nad człowiekiem z Cro-Magnon), mógł „krzyżować się” z naszymi przodkami. Bez wątplenia natomiast, jedynie *Homo sapiens* pozostawił po sobie ślady swojej kultury, identyczne na zachodzie (w Altamura w Hiszpanii) i na wschodzie kontynentu euroazjatyckiego (w Indonezji).

Żaden z tych śladów kulturowych nie jest starszy niż sto tysięcy lat. Współczesna genetyka umieszcza 120 tysięcy lat temu kamień milowy pojawienia się człowieka, takiego jakim rozumiemy go dziś: wszystkie okazy *Homo sapiens* występujące dziś na całym świecie miały, według tych danych, tę samą matkę i tego samego ojca.



Rys. 6.6. Pośród różnych przedstawień drzewa genealogicznego *Homo sapiens* wybraliśmy to ze stron internetowych Smithsonian Institute of Natural History w Waszyngtonie w USA. Ten instytut, o wyraźnie chrześcijańskim profilu, nie umieszcza na szczycie drzewa jednego z „Homo”, ale osobę w otoczeniu rodziny, inni „krewni” są umieszczeni na gałęziach bocznych, wymarli. Brak tu odniesień do możliwych podobieństw między „nami” a neandertalczykiem, *Homo floresiensis* itp. ŹRÓDŁO: Smithsonian Institute of Natural History.

6.7. Mitochondrialna Ewa

Pytanie o to, czy istnieli Adam i Ewa, przodkowie całej ludzkości, jest zasadnicze, jeśli chcemy traktować „poważnie” wiarę chrześcijańską. W pierwszym liście do Koryntian¹⁷ Święty Paweł mówiąc o zmartwychwstaniu, porównuje Adama i Jezusa¹⁸:

Tymczasem jednak Chrystus zmartwychwstał jako pierwszy spośród tych, co pomarli. Ponieważ bowiem przez człowieka [przyszła] śmierć, przez człowieka też [dokona się] zmartwychwstanie. I jak w Adamie wszyscy umierają, tak też w Chrystusie wszyscy będą ożywieni lecz każdy według własnej kolejności. [...]

Tak też jest napisane: stał się pierwszy człowiek, Adam, duszą żyjącą, a ostatni Adam duchem ożywiającym. Nie było jednak wpieryw tego, co duchowe, ale to, co ziemskie; duchowe było potem. Pierwszy człowiek z ziemi - ziemski, drugi Człowiek - z nieba.

Jeśli prarodzice to tylko przypowieść, to czy mają rację niektórzy pisarze, tacy jak Francuz Ernest Renan, który poszukuje w Chrystusie nie *Zbawiciela*, ale konkretnej osoby, która żyła w naszym środowisku, w określonym momencie historycznym? Czy w tym momencie Męka i Zmartwychwstanie również tracą swoje nadprzyrodzone znaczenie? Jeśli weźmiemy pod uwagę fundamentalne znaczenie argumentu o istnieniu Adama, to trzeba zauważyć, zgadzając się z Vittoriem Messorim, że *niezbity* dowód naukowy nie pozostawiłby miejsca dla wiary, czyli innymi słowy, ograniczyłby wolną wolę jednostki. Z tym zastrzeżeniem przechodzimy do naukowych odkryć genetyki ostatnich lat.

Jak już powiedzieliśmy, kod ludzkiego DNA zawiera około 3,3 miliarda liter i został rozszyfrowany dopiero na początku XXI wieku dzięki potężnym komputerom. DNA koduje wszystkie cechy, zarówno gatunku, jak i poszczególnego osobnika. Ale rozmnażanie płciowe, dzięki któremu praktycznie nie ma dwóch identycznych osobników, również jest obarczone błędami transkrypcji: wiele z tych błędów nie jest poważnych (np. ręce z sześcioma palcami). W każdej komórce

¹⁷ 1 Kor, 15, 22-22 i 45-47, wydanie CEI2008.

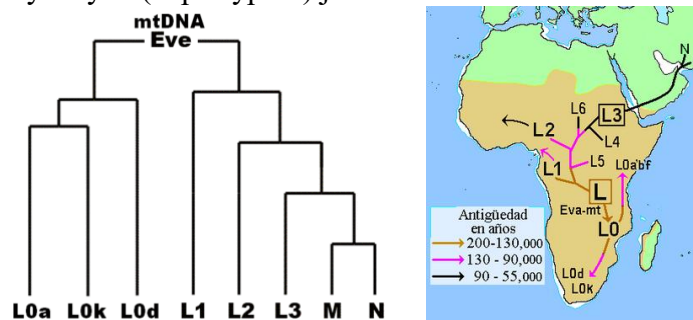
¹⁸ Zobacz również BENEDYKT XVI, *Adamo e Cristo: dal peccato (originale) alla libertà*, audyencja generalna, 3.12.2008.

natomiast, żeby ta mogła istnieć, muszą zajść procesy energetyczne: zamiana składników odżywczych na energię.

Te procesy (oddychanie komórkowe) zachodzą w wyspecjalizowanych organellach, zwanych mitochondriami (to swego rodzaju centrale elektryczne) każdej komórki). Ponieważ procesy energetyczne są tak ważne, geny kodujące nie są przekazywane z resztą DNA, ale oddzielnie, do mitochondriów. Z tego powodu mitochondrialne DNA jest przekazywane w komórce jajowej, to jest dziedziczone bezpośrednio (i wyłącznie) od matki.

Ludzkie DNA mitochondrialne zawiera tylko 16,5 tysięcy par nukleotydów i koduje tylko 37 białek. Rozszyfrowano je w 1986 roku. Odkryto wówczas, że mitochondrialne DNA podlega dość częstym zmianom, powtarzającym się co około 8-11 tysięcy lat w średniej populacji *Homo sapiens*. Ten „zegar molekularny” oraz porównanie DNA różnych ludzi ze wszystkich kontynentów pozwala wysnuć wniosek, że około 120 tysięcy lat temu wszyscy ludzie mieli to samo DNA mitochondrialne. Aby zdefiniować hipotetyczną wspólną matkę wszystkich ludzi utworzono określenie „mitochondrialna Ewa”, ponieważ DNA mitochondrialne jest przenoszone właśnie przez matkę. Ale ta matka mogła (musiała?) być prawdziwa, a nie jedynie hipotetyczna.

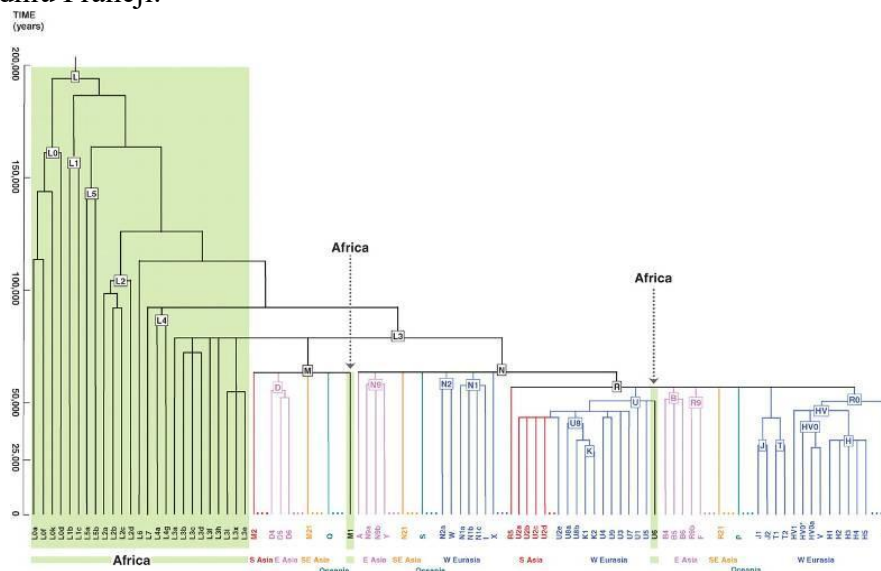
Uproszczoną wersję pokrewieństwa ustalonego na podstawie DNA mitochondrialnego oraz mapę kierunków migracji można zobaczyć na rys. 6.7. Mitochondrialną Ewę od jej najodleglejszych potomków genetycznych dzieli zaledwie 5 „stopni”, a liczba głównych grup genetycznych (haplotypów) jest niewielka.



Rys.6.7. W Wikipedii hasło „Mitochondrial Eve” zawiera uproszczony wykres ilustrujący bliskość pokrewieństwa między wszystkimi obecnie żyjącymi ludźmi (przebadano znaczącą ilość próbek różnych „ras”) a hipotetyczną kobietą, jedną, wspólną nam matką. Po prawej stronie zaznaczone kierunki ruchów migracyjnych potomków tej matki: początek w Afryce Wschodniej. ŹRÓDŁO: Wikipedia.

Najnowsze porównania między różnymi populacjami Europy, Azji i Afryki, przeprowadzone na bardzo szeroką skalę¹⁹ (na przykład na rys. 6.8.), dają, co prawda, bardziej złożony obraz sytuacji, ale niezmiennie datują ten sam genom matki na 200 tysięcy lat i lokalizują go we wschodniej części środkowej Afryki. Między wspólną matką a mieszkańcami Europy Zachodniej jest trzynaście szczegółowych różnic w DNA, ale pełne drzewo genealogiczne całej ludzkości ma jeden i ten sam punkt początkowy.

W przypadku czasów najnowszych (i populacji najbliższych genetycznie) te same badania są jeszcze precyzyjniejsze, co dodatkowo umożliwia wyznaczenie granic niepewności. Na przykład Genom *haplogrupy* M1 pojawił się (w Europie) $36,8 \pm 7,1$ tysięcy lat temu. Data ta odpowiada, z pewnym marginesem błędów, ustalonymu wiekowi szczątków człowieka z Cro-Magnon (43 miliony lat), pierwszego przedstawiciela *Homo sapiens* w Europie, a także poprzedza nieznacznie wiek malowideł skalnych w jaskiniach na południu Francji.



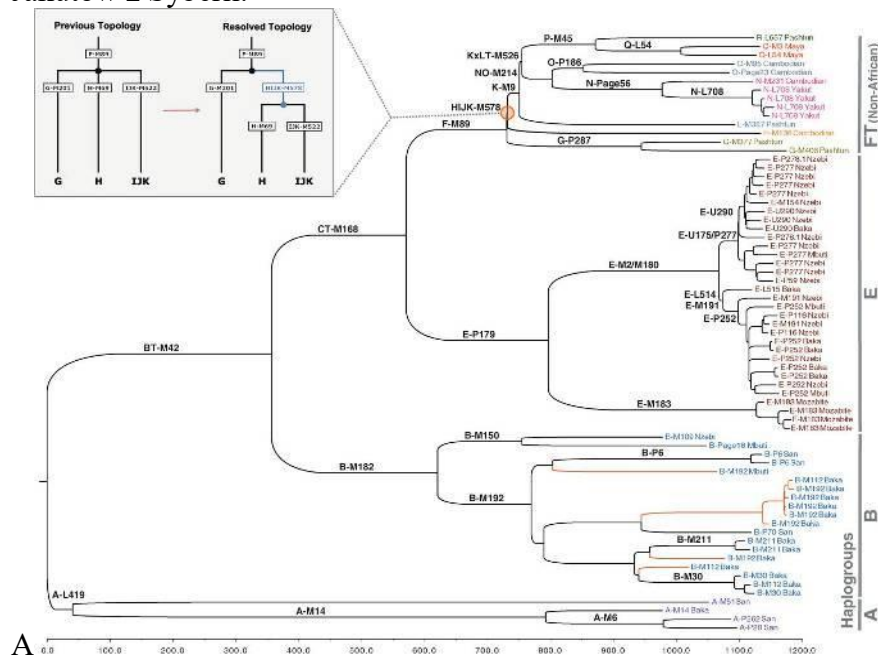
Rys. 6.8. Najnowsze badanie drzewa genealogicznego całej ludzkości (od Afryki i Oceanii po Europę Zachodnią) datuje wspólną matkę na 200 tysięcy lat. Liczne badania na ten temat są zgodne co do istnienia wspólnej przodkini, od której dzieli nas od 9 do 12 genetycznych „stopni”. ŹRÓDŁO: A. OLIVIERI i in., "Science".

¹⁹ A. OLIVIERI i in., *The mtDNA legacy of the Levantine early Upper Paleolithic in Africa*, „Science”, 314 (2006), s. 1767-1770.

Odkrycie DNA mitochondrialnego pochodzącego od tej samej pramatki było kompletnie nieoczekiwane. Jego znaczenie kulturowe jest porównywalne z rewolucją kopernikańską. Niestety, ta informacja nie spotkała się z podobnym oddźwiękiem kulturowym: nauka nie poddała się samokrytyce, a wiara nie stała się silniejsza.

6.8. Jeden, wspólny Adam

Zawartość genetyczna ludzkich mitochondriów jest dość prosta. Odszyfrowanie dziedzictwa genetycznego mężczyzny, natomiast, nadal nastęrcza wiele trudności. Dopiero w 2013 roku szczegółowo przebadano chromosom Y (dziedziczony wyłącznie po ojcu). Jest znacznie bardziej rozbudowany niż DNA mitochondrialne: zawiera sekwencję 65 milionów par zasad nukleotydów. W badaniu porównano mężczyzn: Buszmenów z Namibii, Pigmejów z Konga i z Gabonu, Berberów z Algierii, Pasztunów z Pakistanu, Kambodżan i Jakutów z Syberii.

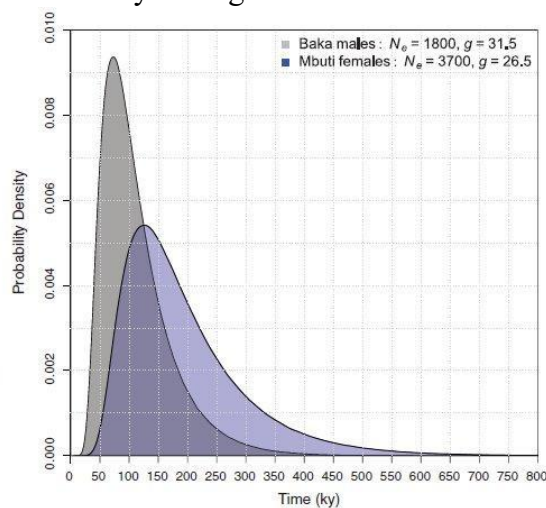


Rys. 6.9. Drzewo pokrewieństwa genetycznego samców z rodzaju *Homo sapiens*. Porównano geny 69 mężczyzn z dziewięciu różnych populacji występujących w Kambodży, Pakistanie, Ameryce Południowej i Afryce. Analiza wskazuje na istnienie wspólnego dla wszystkich ludzi przodka płci męskiej, którego wiek szacuje się na około 140 tysięcy lat temu. ŹRÓDŁO: G.D. POZNIK i in „Science”, 2013.

W porównaniu do DNA mitochondrialnego, w którym zachodzi w sumie kilkanaście mutacji, w wyniku analizy chromosomu Y zidentyfikowano ponad 11 tysięcy wariacji: do rozszyfrowania sekwencji czasowych zastosowano złożone algorytmy. Do kalibracji osi czasu wykorzystano moment przybycia Majów na dalekie południe Chile (14,5 tysięcy lat temu według danych archeologicznych)²⁰.

Złożony obraz wariacji chromosomu Y, który układa się w charakterystyczne „grzebienie” dla każdej z populacji, przedstawiono na rys. 6.9. Oszacowano, że ostatni wspólny męski przodek wszystkich przebadanych ludów żył 139 (120-156) tysięcy lat temu, kobieta natomiast 124 (99-148) tysięcy lat temu. Niepewność pomiaru w przypadku mężczyzn jest nieco inna niż u kobiet, jak pokazano na rys. 6.10. Oczywiście badania genetyczne podlegają tym samym niepewnościom statystycznym, co pomiary fizyczne. Ale doniosłość badań przeprowadzonych przez Poznika i in. polega na udowodnieniu, że pojawienie się pierwszego mężczyzny i pierwszej kobiety zbiega się w czasie ze wspólnym nam wszystkim genomem.

Fig. 3. Similarity of T_{MRCA} does not imply equivalent N_e of males and females. The T_{MRCA} for a given locus is drawn from a predata (i.e., prior) distribution that is a function of N_e , generation time, sample size, and demographic history. Consider the distribution of possible T_{MRCA} s for a set of 100 uniparental chromosomes. Although the Mbuti mtDNA N_e is twice as large as that of the Baka Y chromosome, the corresponding predata T_{MRCA} distributions overlap considerably.



Rys. 6.10. Zbieżność dat występowania ostatniego przodka wspólnego dla dwóch rdzennych ludów Afryki: datę uzyskano na podstawie badań chromosomu Y męskiego przodka „Adama” oraz mitochondrialnego DNA kobiecej przodkini, Ewy. Zwróć uwagę na rozkład statystyczny typowy dla analiz z małą ilością danych (Poissona). Mimo to obie krzywe nakładają się na siebie. ŹRÓDŁO: D. POZNIK i in., „Science”, 2013.

²⁰ G.D. POZNIK i in., *Sequencing Y Chromosomes Resolves Discrepancy in Time to Common Ancestor of Males Versus Females*, „Science”, 341 (2013), s. 562.

Szybkość z jaką pojawił się nowy genom, ta sama lokalizacja oraz fakt, że wydarzyło się to jednocześnie u mężczyzn i u kobiet sprawiają, że pojawia się „pokusa nazwania jej Ewą”, jak mówią autorzy wystawy o *Homo sapiens* zaprezentowanej kilka lat temu w Muzeum Nauki w Trydencie²¹. Ci sami autorzy jednocześnie zastrzegają, że „ta wspólna matryca DNA mitochondrialnego musiała należeć do kobiety z afrykańskiej „grupy założycielskiej”, od której pochodzą wszystkie *H. sapiens*”.

Być może wcale tak nie jest: genetyka uczy, że mutacja zawsze należy do jednej osoby. U tego samego osobnika w kombinacji genów, w ich transpozycji i substytucji, można znaleźć więcej niż jedną mutację: w jednej chwili (podczas jednego „tchnienia”) może nastąpić cała seria powiązanych ze sobą zmian, skutkujących powstaniem zupełnie innej jakości. U *Homo sapiens* biologia nie jest już determinująca.

Należy jeszcze raz podkreślić, że genetyka wskazuje na ten sam moment (w granicach niepewności statystycznej) pojawienia się wspólnego przodka płci męskiej (Adam) i żeńskiej (Ewa) dla wszystkich gatunków człowieka. Tak jak w przypadku fizyki i Wielkiego Wybuchu, tak samo kiedy mowa o genetyce i pierwszych rodzicach: Biblia nie jest księgą naukową, i odwrotnie, nauka nie służy do komentowania Biblii. Ważne jest to, aby w umyśle tej samej osoby, Pismo Święte i Natura wzajemnie się *nie wykluczały*. To wszystko właśnie potwierdzają słowa Galileusza, zgodnie z którymi zarówno Biblia, jak i Przyroda są dziełem słowa Bożego.

6.9. Samoświadomość

Małpa rozpoznaje swoją twarz w lustrze, ponieważ wygląda tak samo jak u innych małp. Ale jeśli narysować jej na czole plamę, będzie próbowała wyczyścić szkło, a nie własną twarz: szympanś nie jest siebie świadomy.

Nick Lane, naukowiec cytowany wcześniej w związku z jego badaniami w dziedzinie biologii dotyczącymi korzeni ludzkiego umysłu, zaczyna od zacytowania przemówienia papieża Jana Pawła II

²¹ L.L. CAVALLO SFORZA, T. PIEVANI, *Homo sapiens. La grande storia della diversità umana*. Wystawa naukowa, Muzeum Nauki w Trydencie 2012, katalog, wyd. Codice, s. 30.

w Papieskiej Akademii Nauk: „Umysł człowieka, stwierdził, na zawsze pozostanie poza domeną nauki”.

Dziś chcielibyśmy wyjaśnić samoświadomość człowieka opierając się na (tezie o) samoorganizacji neuronów w taki sam sposób, w jaki *przypuszczamy*, że umiemy wyjaśnić masy kwarków w fizyce i „spontaniczną” samoregulację aminokwasów w DNA. Nick Lane świadomy tych założeń, zastrzega: „Nie jest to książka o religii i nie jest moim zamiarem atakowanie czyichkolwiek wierzeń religijnych”²² i rozpoczyna dyskusję na temat sumienia, cytując papieża Jana Pawła II:

Umysł ludzki, stwierdził [papież], na zawsze pozostanie poza domeną nauki. „W konsekwencji, te teorie ewolucji, których autorzy, inspirując się określoną filozofią, uważają, że duch jest wytworem sił materii ożywionej lub prostym epifenomenem tejże materii, są nie do pogodzenia z prawdą o człowieku. Co więcej, nie są w stanie uzasadnić godności człowieka”. Doświadczenie metafizyczne, samoświadomość i zdolność do refleksji - powiedział - cały metafizyczny aparat komunikacji z Bogiem, jest nieprzenikniony dla obiektywnych pomiarów naukowych i należy do sfery refleksji filozoficznej i teologicznej. W skrócie, uznając realność ewolucji, uznawał rozdzielną naukę Magisterium Kościoła i ewolucji.

Następnie Nick Lane mówi o swoich osobistych zastrzeżeniach co do rozpatrywania ludzkiego umysłu jako bytu czysto materialnego (s. 226-7):

Zacytowałem papieża, ponieważ myślę, że to, co powiedział, wykracza poza religię, dociera do sedna koncepcji postrzegania człowieka przez samego siebie. Nawet ci, którzy nie są zanadto religijni, odczuwają zapewne czasem, że ich duch jest niematerialny, niepowtarzalnie ludzki i na swój sposób „poza domeną nauki”. Papieski pogląd zaskakuje mnie defensywnością, pewnością, że nie mamy pojęcia, w jaki sposób „materia ożywiona” wytwarza niematerialność umysłu; nie wiemy nawet, czym ta materia właściwie jest, dlaczego istnieje, czemu zamiast niej nie ma pustki (to w pewien sposób podobne do pytania, dlaczego istnieje świadomość, a nie na przykład nieświadome przekształcanie informacji).

Cytujemy tu słowa biologa ewolucyjnego, aby zwrócić uwagę na to, że kwestia świadomości lub, jak to powiedziałaaby osoba wierząca - duszy ludzkiej, wykracza poza domenę nauk (materialnych). Istotny wkład w tę konkluzję wnosi neurologia.

²² N. LANE, op. cit., s. 225. Fragmenty w języku polskim w przekładzie Anny Wawrzyńskiej (przyp. tłum.).

Badania paleontologiczne i archeologiczne pokazują, że po dwóch milionach lat biologicznych „przygotowań”, nagle, sto tysięcy lat temu, eksplodowała kultura (o czym później) - zaczęto wytwarzać skomplikowane przedmioty (igły, flety), pojawiają się intencjonalne pochówki: *Homo* staje istotą zdolną do twórczości *umysłowej*. Dzieje się tak po tym jak pojemność czaszki, w stosunku do neandertalczyka, nieznacznie się tylko powiększa.

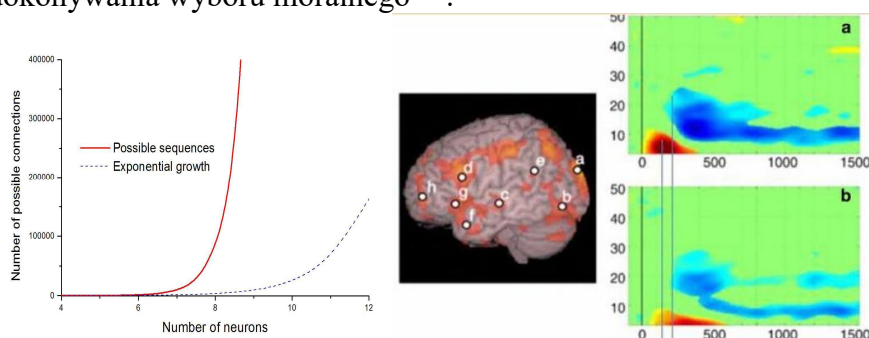
Aby pojąć ten nagły wybuch myślenia przyda się koncepcja masy krytycznej, powstała na gruncie fizyki jądrowej. Stosik uranu na stole (izotop ^{233}U) to nieszkodliwy metal, nawet niezbyt radioaktywny. Ale jeśli dodać jedną łyżkę więcej, stos stanie się bombą atomową: wybuchnie w ułamku sekundy z siłą miliony razy większą od dynamitu w tej samej ilości. Mówimy o masie krytycznej: uran rozpada się (rozszczepia się) i emituje dwa lub trzy neutrony. Jeśli neutron zostanie wychwycony przez inne jądro uranu, spowoduje to ponowne rozszczepienie. Dopóki ogniwo nie jest zbyt duże, neutrony mogą uciec z objętości uranu. Po przekroczeniu masy krytycznej, ilość neutronów, które nie uciekają jest na tyle duża, że powoduje to wybuch.

W różnych dziedzinach fizyki, informatyki, genetyki itp. Napotykaamy barierę złożoności: komputer nagle ulega awarii podczas dodawania programu, dwa fragmenty DNA, nawet odległe, mogą wchodzić w interakcję działając jak pojedynczy gen, dziesięć elektronów w atomie neonu oddziałuje na siebie, jeden z drugim. Liczba powiązań między elementami (elektronami, genami itp.) staje się zbyt duża, aby można było nad nią zapanować (i monitorować). We wszystkich tych systemach, jednakże, interakcja zachodzi między parami elementów. W ludzkim mózgu ta interakcja jest dużo, dużo bardziej złożona.

Możemy to zrozumieć za pomocą prostego wykresu. W biologii, ekologii, demografii itp. wiele zjawisk rządzi się prawem wzrostu *wykładniczego*. Jeśli z jednej pary królików urodzą się kolejne cztery, to w niedługim czasie tymi gryzoniami zapełni się cały kontynent (stało się tak w Australii). Na rysunku 6.11a porównujemy wzrost *wykładniczy* z liczbą *kombinacji* elementów w liczbie n uporządkowanych w określonej kolejności: liczba kombinacji *eksploduje* ponad wykresem już przy 8 neuronach. Nie wiemy, jak działa mózg, ale takie porównanie jest bardzo pouczające: każda czynność psychiczna wymaga aktywacji wielu neuronów w różnych kombinacjach.

Poza tym połączenia między neuronami nie zachodzą w mózgu jedno po drugim: aby wyrazić myśl, w różnych częściach mózgu rusza cała „lawina” sygnałów elektrycznych. Połączenia obejmują dwa, trzy, cztery neurony, i tak dalej. Następnie sygnał elektryczny rozchodzi się zgodnie ze ściśle określoną sekwencją, która może się zmieniać w zależności od tego „co pomyśli głowa”: rys. 6.11b - seria sygnałów uporządkowanych w czasie i przestrzeni w różnych częściach kory mózgowej po przeczytaniu jednego słowa.

Ale przekonanie, że mózg jednostki to tylko wiązka przewodów elektrycznych albo jedynie *osobowość* nadal pozostaje czyjąś prywatną opinią. Dwóch kolegów (fizyk i teolog) pisze: „Człowiek posiada inny wymiar, ten otrzymany od Stwórcy, który ich w pewnym sensie łączy, człowiek to *niszmat-hajjim*, żyjąca świadomość, świadomość samego siebie, umiejętność odróżniania dobra od zła, wolność dokonywania wyboru moralnego”²³.



Rys.6.11. (a) Liczba możliwych dróg sygnału komórek wzrasta pionowo (jak silnia liczby $n!$) już przy sieci $n=8$. (b) Kolejność i umiejscowienie sygnałów w mózgu w momencie czytania słowa. „Ponadto droga, jaką przebywają te sygnały jest interesująca, ponieważ pierwszy sygnał po około 150 ms jest sygnałem *gamma* (35-40 Hz), drugi liczący około 200 ms to sygnał *alfa*, a kolejny po około 300 ms to ponownie *gamma*. Sieć kory zaangażowana w proces czytania jest bardzo złożona i wymaga współgrania w czasie i w przestrzeni różnych interakcji dynamicznych”²⁴. ŹRÓDŁO: GK; „Frontiers in Human Neuroscience”, 2014.

²³ M. SZETELA, G. OSIŃSKI, *The concept of “dialogical soul” by Joseph Ratzinger against the latest concepts of neurosciences*, „Scientia et Fides”, 5 (2017), s. 199-215.

²⁴ „The cortical networks involved in reading are highly complex, requiring a sophisticated interplay of temporally and spatially dynamic interactions”. Kristine Pammer, *Temporal sampling in vision and the implications for dyslexia*, „Frontiers in Human Neuroscience”, 7 (2014), s. 933.

Inny kolega, z tego samego uniwersyteckiego korytarza, również fizyk i „guru” neurologii, przyznaje, że mózg jest najbardziej złożoną strukturą we wszechświecie, po czym w tym samym czasopiśmie pisze: „Świadomość nie jest czymś co można dostać, lecz procesem, który zależy od neurodynamiki mózgu - niektóre części mózgu komentują stany innych części”²⁵. Innymi słowy: prosta „płatnina” kabli elektrycznych, która sama się zorganizowała ...

Ze zwierzętami łączy nas wiele emocji: obrona terytorium, czerpanie przyjemności z dobrego jedzenia, instynkt macierzyński. Jednakże ludzka samoświadomość wytwarza *uczucia* niespotykane w świecie zwierząt, takie jak: skromność (nie chodzi tu o wstyd, który pojawia się dopiero po fakcie, ale o uczucie *prewencyjne*), obawa poprzedzająca jakieś zdarzenie (nie strach przed niebezpieczeństwem, które jest już w zasięgu wzroku, ani nie żal po stracie), dzielenie się bólem, altruizm itp. Wiele ssaków ma kanaliki łzowe, ale tylko człowiek płacze, by wyrazić swój smutek, tylko człowiek rumieni się ze wstydu. Michael Gazzaniga mówi o „wewnętrznym kompasie moralnym”. Jesteśmy w stanie poddać osądowi nie tylko to, co dotyczy naszej własnej świadomości, ale również rzeczy odległe od naszej teraźniejszości i naszego ja. W pewnym sensie człowiek różni się od zwierząt, ponieważ poświęca się rzeczom, które wydają się (lokalnie i materialnie) bezużyteczne. Sztuka jest tego dobrym (i uniwersalnym) przykładem.

Jeśli tylko chcieć, to każde złożone zjawisko można by uprościć i zredukować do czysto materialnego wymiaru. Ale w ten sposób nasz umysł sam pozbawia się zdziwienia poznawczego, jednej z najbardziej zaskakujących cech człowieka. Wspomniany wcześniej światowej sławy neurolog Michael Gazzaniga kończy swoją książkę *Istota człowieczeństwa. Co sprawia, że jesteśmy wyjątkowi* słowami: „Wystarczy! Wychodzę, żeby zająć się swoją winnicą. Winogrona szczepu pinot wkrótce przeistoczą się w znakomite wino. Jakże się cieszę, że nie jestem szympansem!”.

²⁵ W. DUCH, *Why minds cannot be received, but are created by brains*, „Scientia et Fides”, 5 (2017), s. 171-198.

6.10. Kultura: decydujące doświadczenie

Sztuka jest jednym z najbardziej dobitnych i reprezentatywnych wspólnych mianowników naszego „gatunku”. Już czterdzieści tysięcy lat temu człowiek ozdabiał swoje ciało, malował zwierzęta na ścianach jaskiń, grał na flecie wokół paleniska. Udokumentowane dowody są bogate, najstarsze pochodzą sprzed prawie stu tysięcy lat. Jak piszą autorzy wystawy „Homo sapiens”²⁶:

Okolo 45-40 000 lat temu stajemy się nie tylko anatomicznie, ale także psychicznie nowocześni. Ma miejsce rozkwit inteligencji, która staje się symboliczna i zdolna do abstrakcji: niezwykle malowidła jaskiniowe, które ożywają zarówno dzięki realistycznym scenom myśliwskim, jak i stylizowanym i symbolicznym postaciom; znakomite dzieła sztuki rzeźbione w kości, wyszukane pochówki rytualne; ozdoby ciała, biżuteria i dekoracje; pierwsze instrumenty muzyczne; nowe techniki obróbki kamienia, początkowo typu oryniackiego, następnie szybko rozwijające i różnicujące się w poszczególnych kulturach regionalnych, budowa coraz bardziej skomplikowanych schronień, nawet na otwartych przestrzeniach; być może nawet pierwsze kalendarze księżycowe okolo 32 tysiące lat temu.

Michael Gazzaniga, dyrektor Instytutu Neuronauk na Uniwersytecie Kalifornijskim, dodaje: „Sztuka jest jednym z ludzkich uniwersaliów. Jakaś forma sztuki - malarstwo, taniec, opowiadanie historii, piosenki lub jeszcze inna - występuje we wszystkich kulturach”²⁷.

Wizerunki zwierząt (żubrów, koni, jeleni) zdobią ściany bardzo wielu, o ile nie wszystkich, jaskiń wapiennych w południowo-zachodnim pasie Francji (i Hiszpanii) zob. malowidła z Altamiry na rys. 6.14. Do wykonania tych obrazów zastosowano skomplikowane techniki, użyto rafinowanych barwników mineralnych, dzięki którym malowidła zachowały się do dnia dzisiejszego. Rysunki wskazują nie tylko na dużą zdolność obserwacji u ich autorów, świadczą również o potrzebie pozostawienia świadectwa. Znaczna część kontynentu europejskiego (poza południowym zachodem) była wówczas pokryta lodem, a człowiekowi, który schronił się w jaskini, towarzyszyło nieustanne poczucie zagrożenia życia. Malowidła w jaskiniach to jego "*Non omnis moriar*".

²⁶ L. L. CAVALLI SFORZA e T. PIEVANI, op. cit., s. 58.

²⁷ M.S. GAZZANIGA, op. cit., s. 258.



Rys. 6.12. Malowidła naskalne sprzed około 15 tysięcy lat w jaskiniach wapiennych w Altamirze na północnym wybrzeżu Hiszpanii. Podobne dekoracje, pochodzące z okresu między 32 a 11 tysięcy lat temu znaleziono w wielu miejscach w

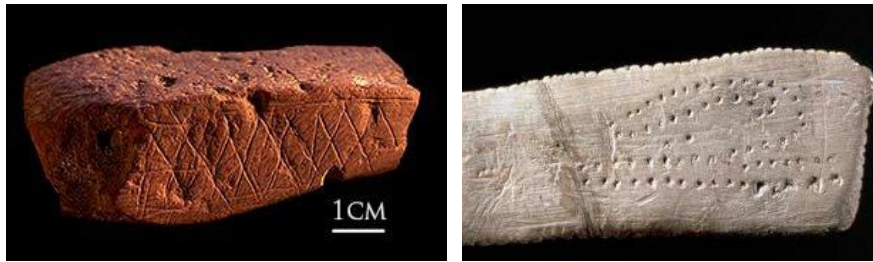
Hiszpanii i w południowo-zachodniej Francji (Lascaux, Pech Merle, Chauvet, Rocaux-Sorciers), to tu człowiek z Cro-Magnon schronił się podczas epoki lodowcowej. ZDJĘCIE: M. KARWASZ, 2018.

Według neuropsychologów nagła eksplozja sztuki czterdzieści tysięcy lat temu była spowodowana zmianą genetyczną. „Coś się zmieniło w naszych mózgach, coś co zwiększyło wcześniejsze zdolności twórcze, coś wyjątkowego *Homo sapiens*”, pisze cytowany neurochirurg²⁸. Niewątpliwie wszystkie dowody twórczości Artystycznej i wierzeń duchowych cechują wyłącznie nasz „gatunek”, potomków mitochondrialnej Ewy i Adama.

I faktycznie, pierwsze „nieprzydatne” przedmioty wykonane ręcznie pochodzą sprzed prawie 100 tysięcy lat i zostały znalezione nie gdzie indziej, jak na granicy Republiki Południowej Afryki, w jaskini Blombos, za którą jest tylko ocean. Ktoś 85 tysięcy lat temu - z nudy czy z też z poczucia piękna, a może z potrzeby wykonania rysunku technicznego - wygrawerował przecinające się linie na kawałku miękkiej ochry.

Ktoś inny, 40 tysięcy lat temu, w dzisiejszej Kenii, zaznaczył na zębie słonia 28 pionowych linii połączonych linią poziomą. Czyżby coś liczył? I kim był? Kobieta w jaskini? Prawdziwy kalendarz księżycowy, na którym zaznaczono nie tylko fazy Księżyca, ale także jego położenie, powstał 32 tysiące lat temu i został znaleziony we współczesnej Francji (kultura oryniacka, rys. 6.13b). Dziś nie wiemy, jakie znaczenie i/lub techniczne zastosowanie przypisać wielu artefaktom pozostawionym przez człowieka paleolitu (rys. 6.14a).

²⁸ Ibidem, s. 270.



Rys. 6.13. (a) Kawalek ochry z geometrycznym wzorem sprzed 85 tysięcy lat odnaleziony w jaskini Blombos w Afryce Południowej, prawdopodobnie najstarsze świadectwo intelektualnej tożsamości gatunku *Homo sapiens*: dzisiaj dzieci robią podobne rysunki w zeszytach, kiedy nudzą się w szkole. (b) Kość pochodząca z dzisiejszej Francji, datowana na około 32 tysięcy, z serią półksiężycowatych i okrągłych nacięć, którą w 1970 roku Alexander Marshack²⁹ zinterpretował jako pierwszy dowód istnienia kalendarza księżycowego. ŹRÓDŁO: Wikipedia; Peabody Museum of Archaeology and Ethnology przy Uniwersytecie Harvarda.

Pierwszy portret kobiecej figury z rogiem w dłoni (Wenus z Laussel)³⁰ powstał 25 tysięcy lat temu, ten paradygmat artystyczny rozprzestrzenił się w całej Europie w postaci statuetek z wypalanej ceramiki (Wenus z Dolnych Věstonic) przez co najmniej 30 tysięcy lat (Wenus z Hohle Fels w kolorze kości słoniowej pochodzi sprzed około 40 tysięcy lat, podczas gdy stylizowane figurki, takie jak Wenus z Monruz, pojawiły się około 11 tysięcy lat temu). Lista przedmiotów, które nie są jedynie ręcznymi wyrobami, ale prawdziwymi dziełami sztuki³¹, takimi jak rzeźby (i malowidła) przedstawiające głowy koni lub żubry liżące ślady po ukąszeniu owadów, jest nieskończona: to nie była rozrywka, ale prawdziwa potrzeba człowieka żyjącego w odległym paleolicie, potrzeba wyrażenia własnego, indywidualnego talentu.

Nie tylko w Europie (i w Afryce) znajdujemy zaskakujące świadectwa kultury *Homo sapiens*. Ostatnio (w 2014 roku), na krańcu kontynentu euroazjatyckiego, w dzisiejszej Indonezji, znaleziono³² kilka malowideł naskalnych, które wyglądają jak kopie tych we Francji³³:

²⁹A. MARSHACK, *Notation dans les gravures du paléolithique supérieur*, Publications de l'institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux. Mémoire No. 8, Bordeaux, Imprimeries Delmas, 1970. Zobacz też: <https://sservi.nasa.gov/articles/oldest-lunar-calendars/>.

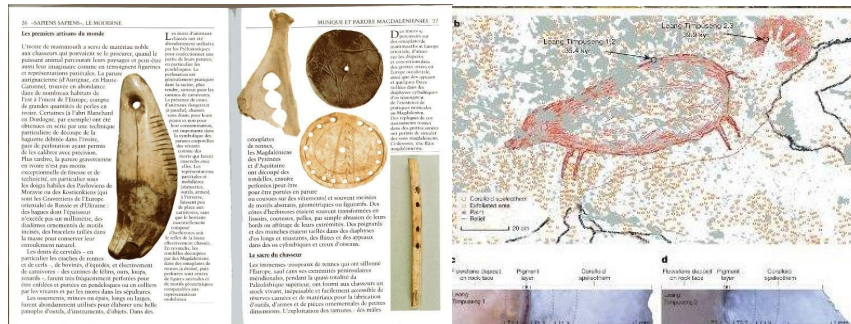
³⁰Vénus de Laussel, https://fr.wikipedia.org/wiki/V%C3%A9nus_de_Laussel.

³¹Sztuka epoki kamienia, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Stone_Age_art.

³²M. AUBERT i in., *Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia*, „Nature”, 514 (2014) 223.

³³Sztuka prehistoryczna, https://fr.wikipedia.org/wiki/Art_pr%C3%A9historique.

odciski dłoni i „zdjęcia” scen polowania, tym razem nie na żubra, ale na wymarły gatunek świni (na który polowano zbyt skutecznie, podobnie jak na mamuta w Europie i na Syberii).



Rys. 6.14. (a) Artefakty człowieka z paleozoiku (powyżej obróbka kości) zaskakują swoją różnorodnością, drobiazgową obróbką, bogatymi ornamentami oraz zastosowaniem (częściowo nieznanym): wycięte zęby drapieżników być może służyły jako amulety, małe płytki ozdobione motywami zwierzęcymi, mogły być wisiorami, natomiast długa perforowana kość prawdopodobnie służyła jako flet³⁴. (b) Malowidła z jaskini Sulawesi w Indonezji: szablon dłoni sprzed 40 tysięcy lat, rysunek świni sprzed 35,5 tysięcy lat. ŹRÓDŁO: D. VIALOU, Gallimard, 1996; M. AUBERT i in., „Nature” 2014.

Styl artystyczny zmieniał się przez tysiąclecia: nie z powodu globalizacji, ale na skutek indywidualnych poszukiwań nowych sposobów wyrazu. Nie tylko wielcy artyści, ale prawdopodobnie również zwykli ludzie próbują nam coś powiedzieć przez skalne graffiti. W Val Camonica rysunki na skałach (zewnętrznych, czyli wystawionych na działanie deszczu i wiatru) przypominają współczesne symbole graficzne. Cztery tysiące lat temu drzwi grobowca na Sycylii ozdobiono całkowicie abstrakcyjną płaskorzeźbą, a miska licząca ponad trzy tysiące lat ma dekorowaną podstawę, stylizowaną na kobiecy tors, co wydaje się zupełnie niepraktyczne. Pragnienie piękna i abstrakcyjne skojarzenia myślowe odtwarzane na neolitycznych artefaktach zaskakują nawet nasze współczesne gusta.

Co spowodowało przejście od paleolitycznej, realistycznej reprezentacji do neolitycznej sztuki abstrakcyjnej? Neuropsycholog odpowiedziałby: „ewolucja struktur w mózgu”, klimatolog: „zmiana warunków środowiskowych”, socjolog zaś: „odmienna pozycja społeczna artysty”.

³⁴ D. VIALOU, *Au cœur de la préhistoire. Chasseurs et artistes*. Gallimard, Paryż 1996, s. 26.



Rys. 6.15. Ilustracja nie służy wiernemu przedstawieniu przedmiotu czy osoby, ale zaprezentowaniu wizji (czyli idei) czy innej koncepcji, którą chce przekazać artysta. Kilka przykładów abstrakcyjnej sztuki prehistorycznej: a) dumny neolityczny wojownik w Val Camonica; b) umywalka ze wspornikiem w kształcie kobiecego tułowia z Thapsos, XV-IX wiek p.n.e., Muzeum w Syrakuzach. ZDJĘCIE: MK, 2003.

To pytanie analogiczne do tych: dlaczego Édouard Manet porzucił realistyczne (i dochodowe) obrazy ulic Paryża i wybrał bardzo kontrowersyjny styl malowania kolorowych plam, zwany impresjonizmem? Albo dlaczego Picasso najpierw malował na różowo, a potem na niebiesko? Faktem jest, że od stu tysięcy lat przedmioty wytworzone przez *Homo* zaskakują nas swoją (czyli naszą) kreatywnością. I nie odnajdziemy żadnego śladu twórczości wśród form przedludzkich, cezura to sto tysięcy lat.

Nie chodzi tu o artefakty paleolitu, ale o *nasze, wspólne nam* poczucie piękna, prawdy, uczciwości, które nas łączy. Z pewnością my, ludzie, różnimy się od wszystkich pozostałych istot żywych. Jak również nasz intelekt, który czasem, kiedy trzeba dokonać trudnych, ale moralnie właściwych wyborów, przeciwstawia się rozsądkowi. Intelekt (i wyobraźnia), który dąży do najodleglejszych gwiazd i od samego zarania ludzkości, odróżnia nas od „zwierząt”. Arystoteles napisał w *De anima*:

Co się tyczy myślenia, to jest ono czymś różnym od postrzeżenia; jednak, jak się zdaje, jest ono złożone z wyobrażenia i mniemania. Dla tej to racji wypada nam najpierw określić naturę wyobraźni, a potem omówić mniemanie. Jeśli wyobraźnia jest tym, przez co — jak powiadamy - powstaje w nas jakiś obraz (używając tego słowa nie w znaczeniu metaforycznym [lecz właściwym]), to czy jest ona jakąś szczególną władzą, czy nawykiem w stosunku do wyobrażeń, i za pomocą niej wypowiadamy sądy o rzeczach, dosiegamy prawdy lub błędzimy? Takimi są spostrzeżenie, mniemanie, wiedza, rozum³⁵.

³⁵ ARYSTOTELES, *De anima*, trad. G. Movia, Bompiani, Mediolan, 2014, 427a, 27 - 428a, 5. Fragmenty w języku polskim w tłumaczeniu Pawła Siwka (przyp. tłum.).

6.11. Wieża Babel: rzeczywistość językowa

Historia Wieży Babel powinna być jedynie kolejną „opowieścią” biblijną. „To po prostu *naiwne* wytłumaczenie różnorodności języków, które nie ma nic wspólnego z faktami. W Mezopotamii znaleziono dziwne konstrukcje, zwane „ziggurat”, autor Biblii dał się ponieść swojej fantazji”. Internet jest pełen takich fantazyjnych komentarzy; w przypisie cytujemy kilka przykładowych³⁶.

Czy istnieje jakieś pokrewieństwo między językami kontynentu euroazjatyckiego? Już na początku XIX wieku zidentyfikowano rodzinę języków "indoeuropejskich", ale pozostaje kilka języków, takich jak: albański, baskijski, gruziński, które do tej rodziny nie należą. Podróżując po świecie zdajemy sobie sprawę, że niektóre podstawowe słowa, np. „mama”, są identyczne w języku polskim, włoskim i koreańskim (z niewielkimi niuansami w wymowie). W ostatnich latach to spostrzeżenie zostało szczegółowo przebadane przez interdyscyplinarny zespół składający się z lingwisty, biologa, psychologa i informatyka pochodzących z Anglii, Stanów Zjednoczonych oraz Nowej Zelandii³⁷.

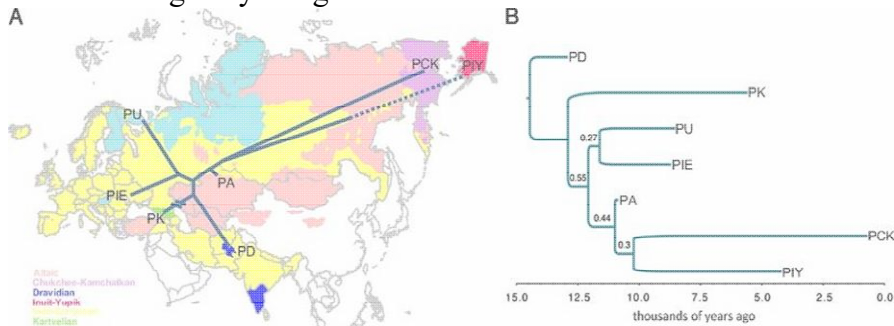
Grupa w poszukiwaniu pokrewieństwa przeanalizowała podobne słowa o starożytnym rdzeniu, pochodzące z różnych języków, takie jak: angielski *brother*, francuski *frère*, włoski *fratello*³⁸. Porównano 21 języków należących do 7 różnych rodzin, w tym języki Eskimosów, ludów zamieszkujących góry Azji (Ałtaj) oraz odległy półwysep Kamczatka. Spośród 3800 proto-słów wybrano 188 podobnych i zrekonstruowano drzewo genealogiczne, przy użyciu

³⁶„Być może to błogosławieństwo, bo pozwala nam uniknąć kolejnego przekleństwa, czyli uniwersalnego imperializmu, a także przeludnienia, czyli zamiarów zatrzymania całej ludności w jednym regionie i zmuszenia jej do udziału w „jednym przedsięwzięciu” czyli budowie jednego imperium uczestniczącego w jednym projekcie politycznym”. Nie podajemy adresów internetowych, pod którymi można znaleźć podobne zdania, ponieważ są niezbyt sensowne.

³⁷ M. PAGEL i in., *Ultraconserved words point to deep language ancestry across Eurasia*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 110 (2013) s. 8471.

³⁸ „The English word *brother* and the French *frère* are related to the Sanskrit *bhrātr* and the Latin *frāter*, suggesting that words as mere sounds can remain associated with the same meaning for millennia. But how far back in time can traces of a word’s genealogical history persist, and can we predict which words are likely to show deep ancestry?”

tych samych procedur statystycznych, które stosuje się w badaniach dziedzictwa genetycznego.



Rys. 6.16. Rekonstrukcja drzewa genealogicznego siedmiu odrębnych rodzin językowych występujących na całym kontynencie euroazjatyckim: ałtajskiej, języków Kamczatki (paleoazjatyckiej?), drawidyjskiej, eskimo-aleuckiej, indoeuropejskiej, kartwelskiej, uralskiej. Język drawidyjski po raz pierwszy wyodrębnił się około 14500 lat temu, ten w górach Kaukazu (kartwelski) około 12500 lat temu. Języki indoeuropejskie są najbliższym „spokrewnione” z ugro-fińskim. ŹRÓDŁO: PNAS.

Oczywiście ograniczona liczba wspólnych słów, które zachowały się do dziś mieści się w granicach błędu statystycznego. Mimo to wyniki są sensacyjne: wszystkie języki kontynentu euroazjatyckiego pochodzą z tej samej linii rodowej, której początki sięgają około 14,5 tysiący lat. Geograficzne centrum wspólnego pochodzenia języków (zrekonstruowane przy użyciu tych samych metod co w genetyce) znajduje się w starożytnej Mezopotamii: właśnie tam zbudowano ziggurat, wieżę Babel z obrazu Bruegla (rys. 6.16a).

Po raz kolejny, tak samo jak w przypadku stworzenia materii i Człowieka, współczesne badania naukowe - interdyscyplinarne, rygorystyczne i matematyczne - potwierdzają biblijne „opowiadanie” (czy może lepiej - nie są z nim sprzeczne). Z drugiej strony, dlaczego starożytny skryba miałby coś wymyślać? Galileusz zdefiniował przecież Biblię jako księgę napisaną pod natchnieniem Ducha Świętego.

6.12. Pragnienie nauki

Współczesny człowiek, czy może raczej po prostu człowiek, różni się od Neandertalczyka, od *Homo ergaster*, od *Homo pekinensis* itp. nie tylko dlatego, że tworzy dzieła sztuki, ale także z uwagi na niepoahamowaną chęć wiedzy, i to zarówno o rzeczach przydatnych do polowania i przeżycia, jak również, ogólnie rzecz biorąc, o wszystkich zjawiskach na świecie.



Rys.6.17. (a) Czy szczątki zigguratu w Mezopotamii są dowodem na istnienie Wieży Babel czy może raczej są starożytnymi obserwatoriami astronomicznymi? Tutaj obraz Bruegla, do obejrzenia w Wiedniu. (b) Megalityczny kompleks Haġar Qim na Malcie sprzed około 5,5 tysięcy lat, prawdopodobnie była to świątynia, ale i kalendarz astronomiczny. ZDJĘCIE: M. KARWASZ, 2018.

Już na rys. 6.13 widzieliśmy kawałek kości sprzed około 30 tysięcy lat z sekwencją znaków, które wydają się być kalendarzem księżycowym. Z drugiej strony 12-miesięczny kalendarz z podziałem miesiący na 30 dni oraz czasu na 12 godzin i 60 minut, zupełnie nieodpowiadający systemowi „naturalnemu”, czyli dziesiętnemu, został stworzony 5 tysięcy lat temu przez Sumerów, i z pewnością musiał opierać się na jakiś wcześniejszych opracowaniach. Tyle tylko, że rzadko zdarza się, aby kruche kości przetrwały przez tysiąclecia.

Monumentalne kalendarze, takie jak Stonehenge, są rozsiane w różnych miejscach na Ziemi. Wydaje się, że służyły do wyznaczenia daty przesilenia letniego, to jest najdłuższego dnia w roku. Ale tego dnia na różnych szerokościach geograficznych położenie Słońca jest inne. A zatem, konstrukcje wymagały pracy nie tylko kamieniarzy (i architektów), ale także obserwatorów nieba. Tak naprawdę nie wiemy, do czego służyły te potężne budowle: na Malcie są aż dwa takie zespoły, powstałe 5-6 tysięcy lat temu, rozmieszczone w odległości 500 metrów (rys. 6.17a).

Zachowały się dokumenty (gliniana tabliczka Mul.Apin z pismem klinowym, rys. 6.18a), poświadczające, że w Mezopotamii 3500 lat temu obserwowano zaćmienia; w istocie geometryczne przecięcia orbit Księżyca i (pozornej) Słońca powtarzające się co 18 lat określa się dziś chaldejską nazwą „Saros”. Prawie trzy tysiące lat temu Egipcjanie wiedzieli, jak obliczyć objętość ściętej piramidy, podać przybliżoną wartość liczby niewymiernej π , czy też dodać ułamki o nieparzystych mianownikach, o czym świadczą papirusy z tamtej epoki (rys. 6.17c). Struktura wewnętrzna³⁹ wielkich piramid egipskich, zbudowanych prawie pięć tysięcy lat temu, nadal pozostaje tajemnicą.

Wybudowanie kolosa, który niemalże przewyższa średniowieczne katedry (145 metrów w przypadku piramidy Chufu, po grecku Cheopsa) wymagało zastosowania znacznej wiedzy i zaawansowanych pojęć: matematycznych (użyto 2,3 miliona bloków kamiennych), geologicznych (większość bloków jest z łatwego do cięcia piaskowca, ale do wykonania ścian komnaty króla użyto bardzo twardego granitu), z mechaniki (pod sanie niosące bloki wylewano wodę, aby zagęścić piaszczystą ziemię, największy blok granitu podniesiony na wysokość 70 metrów ważył 80 ton), a nadto potrzeba było wyjątkowych umiejętności organizacyjnych.

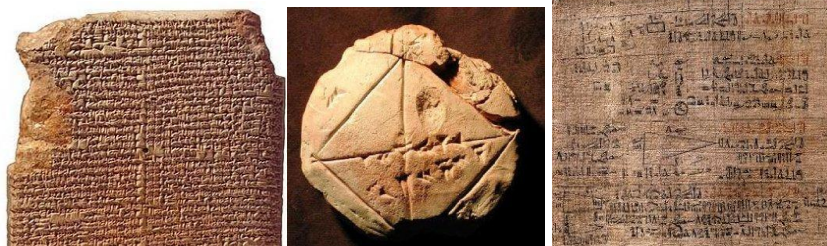
Od czasów Pitagorasa muzyka jest matematyczną harmonią: flet nie ma już pięciu otworów (jak na malowidłach zdobiących etruskie grobowce), ale siedem, jak we współczesnej harmonii (tylko „zachodniej”, koreańska muzyka liczy nadal tylko pięć tonów). Częstotliwości tonów „harmonijnych” według pitagorejskiej skali muzycznej to proporcje liczb całkowitych 1:2, 2:3, 4:5. Za to twierdzenie Pitagorasa o trójkącie prostokątnym było znane (i udowodnione) tysiące lat przed nim, o czym świadczy babilońska tabliczka YBC 7289 sprzed około 4 tysięcy lat (rys. 6.17b). Babilończycy znali więc również liczby niewymierne (pierwiastek z 2) tyle tylko, że stosowali system obliczeń polegający na ułamkach sześćdziesiątkowych.

Badania nad tymi starożytnymi artefaktami przybliżają archeologię do matematyki, a raczej do kognitywistyki, czyli poszukiwania punktów wspólnych w modelowaniu myśli ludzkiej. Pięć tysięcy lat temu nie tylko praktyczna konieczność pchnęła Człowieka ku

³⁹ K. MORISHIMA i in., *Discovery of a big void in Khufu's Pyramid by observation of cosmic muons*, „Nature”, 552, (2017), s. 386.

odkryciom naukowym, ale także radość z przekazywania innym (a zatem i nam) piękna i racjonalności świata zewnętrznego.

System kopernikański, prawa Keplera, równanie ogólnej teorii względności Einsteina uderzają swoją prostotą i elegancją. Poza tym, w praktyce, proste modele powstają dzięki całemu szeregowi poprawek: orbity planet nie są idealnie współpłaszczyznowe, orbita Merkurego nie jest doskonale eliptyczna, „subtelne” efekty ogólnej teorii względności są liczne, jak na przykład przeciąganie czasoprzestrzeni („frame-dragging”).



Rys. 6.18. (a) Babilońska tabliczka Mul.Apin z VII wieku p.n.e to pierwsze znane nam kompendium astronomiczne; według współczesnych astronomów na tabliczce widoczne są obserwacje sięgające roku 1370 p.n.e. (b) Tabliczka YBC 7289 z około 1700 roku p.n.e., być może pierwszy dowód twierdzenia Pitagorasa; znaki klinowe opisują rozwinięcie pierwiastka liczby 2 (tj. 1,4142 w zapisie dziesiętnym) w ułamkach o mianowniku 60. (c) Egipski papirus Rhinda, datowany na rok 1550 rok, zawiera pojęcia geometryczne (objętość cylindrycznego spichlerza) oraz algebraiczne (rozkład ułamków z licznikiem 2 dla mianowników nieparzystych). Wikipedia.

W tym samym czasie, w którym udokumentowano rozwój matematyki, narodziła się poezja. Słynny babiloński poemat *Enuma Elisz*, skomponowany wierszem i recytowany w święto Nowego Roku, datuje się na pierwszą połowę drugiego tysiąclecia przed naszą erą. Fragment o narodzinach świata i bogów rozpoczyna się następująco⁴⁰:

Kiedy na górze niebo jeszcze nie było nazwane,
Kiedy na dole ziemia nie miała imienia:
Wtedy Apsu, pierwotnego prarodzica,
I Muummu-Tiamat pramacierzy
wody – były zmieszane ze sobą.
Życia jeszcze nie było, ani zwierza, ani ptaka,
Ani pól, ani lasów,
Ani drzewa się nie utrwaliły, ani sitowie nie było widzialne;
Żaden z bogów jeszcze nie powstał,
Żadne nazwisko nie było nazwane, żadne przeznaczenie przeznaczone.

⁴⁰ *Od Nilu do Eufratu. Letture dell'Egitto, dell'Assiria e di Babilonia* pod redakcją Alfonsa Di Noia, Edipem, Novara 1974, s. 73, w tłumaczeniu Antoniego Lange (przyp. tłum.).

W Księdze Rodzaju powtórzono podobną „opowieść”? Ściągnięto ją od Babilończyków, czy może wprost przeciwnie? A może opowieści biblijne i babilońskie są tak podobne, bo historia stworzenia świata nie może być inna?

Współczesne genetyka, językoznawstwo i neuropsychologia uczą, że ludzki mózg ma zaskakujące możliwości. Ludzki mózg czy ludzka dusza?

6.13. Nieśmiertelna dusza

Współczesny filozof John Searle ubolewa, że „większość ludzi zapytanych o swoją tożsamość twierdzi, że zasadniczo składa się z ciała i duszy, a niektórzy dodają nawet, że z ducha”⁴¹. Searle przypisuje „winę za to zamieszanie Kartezjuszowi, a nawet wcześniej Arystotelesowi, który jako pierwszy mówił o substancji i istocie.”⁴²

Arystoteles był bez wątpienia filozofem „twardo stąpającym po ziemi”. Jako młody człowiek pływał, nurkował, uprawiał ryby, oberwował niebo. Był nauczycielem Aleksandra Wielkiego, pisał o poetyce i etyce, a jego dzieła na temat zoologii, dzięki bogactwu szczegółów, pozostają aktualne po dziś dzień - zawdzięczamy mu na przykład wynalezienie etologii, czyli nauki o zachowaniu zwierząt.

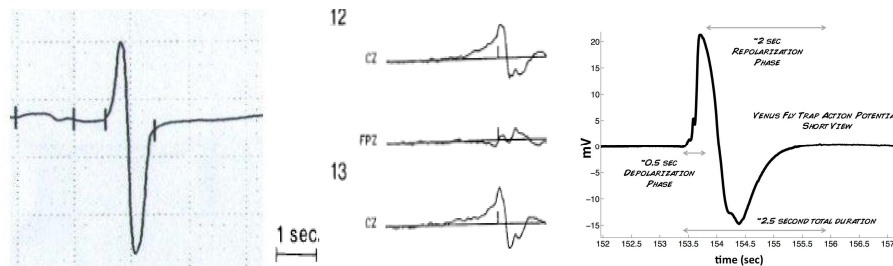
W księdze III traktatu *De Anima* Arystoteles opisuje zjawiska, które dziś nazwalibyśmy fizjologią zmysłów i percepcji. Arystoteles nie mógł wiedzieć o istnieniu dwóch różnych receptorów w ludzkim oku, pręcików i czopków, z których pierwszy jest wrażliwy na widzenie czarno-białe (przy niewielkim oświetleniu), a drugi na widzenie w kolorze. A mimo to napisał, że „pierwszą rzeczą, którą widzimy jest kolor”. Nie mógł wiedzieć, że światło jest falą elektromagnetyczną emitowaną, gdy temperatura ciała osiąga tysiąc stopni,

⁴¹ Pełny kontekst jest następujący: “There is an enormous difference between what people believe and what professional *experts* believe. I suppose most people and the Western world today accept some form of dualism. They believe they have both a mind, or a soul, and a body. I have even heard some people tell me they have three parts – a body, a mind and a soul.” Searl używa określeń: “ciało”, umysł” i “dusza”.

⁴² J. R. SEARLE, *Mind. A Brief Introduction*, Oxford University Press, Nowy Jork 2004. Fragmenty w języku polskim w tłumaczeniu Jana Karłowskiego (przyp. tłum.).

ale napisał, że „światło nie jest ani ogniem, ani ciałem, a czymś, co wydziela ogień”.

W dzisiejszych czasach trudno jest dostrzec różnice między ludźmi i zwierzętami: psy również odczuwają emocje. Niedawno odkryto, że nawet rośliny korzystają z komunikacji wewnętrznej generując sygnały elektryczne (rys. 6.20). Elektrokardiogram (6.20a) to seria cyklicznych sygnałów elektrycznych o napięciu kilku mV i o różnych kształtach, zwanych P, Q, R. W ludzkim mózgu bodziec, jak na przykład gasnąca sygnalizacja drogowa, wywołuje impuls elektryczny o mocy kilku μV , który wyznacza przygotowanie, reakcję i rozluźnienie⁴³. Sygnały są bardzo szybkie, na granicy fizycznych możliwości.



Rys. 6.19. Sygnały elektryczne w organizmach żywych. (a) Elektrokardiogram składa się z serii sygnałów o napięciu kilku mV trwających krócej niż jedną sekundę. (b) W ludzkim mózgu bodziec wywołuje złożony impuls elektryczny o wartości kilku μV i trwający około 0,2 sekundy. (c) Sygnały elektryczne emitowane przez rośliny także są mierzone w mV, choć są znacznie wolniejsze: u mucholówki, roślina mięsożernej, sygnał zamknięcia pułapki trwa 2 sekundy. ŹRÓDŁO: MK; G.A. CHIARENZA, Backyard Brains.

Jednakże również i rośliny wytwarzają sygnały elektryczne, choć wolne. *Dionaea muscipula*, mięsożerna roślina zwana również mucholówką amerykańską, łapie owady w pułapkę, którą zamyka dopiero wtedy, kiedy ofiary dotkną dwóch „włosków” czuciowych w odstępie czasu nie dłuższym niż 20 sekund: wygenerowany sygnał elektryczny trwa 2 sekundy⁴⁴. W oparciu o wykresy na rys. 6.20 można by wysunąć wniosek, że nie ma różnicy między zwierzętami, ludźmi i roślinami: i to właśnie nazywamy błędnym wnioskiem!

⁴³ G.A. CHIARENZA i in., *Brain activity associated with skilled finger movements: Multichannel magnetic recordings*, „Brain Topography”, 3 (1991), s. 433.

⁴⁴ Backyard Brains, Neuroscience for Everyone, https://backyardbrains.com/experiments//Plants_VenusFlytrap (dostęp 08.05.2017).

Na podstawie samej obserwacji metabolizmu i sygnałów elektrycznych wydawałoby się, że między roślinami, zwierzętami i ludźmi nie występują zasadnicze różnice. A może, na poziomie biologicznym, zachodzi tu jedynie inny stopień złożoności? Arystoteles rozwiązał ten problem w genialny sposób. Wyróżnił trzy *rodzaje* duszy: roślinną, która zapewnia samo istnienie (odżywianie, wzrost), zwierzęcą, która odpowiada za wrażenia zmysłowe i poruszanie się oraz ludzką, zdolną do posługiwania się inteligencją i wyobraźnią⁴⁵. Każdy typ duszy zawiera w sobie poprzedni, ale wszystkie trzy całkowicie się od siebie różnią.

Arystotelesowi, który należał do greckiego i przedchrześcijańskiego racjonalnego świata trudno byłoby przypisać etykietkę „idealisty”. Mimo to, filozof pisał o duszy ludzkiej, że „ma coś boskiego”. Jego komentator, Giancarlo Movia, pisze: „Jeśli przeczytać tekst bez uprzedzeń i wziąć pod uwagę treści 4 i 5 rozdziału z księgi III, to nie sposób zaprzeczyć, że jest on zasadniczo zgodny z doktryną głoszoną przez Arystotelesa w jego dziełach - doktryną o nieśmiertelności duszy ludzkiej”⁴⁶.

Twierdzenia o tym, że dusza ludzka nie ulega zniszczeniu pojawiają się w różnych miejscach w *De Anima*:

Wtedy wydaje się, że intelekt przybywa jako substancja i nie ulega zepsuciu. [...] Proces zarówno myślenia, jak poznawania teoretycznego słabnie przez to, że coś innego wewnątrz [organizmu] ulega zepsuciu: sam jako taki, [rozum] nie podlega wpływowi [ciała]. Gdy zaś chodzi o rozumowanie, miłość lub nienawiść, to nie są one właściwościami rozumu, lecz podmiotu, który jest nim obdarzony i o ile jest w jego posiadaniu. Dla tej racji, gdy [podmiot] ulega zniszczeniu, nie ma już miejsca dla wspomnień ani dla miłości. One bowiem nie były własnościami rozumu, lecz [osobnika] złożonego, który zginął. Rozum jest niezaprzeczalnie czymś bardziej boskim i nie podlegającym wpływowi [ciała]. (498b 18-30)

W samej rzeczy istnieje [w niej] jeden rozum, który odpowiada materii — bo staje się wszystkim — i drugi [który odpowiada przyczynie sprawczej] — bo tworzy wszystko, jak specjalny rodzaj nawyku nabytego, podobny pod tym względem do światła, bo i światło na swój sposób sprawia, że barwy potencjalne stają się barwami aktualnymi. [...] I ten rozum jest oddzielony, odporny na wpływy zewnętrzne i niez mieszanym, ponieważ jest ze swej natury aktem. Zawsze przecież, to, co działa jest bardziej dostojne od tego, co

⁴⁵ Zobacz też: G. KARWASZ, *Aristotle's three souls in modern science: Re-reading "De Anima"*, „Cauriensia” 13 (2018), s. 429-448.

⁴⁶ G. MOVIA, w: Arystoteles, *De Anima*, Bompiani, Mediolan, 2014, s. 263.

odbiera [jego] wpływ; a przyczyna jest czymś [wyższym] od materii. [...] Dopiero gdy jest odłączony, jest tym, czym w rzeczywistości jest; i to jedynie jest nieśmiertelne i wieczne. Ale nie pamiętamy [tego], to bowiem, co tak istnieje, jest odporne na wpływy zewnętrzne. Rozum bierny zaś jest podległy zniszczeniu, a bez niego nic nie jest w stanie niczego poznać. (430a, 15-30)

A zatem, cytując słowa papieża Benedykta XVI, to właśnie nieśmiertelność duszy mogłaby być cechą rozstrzygającą o człowieczeństwie.

Czy temat nieśmiertelnej duszy pasuje do książki o nauce? Z pewnością nie! Jednakże nawet w fizyce mamy kilka hipotez, które są nieudowodnione i/lub niemożliwe do udowodnienia. Jedno z wyjaśnień masy i ładunku elektronu (pamiętajmy, że jest to najbardziej elementarna ze wszystkich cząstek) zakłada, że elektron jest zamkniętym w sobie wirem pola elektromagnetycznego. Mózg także wytwarza fale (rejestrwane za pomocą elektroencefalografu). czy zbiór bardzo złożonych wirów/fal elektromagnetycznych byłby samopodtrzymujący się? Rozpoczęlibyśmy tu jakieś spekulacje typu New Age.

Na nieśmiertelność duszy ludzkiej mamy tyle argumentów (po pierwsze „obcowanie świętych” dla tych, którzy tego osobiście Doświadczyli...), że nie potrzebujemy hipotez graniczących z metodologią naukową: w świecie materialnym obowiązuje fizyka Galileusza, która nie obejmuje świata niematerialnego („niebieskiego”, jak zapisano w Księdze Rodzaju).

Na koniec można zacytować Platona, który w *Fedonie* rozważał kwestię nieśmiertelności duszy i wyciągnął z tych rozważań następujące wnioski etyczne:

Więc to — powiada — ludzie moi, godzi się wziąć pod uwagę, że jeśli dusza jest nieśmiertelna, to dbać należy nie tylko o ten czas, który nazywamy życiem, ale o cały czas, i niebezpieczeństwo teraz zagraża i może się wydawać wielkie, jeżeli ktoś duszy zaniedba. Gdyby śmierć stanowiła zerwanie ze wszystkim w ogóle, byłoby to jak znalazł dla ludzi złych: pozbyć się ciała, a wraz z duszą zbyć się i swoich złości. Ale teraz, skoro dusza zdaje się być nieśmiertelna, to chyba nie masz dla niej innej ucieczki od zła ani innego zbawienia, chyba to jedno: stać się jak najlepszą i najrozumniejszą. Bo ona do Hadesu pójdzie, nic innego ze sobą nie biorąc oprócz kultury i tego, czym się żywiła; to jej, powiadają, najwięcej pomoże albo zaszkodzi po śmierci zaraz na początku drogi w tamte strony⁴⁷.

⁴⁷ PLATON, *Tutte le opere*. t. I, *Fedone*, trad. G. Giardini, Newton, Rzym 1997, s. 241. Fragmenty w języku polskim w tłumaczeniu Władysława Witwickiego (przyp. tłum.).

6.14. Nie anioł, i nie bestia⁴⁸

Pytanie, czy człowiek jest bytem złożonym wyłącznie z materii fizycznej, na swój sposób zorganizowanej, czy też składa się z dwóch „substancji”, by użyć słownictwa Arystotelesa, ma zasadnicze znaczenie kulturowe, filozoficzne i polityczne: kwestia materializmu definiuje całą ludzką cywilizację. Zanegowanie duchowej „substancji” doprowadziło w XX wieku do największych katastrof, które dotknęły całą ludzkość: setki milionów śmiertelnych ofiar reżimów totalitarnych.

Współczesne neuronauki starają się gdzieś w mózgu zlokalizować nasze funkcje umysłowe. Do tej pory wyciągnięto tylko bardzo uproszczone wnioski, na przykład, że uszkodzenie płata czołowego powoduje utratę wzroku. Co nie oznacza, że sam płatek czołowy wystarczy, żeby widzieć. Jak wyjaśnił Stanley Jaki, dominikanin i fizyk, w książce *The Brain Mind Unity: The Strangest Difference*⁴⁹ - myśl znajduje się w mózgu jednocześnie wszędzie i nigdzie. Jak pisał Arystoteles - dusza jest *formą* i *celem* ciała.

Do czego zatem potrzebny jest nam mózg, plątanina włókien białkowych, żeby „udzielić gościny” duchowi? Teoretycznie myśl mogłaby równie dobrze krążyć po obwodach wykonanych z krzemu, takich jak komputer. W obu przypadkach potrzeba substancji materialnej, nie tylko do „czystego” myślenia, ale przede wszystkim do komunikacji z zewnętrznym, fizycznym światem. Dlatego też właśnie w *De Anima* Arystoteles opisuje funkcjonowanie wzroku, słuchu oraz dotyku.

Wspomniany wcześniej współczesny filozof John Searle narzeka, że „ludzie w kulturze zachodniej wierzą, że posiadają ciało, duszę i jeszcze coś, co nazywa się duchem”, gdy tymczasem „większość ekspertów mieni się materialistami”. Dlaczego opinia „ludzi” (czyli przeważającej części społeczeństwa) różni się od opinii „ekspertów”? Zazwyczaj winą za tę rozbieżność zdań obarcza się Kartezjusza, a zwłaszcza jedno z jego ostatnich dzieł *Medytacje o pierwszej filozofii*, czyli o teologii. W tej pracy Kartezjusz zadaje sobie pytanie, gdzie w

⁴⁸ P. PREMOLI DE MARCHI, *Uomo, né angelo né bestia. Argomenti a favore dell'esistenza e dell'immortalità dell'anima*, [Człowiek, ani anioł ani zwierzę. Argumenty zasadnicze na rzecz istnienia i nieśmiertelności duszy]. I Quaderni del Timone, Edizioni Art, Novara 2005.

⁴⁹ S. JAKI, *The Brain Mind Unity: The Strangest Difference*, RVB, Pinckney 2004.

mózgu znajduje się *zdrowy rozsądek*, który koordynuje wszystkie zmysły. Dziś wiemy, że jest wszędzie. Kartezjusz zastanawiał się również czy dusza ludzka jest nieśmiertelna. Jego odpowiedź brzmiała: „Dobry Bóg nie mógłby zwodzić nas obiecując życie wieczne”. Do podobnego wniosku doszedł jego rówieśnik Blaise Pascal. Porozmawiamy o tym w rozdziale VII.

Relacja między ciałem a duszą była przedmiotem jednego z najbardziej zawikłanych sporów w historii filozofii. Dla Platona dusza była niezależna od ciała i w pewnym sensie **wrodzona, boska**. Arystoteles, jak już wcześniej powiedzieliśmy, posłużył się metafizyczną koncepcją formy: „dusza jest formą i celem ciała”. Jednakże czy zniszczenie rzeźby oznacza sam rozpad materii, czy może znika i forma? W swojej odpowiedzi św. Tomasz podkreśla, że dusza jest *stworzona* przez Boga, a zatem istnieje jako *substancja*. Człowiek jest jednością duszy i ciała.

Paola Premoli de Marchi wyjaśnia to tak⁵⁰:

Dzięki tej wyjątkowej strukturze, substancji złożonej z esencji i aktu bycia, dusza może kształtować ciało, ale może też istnieć oddzielnie od ciała, ma w sobie pełną indywidualność i niewyraźność, jest prosta i niezniszczalna. Z drugiej jednak strony, Tomasz podkreśla, że relacja między duszą a ciałem nie jest przypadkowa: wręcz przeciwnie, istotą duszy jest, to że jest formą ciała, że stanowi substancjalną całość ciała. Dlatego człowiek jest w pełni takim, nie jako dusza oddzielona od ciała, a jedynie jako dusza połączona z ciałem.

Często zadawane pytanie brzmi: co dzieje się z duszą, gdy mózg ulega uszkodzeniu, na przykład z wiekiem? Arystoteles odpowiedział również i na to pytanie: dusza chwilowo „wycofuje się”, zupełnie jak wtedy kiedy człowiek się upija: dusza nie znika, ale nie znajduje podłoża, na którym mogłaby się „oprzeć”.

Czy dusza ludzka istnieje po śmierci? Wierzyły w to wszystkie kultury *Homo sapiens*, począwszy od tych syberyjskich sprzed 40 tysięcy lat z ich obrzędami pogrzebowymi, poprzez kulturę starożytnego Egiptu z piramidami, aż po Platona. Przypomnijmy raz jeszcze *Fedona*: to, co dusza zabiera ze sobą, kiedy przechodzi na tamten świat, to nie tylko samoświadomość, ale wszystkie doświadczenia, działania, myśli, słowa i zaniedbania ziemskiego życia. A w *Składzie apostołskim* podkreśla się, że dusze nie tylko istnieją po śmierci, ale

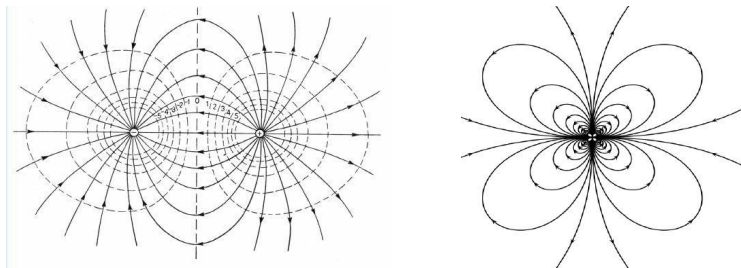
⁵⁰ P. PREMOLI DE MARCHI, op. cit., s. 54-55.

uczestniczą w naszym ziemskim życiu: ta koncepcja jest zawarta w lakonicznym „wierzę w świętych obcowanie”.

Tak więc człowiek, pomimo wszystkich swoich wad, mimo cierpień, jakie przynosi mu życie w świecie materialnym, różni się także i od aniołów, które prawdopodobnie rzadko rozkoszują się światem materialnym⁵¹.

6.15. Świat pełen aniołów

W *Składzie apostoelskim* nie wspomina się o istnieniu aniołów, ale to one są częścią „wszystkich rzeczy niewidzialnych”. Z siedmiu rodzajów chórów anielskich (według papieża Grzegorza IV) tylko ten na najniższym szczeblu, czyli właśnie aniołów, uczestniczy w naszym życiu. Co się tyczy tych drugiego rodzaju, archaniołów, tylko nieliczni z nich (Michał, Gabriel) czasami schodzą do świata materialnego, aby przynieść ważne nowiny. Do Archanioła Michała zwraca się w modlitwie papież Leon XIII: „Święty Michale Archaniele! Wsporagaj nas w walce, a przeciw niegodziwości i zasadzkom złego ducha bądź naszą obroną”⁵².



Rys. 6.20. Wizualizacja pola elektrycznego (niewidocznego w naturze) wokół ładunków modelowych: (a) dwa przeciwstawne ładunki (dipol), (b) na zewnątrz cztery ładunki o tym samym znaku. Dzisiaj rozkład ładunków (distribuzione) jest obliczany przez komputery, w latach sześćdziesiątych, kiedy Feynman napisał swoje *Wykłady*, trzeba było *złożyć* pewien rozkład, a następnie zweryfikować go punkt po punkcie. ŹRÓDŁO: R. FEYNMAN

⁵¹ Paola Premoli de Marchi cytuje odmienną opinię na temat aniołów, św. Tomasza z Akwinu: „Ponadto, stwierdzenie, że dusza kompletna nie ma w sobie pełnej postaci człowieka, a posiada ją tylko wtedy, gdy jest zjednoczona z ciałem, tłumaczy według św. Tomasza dlaczego różni się od aniołów w kwestii doskonałości. Faktycznie, anioły są doskonałym gatunkiem, ponieważ jako substancje duchowe są złożone same z siebie” (op. cit., 55).

⁵² JAN PAWEŁ II, *Regina Coeli*, 24.04.1994, http://w2.vatican.va/content/john-paul-ii/it/angelus/1994/documents/hf_jp-ii_reg_19940424.html.

Richard Feynman (1918-1988), jeden z najwybitniejszych fizyków teoretycznych XX wieku (i genialny dydaktyk), opisał koncepcję pola elektrycznego⁵³: „Znacznie łatwiej wyobrazić sobie anioła niż pole elektryczne. Po prostu narysuj uskrzydloną figurę, a następnie ją zetrzyj, w końcu jest niewidoczna. Tymczasem aby znaleźć konfigurację pola elektrycznego, które również jest niewidoczne, musimy najpierw znaleźć rozkład ładunków elektrycznych, a następnie rozwiązać odpowiednie równanie”. Na rysunku 6.21 widzimy konfigurację pola elektrycznego obliczoną wokół rozkładów ładunków modelowych.

Papież Grzegorz Wielki (540-601), święty Kościoła Katolickiego, ustalił, że istnieje dziewięć rodzajów chórów anielskich, licząc od dołu: aniołowie, archaniołowie, aż po cherubinów i serafinów. Edward Lucie-Smith pisze w *Aniołach*: „Według najbardziej cenionej opinii anioły dzielą się na trzy triady, zwane też sferami. Pierwszą tworzą (w porządku ważności): serafiny, cherubiny i trony. Anioły te, przebywające najbliżej Boga, są najbardziej dla ludzkiego rozumu niepojęte. [...] Trzecia, najniższa sfera składa się z aniołów, z którymi jesteśmy najbardziej oswojeni, gdyż mają one bezpośredni kontakt z ludźmi”⁵⁴.



Rys. 6.21. Dziś przyzwyczajiliśmy się do wyobrażenia aniołów jako postaci z białymi skrzydłami. W średniowieczu skrzydła aniołów mieniły się kolorami tęczy. Trudno jest znaleźć przedstawienia cherubinów i serafinów⁵⁵, którzy „powinni” mieć trzy pary skrzydeł. Tutaj fragmenty malowideł Lorenza Monaco - *Koronacja Marii z adoracją świętych* (1407-1409), National Gallery, Londyn, oraz Fra Angelico - *Zwiastowanie*, Klasztor San Marco we Florencji. ZDJĘCIE: GK 2004.

⁵³ Pojęcie pola elektrycznego jest nieco dziwne: jest to przestrzeń, w której siły elektryczne działają na ładunki elektryczne. Przestrzeń, o której mowa, teoretycznie jest pusta, nie zawiera żadnych cząstek materialnych, a jednocześnie pusta nie jest, ponieważ przenika ją „pole elektryczne”.

⁵⁴ E. LUCIE-SMITH, *The Glory of Angels*, Harper Design, 2009. Fragmenty w języku polskim w tłumaczeniu Macieja Witkowskiego, Wyd. Arkady, 2010 (przyp. tłum.).

⁵⁵ Na przykład Pietro Cavallini (1240-1320), *Sąd Ostateczny* w Bazylice św. Cecylii na Zatybrzu, Rzym, http://www.frammentiarte.it/dal_Gotico.it/Cavallini_opere/05-04_cavallini_giudizio_universale.jpg (dostęp 05.05.2016).

6.16. Od jednego tchnienia

Ta książka, a w szczególności rozdział VI, może wydawać się niejednorodna: z jednej strony zawiera bardzo naukowe stwierdzenia Dotyczące genomu, DNA, białek, neurosygnałów, a z drugiej strony niemożliwe do zweryfikowania dygresje o nieśmiertelnej duszy i aniołach. Jednakże to właśnie tu, dokładnie pośrodku między tymi dwiema skrajnościami znajduje się człowiek, stworzony na podobieństwo Boga, który, choć uformowany z gliny, otrzymał boskie tchnienie: połączenie świata materialnego i duchowego. „Wtedy to Pan Bóg ulepił człowieka z prochu ziemi i tchnął w jego nozdrza tchnienie życia, wskutek czego stał się człowiek istotą żywą.” (Rdz, 2, 7).

W polskiej wersji językowej „proch ziemi” jest tłumaczony również jako „głina”. Jeśli trzeba by dokonać wyboru między piaskiem (SiO_2) a gliną, to ta ostatnia zawiera wszystkie pierwiastki, z których jesteśmy zbudowani: wapń, tlen, sód, potas, żelazo, wodór, z wyjątkiem węgla. Ale aby stać się „żywym” niezbędna jest ta specjalna organizacja pierwiastków chemicznych, która sprawia, że roślina rośnie i kwitnie, podczas gdy inna, mimo wszelkich wysiłków, wysycha i staje się materią *nieożywioną*. Już Arystoteles odróżniał duszę roślinną od zwierzęcej. W przypadku człowieka, aby stworzyć *osobę*, potrzebne było jeszcze „Boże tchnienie”.

Cała droga ewolucji różnych form przedludzkich jest kolejnym, wyraźnym potwierdzeniem dystansu, jaki oddziela człowieka od świata zwierząt. Już *Homo erectus*, wielki wędrowiec, różnił się od szympanсів sposobem, w jaki zajmował wybrane środowisko, zdobywał pożywienie, używał narzędzi i ognia.



Rys.6.22. Ten obraz jest ilustracją słów: „[Bóg] tchnął w jego nozdrza tchnienie życia, wskutek czego stał się człowiek istotą żywą”. Słowo osoba znaczy więcej niż „żywe stworzenie”. Arystoteles podkreślał w człowieku obecność intelektu, który ma w sobie coś boskiego. Ta biologiczna różnica między formami przedludzkimi a Człowiekiem to tak naprawdę „tchnienie”. ŹRÓDŁO: Kaplica Palatyńska, Palermo.

A jednak po upływie miliona lat jego ewolucja się zatrzymała. *Homo sapiens* w dziesięciokrotnie krótszym czasie opanował skomplikowaną komunikację głosową, wypełnił wszystkie jaskinie u wybrzeży Atlantyku niesamowitymi rysunkami, zbudował miasta, nie wspominając o wynalezieniu opery i komputerów. Nie jedno tchnienie, ale przepaść oddziela nas zarówno od szympanсів, jak i od wszystkich pozostałych przedludzkich form. Być Człowiekiem, stworzonym przez samego Boga, to jest powód do dumy!

6.17. Ręką Boga

We współczesnej termodynamice, a nawet w teologii, koncepcja samoorganizacji materii wprowadzona przez Ilyę Prigogine (Nagroda Nobla 1977) jest obecnie bardzo popularna: płatki śniegu tworzą piękne gwiazdy. Tak, nie można wykluczyć, że podczas przemian fazowych krzywe stabilności osiągną porządek maksymalny, a nie minimalny. Ale od praw termodynamiki do działającej komórki biologicznej jest jeszcze nieskończenie długa droga, długa nawet dla pojedynczych aminokwasów w całkowitej logicznej budowie łańcucha złożonego z miliardów bitów DNA. Dlatego nie zgadzamy się z koncepcją *self-emergence*, czyli samokreacji.

Nie zgadzamy się nawet z koncepcją *Intelligent Project*, zgodnie z którą do natury włączono prawa, które umożliwiły autonomiczne

pojawienie się życia i człowieka z jego nieśmiertelną duszą. Przypomnijmy, że kosmolodzy, aby wyjaśnić tak prostą rzecz, jak (tajemnicze) rozmieszczenie galaktyk, ukuli określenie „palec Boży”. Co ważniejsze, trudno nie zgodzić się z *Pismem*, które całe piękno świata przypisuje nie *self-emergence*, ani nie *Intelligent Project*, ale samemu Bogu.

I to nie Bóg od czasu do czasu popycha świat, gdy ten zwalnia, ale jak głosi Katechizm Kościoła Katolickiego (art. 302):

Stworzenie ma właściwą sobie dobroć i doskonałość, ale nie wyszło całkowicie wykończone z rąk Stwórcy. Jest ono stworzone "w drodze" (*in statu viae*) do ostatecznej doskonałości, którą ma dopiero osiągnąć i do której Bóg je przeznaczył. Bożą Opatrznością nazywamy zrządzenia, przez które Bóg prowadzi swoje stworzenie do tej doskonałości.

6.18. Mówią, że zmartwychwstał⁵⁶

O ile w historii filozofii różni autorzy opowiadali się za nieśmiertelnością duszy ludzkiej, to jedynie religia katolicka uwzględnia zmartwychwstanie ciał. „Wiem, że [ciało] zmartwychwstanie w czasie zmartwychwstania w dniu ostatecznym”, powiedziała Marta, siostra Łazarza, mimo że wówczas jeszcze w to nie wierzyła. Pusty Grobowiec, jak wskazuje Vittorio Messori, jest absolutną podstawą naszej wiary. Ale opowieść zapisana w Ewangelii przez św. Jana, naocznego świadka, zaskakuje swoją lakonicznością:

A kiedy się nachylił, zobaczył leżące płótna, jednakże nie wszedł do środka. Nadszedł potem także Szymon Piotr, idący za nim. Wszedł on do wnętrza grobu i ujrzał leżące płótna oraz chustę, która była na Jego głowie, leżącą nie razem z płótnami, ale oddzielnie zwiniętą na jednym miejscu. (J, 20, 5-7)

Brzmi jak raport zdany salowej przez pielęgniarkę, żadnych okrzyków chwała mu, żadnego Alleluja! Zwięzły charakter opisu świadczy o zdumieniu tym, co Piotr i Jan zobaczyli wewnątrz grobowca: zwiotczały całun, płótna rozwinięte na ziemi, jakby ciało wyparowało. Często żartuję, że w moim laboratorium antymaterii przeprowadzamy podobne eksperymenty: kiedy antyelektron zderzy się z elektronem, po prostu wyparowuje, to znaczy przekształca się w dwa fotony gamma, które przechodzą bez przeszkód przez stalową komorę -

⁵⁶ V. MESSORI, *Dicono che è risorto. Un'indagine sul sepolcro vuoto*, SEI, Turyn 2000.

materia zniknęła. Ale to tylko żart. Niewierzący nigdy nie zdołali wyjaśnić, dlaczego na podłodze znaleziono rozwinięte prześcieradła. Być może ta niemal absurdalna lakoniczność jest dowodem na autentyczność ewangelicznej relacji.



Fig. 6.23. Kościół Świętego Krzyża Jerozolimskiego w Rzymie: tabliczka „INRI”. Katedra w Owiedo: chusta, ze śladami krwi, w którą zawinięto głowę Chrystusa. Foto: GK 2011, 2018.

Pierluigi Baima Bollone zidentyfikował na całunie odciski dwóch rzymskich monet, jednej pochodzącej z roku 27 n.e., a drugiej z roku 29 n.e., które były umieszczone na oczach (tak jak Grecy postępowali ze zmarłymi). Nawet splot tkaniny jest wyjątkowy: dwa tysiące lat temu produkowany tylko w Egipcie.

Jedynego dowodu, który przeczy autentyczności Całunu dostarczyła fizyka, mowa tu o badaniu metodą radioaktywnego węgla ^{14}C . Ten izotop powstaje w atmosferze, jest wchłaniany przez rośliny, a następnie ulega rozpadowi (typowy czas rozpadu wynosi 5600 lat). Datowanie wykonane w trzech laboratoriach sugeruje, że Całun pochodzi z epoki średniowiecza. Mimo to, jako fizyk doświadczalny, mam poważne wątpliwości co do rezultatów badania: zbyt wiele czynników może taki wynik zafałszować.

Po pierwsze nie da się wyjaśnić, w jaki sposób powstał obraz. To nie jest barwnik, nie jest to też druk, wygląda na to, że same włókna lnu uległy zmianie. Co jest jej przyczyną? Bardzo silne promieniotwórczość jądrowa, jak te towarzyszące przemianie materii w promienie gamma? Ale skąd wzięły się elektrony z ładunkiem dodatnim? Absurd! Ponadto Całun doświadczył pożaru kaplicy w Turynie, gdzie jest przechowywany, oraz innych bardzo skomplikowanych wydarzeń historycznych.

Trudno jest zastosować test radioaktywnego węgla do datowania czegoś, co wymyka się fizycznemu wyjaśnieniu, chyba że chce się, żeby badania naukowe nie zadziałały - tak jak w przypadku lnu zmodyfikowanego pod wpływem nieznanego promieniowania. I to jest poprawna dedukcja, a nie wprowadzające w błąd datowanie wykonane w laboratoriach fizycznych.

Obraz na Całunie zdaje się powoli zanikać. Im więcej dowodów naukowych, tym mniej widać gołym okiem: trzeba uwierzyć. Jak pisze Vittorio Messori: to „gra światła i cienia”, religia *udowodniona* naukowo nie potrzebowałaby indywidualnego aktu *wiary*⁵⁷.



Fig. 6.24. (a) Niektóre drzewa oliwne dożywają setek lat. To rośnie w ogrodzie Getsemani, u bram Jerozolimy. (b) Srebrna gwiazda w Bazylice Narodzenia Pańskiego w Betlejem. ZDJĘCIE: MARIA KARWASZ, 1999.

Obrazy, fakty naukowe, osobiste świadectwa mogą wzmocnić wiarę, ale nigdy jej nie zastąpią.

⁵⁷ Książki, które wywarły wpływ na moją wiarę w autentyczność ewangelicznych relacji o Męce, to: *Dzień w którym umarł Chrystus* Jima Bishopa (1964); *Umęczon pod Ponckim Pilatem* (2000) oraz *Mówią że zmartwychwstał* Vittoria Messoriego (2001); *La Nuova indagine sulla Sindone. Duemila anni di storia e le ultime prove scientifiche* Pierluigiego Baima Bollone, profesora medycyny sądowej w Turynie, a jeszcze bardziej jego poprzednia książka *Sindone. Storia e Scienza*, Priuli i Verluca, 2010, *Drugi Całun. prawdziwa historia Oblicza Jezusa* (2007) Stefana Gaety oraz *Pasja* film Mela Gibsona, przejmujący ze względu na realistyczną dokumentację.

6.19. Dwa światy

Człowiek ze swoim ciałem zbudowanym z materii biologicznej oraz *Psyche*, nieuchwytny dla fizyki, jest mostem między dwoma światami. Ale te mosty mogą różnić się od siebie: jeden wzbija się bardziej ku niebu, inny natomiast jest mocno osadzony na ziemi. Święci, bracia, zakonnice, kapłani, modlitwa, cud są bliższe tej drugiej stronie⁵⁸. Również nasze modlitwy, miłość bliźniego, post i wszystkie dzieła miłosierdzia to *drogi na skróty* do świata niebieskiego. Ale to byłby temat na inną książkę ...

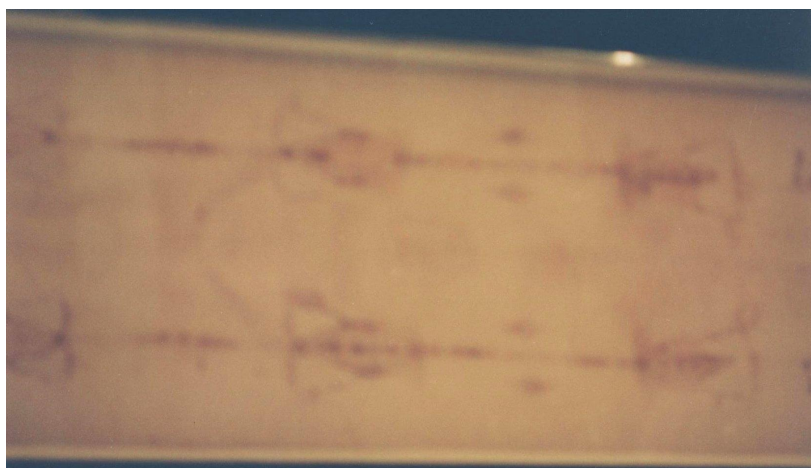


Fig. 6.25. Kolejne zdjęcie, świadectwo pielgrzymek autora i jego żony (Turyn, 2010). Odcisk twarzy umarłego (i zmartwychwstałego) Chrystusa: najważniejszy wizerunek wiary chrześcijańskiej jest ledwie widoczny w centrum obrazu. Widoczne plamy to ślady nadpaleń. ZDJĘCIE: GK, 2000.

⁵⁸ Polecam kolejną książkę Vittoria Messoriego, *Cud* (2000), z bardzo dobrze udokumentowanym opisem cudu, który objawił się Miguelowi Juanowi Pellicerowi w 1640 roku w Saragossie: „przywrócenie” amputowanej nogi, którą włoska wersja Wikipedii określa jako „rzekomy cud”.

Dziesięć pytań

Jak przystało na podręcznik, musimy udzielić odpowiedzi na dziesięć najważniejszych pytań. Oto one¹!

1) Czy na początku wszechświata był rzeczywiście Wielki Wybuch?

Tak, możemy wyjaśnić początek Świata poprzez Wielki Wybuch – kosmiczną eksplozję. Ale wiedząc, że w fizyce ani energia ani materia nie mogą powstać z niczego, nie potrafimy wyjaśnić, skąd pochodzi ta przeogromna ilość energii i materii w istniejącym Wszechświecie..

2) Czy była ewolucja?

Tak, była ewolucja biologiczna, która w przeciągu (zaledwie) 3,5 miliarda lat od zaistnienia życia na Ziemi („szóstego dnia”) doprowadziła do pojawienia *Homo sapiens*. Zresztą, ewolucja nie jest niczym innym jak sekwencją praw natury, która to natura, w słowach Galileusza „jest najwierniejszą wykonawczynią rozkazów Pana Boga”.

3) Czy Adam i Ewa naprawdę istnieli?

Tak, współczesna genetyka wskazuje na jednego przodka męskiego (ojca) i jedną matkę dla całego rodzaju ludzkiego, umiejscawiając je jakieś 120 tysięcy lat temu, w Afryce. Istotne różnice genetyczne pomiędzy małpą a człowiekiem są zasadnicze dla wszystkich cech człowieka.

4) Czy rzeczywiście był grzech pierworodny?

¹ Przypominamy polskim czytelnikom, że książka jest „poradnikiem dla katechetów” – to krótkie podsumowanie ma w szczególności prosty, ba! uproszczony charakter. We Włoszech lekcje religii i/lub etyki w szkole nie są jedynym miejscem refleksji światopoglądowej: pięcioletnie liceum oferuje solidny, trzyletni kurs filozofii, katecheza dla dzieci jest prowadzona również poza szkołą przez zespoły rodziców, Włochy współczesne są kolebką szeregu ruchów katechumenicznych, od Akcji Katolickiej po „Comunione e Liberazione”. W Polsce, konieczność jasności postaw światopoglądowych jest przywoływana szczególnie w edukacji: wydany w 2007 roku podręcznik akademicki dydaktyki nadal dzieli cele wychowania na socjalistyczne i nie-socjalistyczne, według badań wybitnego polskiego współczesnego pedagoga, 95% społeczeństwa deklaruje religię katolicką, ale 10% z nich deklaruje się jako praktykujących ale niewierzących, i tylko dla 3% ankietowanych Polaków jest ona wskaźnikiem dla kształtowania postaw etycznych. (Przypisek autora, XI 2020).

Bóg wygnał Adama i Ewę z Raju, kiedy chcieli osiąść wiedzę Dobra i Zła na własną rękę. Jest wielkim grzechem chęć samodzielnego ustanawiania sądów etycznych a jeszcze większym próba narzucenia ich innym.

5) Czy istnieje życie poza Ziemią?

Według obecnej wiedzy (i zgodnie ze słowami profesora George'a Coyne'a z Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego), żaden traktat teologiczny nie wypowiada się w tej kwestii. Ale do dziś, z kilku tysięcy odkrytych planet poza Układem Słonecznym, żadna z nich nie przypomina Ziemi.

6) Czy rzeczywiście Chrystus zmartwychwstał?

Tak, zgodnie ze wszelkimi możliwymi wskazówkami, jakich dostarcza zarówno (absurdalnie) lakoniczna relacja Św. Jana Ewangelisty który „zobaczył i uwierzył” (20,9), a także „obraz” na świętym Całunie (*Sacra Sindone*), zmartwychwstanie Chrystusa, najpierw ukrzyżowanego a później zmartwychwstałego miała rzeczywiste miejsce. Ale ponownie, będąc punktem kardynalnym *wiary* chrześcijańskiej, Zmartwychwstanie nie może być naukowo udowodnione.

7) Czy wszyscy musimy umrzeć?

Nie, o ile Chrystus powróci na Sąd Ostateczny za naszego życia, zostaniemy osadzeni jako żywi. Najświętsza Maria Panna została wniebowzięta cieleśnie, gdy zasnęła.

8) Czy możemy poznać Boga przez rozum?

Nie, nawet ci naukowcy, którzy są szczególnie poważani jak Kant, twierdzili, że bez *bożej łaski*, nie jest możliwe poznanie Pana Boga. Poszukiwać Pana Boga jedynie za pomocą rozumu oznacza popełniać grzech pychy.

9) Jaka jest najistotniejsza cecha ludzkiej duszy?

Cechą najistotniejszą nie są emocje (ponieważ niektóre z nich możemy przypisać również zwierzętom), ani inteligencja (z tego samego powodu), ale *nieśmiertelność* tej duszy. Mamy ku temu dowody? Obiektywne, czyli naukowe – nie, w przeciwnym razie nie byłoby potrzeby „zakładu” Pascala. Każdy niech szuka we własnym doświadczeniu osobistym.

10) Dlaczego Bóg zezwala na zło?

Jak napisał filozof i fizyk, Leibniz, grzech i zło moralne istnieją, aby zapobiec gorszemu złu lub aby przywieść ku dobru. Dodajmy, gdyby nie konieczność codziennych, osobistych wyborów, dojście do nieba byłoby dziecinnie proste.

Ringraziamenti

Il libro è nato dalle domande che ci si faceva durante le piacevoli se-dute sul divano verde con il carissimo amico avvocato Mario Fedrizzi, con la bellissima vista sui monti trentini. Spero, dopo anni, di poter fornire parziali risposte da parte mia, cioè dello scienziato. Grazie Mario! per queste domande.

Innumerevoli sono i discorsi e lezioni che ho avuto la grazia di prendere, sia da scienziati (prof. Lev Pitaevski), scrittori (dott. Vittorio Messori), teologi (prof. Piotr Roszak) e gente di profonda Fede (come dott. Romano Cainelli, Giusi Cagol, Elia Serafini, Mariella e Marco Visintainer, Glorianna Frisinghelli, Alda Anastasi e tanti, tanti altri). Un ringraziamento speciale va alla Dr.ssa Mariateresa Lezzi Gorga, per avermi aperto alla bellezza delle immagini sulla Creazione. Il libro non sarebbe ultimato senza un'attenta lettura dalla parte del caro amico, Dr Luca Morlino.

E infine, i ringraziamenti più importanti vanno alla mia amata sposa, Maria, silenziosa e fedelissima in tutto questo che invento.



L'Annunciazione è il più grande mistero della Fede. Due mondi, questo fisico e quello Divino si sono riuniti nel Corpo di Cristo. Riuniti, sulla parola di Dio. Che una pia ragazza aveva ascoltato e creduto. Hotel de Cluny, Paris, foto GK, 2003.

Scienza e fede

Il mondo umanistico e quello scientifico sembrano da sempre vivere vite separate. Cercare la mente divina nella natura collide con il rigore scientifico. *Scienza e fede* inizia con le parole di Galileo sulla Natura fedele osservatrice degli ordini divini. Lo scopo è d'identificare l'ordine della Natura – tramite le leggi della fisica, dell'astronomia, della chimica, della biologia, della genetica e dell'antropologia – per verificare se sia in accordo o in contrasto con le Scritture. Il volume descrive la complessa struttura della scienza moderna, con particolare attenzione agli aspetti interdisciplinari e filosofici. È un “manuale” di scienze, rivolto non solo agli insegnanti di religione ma anche a tutti i credenti.

Grzegorz P. Karwasz è professore ordinario di Fisica sperimentale presso la facoltà di Fisica e Astronomia della Uniwersytet Mikołaja Kopernika di Toruń in Polonia. Ha conseguito la laurea in Economia presso la Uniwersytet Gdański e in Fisica presso la Politechnika Gdańska nel 1982. Nel periodo tra il 1986 e il 2006 è stato ricercatore (e professore a contratto) presso Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trento. Dal 2006 dirige il Dipartimento della Didattica della Uniwersytet Mikołaja Kopernika di Toruń. È esperto scientifico dell'Unione Europea e dell'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica ONU a Vienna. Insegna Fisica moderna, Fisica atomica, Pedagogia, Didattica ed è autore di oltre 200 articoli e comunicazioni sulle riviste internazionali. Pubblica anche monografie e articoli scientifici in materia di astronomia, filosofia e teologia.

