

„Agnostycyzm” metodologiczny w nauce

Grzegorz Wrochna

1. Agnostycyzm a metoda naukowa

Człowiek próbując zrozumieć otaczający świat napotyka na bogactwo, które trudno ogarnąć myślą. Pomimo olbrzymich postępów nauk przyrodniczych Wszechświat nadal pozostaje dla nas Wielką Zagadką. Tym bardziej, kiedy człowiek pyta o Boga czy o sens istnienia, boryka ze swoją ograniczonością i przyznać musi, że są to tajemnice, które przerastają możliwości jego poznania i zrozumienia. Z tej bezradności zrodził się pogląd filozoficzny zwany agnostycyzmem (gr. *αγνοστος* [ágnostos] – niepoznawalny). Z zasady neguje on wszelką możliwość wyrokowania o czymkolwiek poza obserwowanymi zjawiskami. Tak ściśle rozumiany przeczyłby samemu sobie: stojąc na gruncie agnostycyzmu nie wolno nam rozstrzygać czy agnostycyzm jest słuszny czy nie. W praktyce agnostycyzm staje się więc postawą rezygnacji z próby odpowiedzi na nietrywialne pytania nurtujące człowieka. Często bywa tylko wymówką, kiedy takiej próby nawet się nie podejmuje nie z powodu przekonania filozoficznych ale zwykłego lenistwa.

Bywają jednak sytuacje, kiedy świadomy dystans od jakiegokolwiek stanowiska w sprawach dotyczących wiary czy przekonania filozoficznych jest postawą nie tylko usprawiedliwioną, ale wręcz pożądaną. Tak jest w przypadku nauk przyrodniczych. Kiedy prowadzimy badania w tej dziedzinie możemy zachwycać się pięknem i mądrością Planu Stworzenia albo negować istnienie Boga, ale musimy uważać, żeby tych zachwyków czy negacji nie uczynić założeniami wstępnymi naszych badań. Używając terminologii zapożyczonej z fizyki można powiedzieć, że teoria naukowa powinna być *niezmiennicza* ze względu na przekonania jej autora lub użytkownika. Jedynym kryterium jej słuszności powinna być zdolność opisywania i przewidywania obserwowanych zjawisk, a nie to czy wydaje się ona pasować do jakichś przekonania religijnych lub filozoficznych. Jest to podstawowa zasada metodologiczna, którą wypracowały sobie nauki przyrodnicze na drodze wielu prób i błędów. Historia rozwoju nauki pokazała, że przyjęcie takiej postawy okazało się być najbardziej płodnym i najbezpieczniejszym podejściem. Mniej lub bardziej świadome włączanie przekonania filozoficznych lub teologicznych do teorii naukowej niejednego przyrodnika wyprowadziło na manowce.

Metodologiczna zasada oddzielenia przekonania badacza od samego procesu badawczego, rzecz jasna, nie ma nic wspólnego z agnostycyzmem. Często jednak bywa z nim mylona. Nieco prowokujące sformułowanie tytułu niniejszego artykułu ma na celu właśnie uwrażliwienie na możliwość takich pomyłek. Z faktu, że ktoś jest naukowcem, wcale nie wynika, że musi być agnostykiem. Tymczasem nie jeden raz w historii próbowano argumentować, że „światopogląd naukowy” wyklucza wiarę w Boga. I odwrotnie, fakt bycia agnostykiem nie gwarantuje poprawności metodologicznej prowadzenia badań. Bywało, że ludzie deklarujący się jako agnostycy odrzucali jakąś teorię naukową tylko dlatego, że nazbyt kojarzyła im się z biblijnym opisem stworzenia świata czy stworzenia człowieka.

Właśnie historia badań początków człowieka i początków Wszechświata dostarcza najbardziej jaskrawych przykładów nieporozumień i błędów metodologicznych. Spróbujmy przyjrzeć im się bliżej. W każdej z tych dziedzin zobaczymy najpierw skąd czerpiemy naszą wiedzę przedstawiając po krótko stosowane w nich techniki badawcze. Następnie naszkicujemy dość grubą kreską aktualny stan wiedzy. Wreszcie przyjrzymy się niektórym „wypadkom przy pracy” jakie wydarzyły się w historii tych badań. Artykuł zakończymy nieśmiałą próbą wyciągnięcia wniosków jak ustrzec się podobnych błędów. Zachęcam czytelników do zapoznania się z ilustracjami, które prezentowałem wygłaszając referat na sesji: <http://hep.fuw.edu.pl/~wrochna/lectures/tarnow05.ppt>

2. Badania prehistorii człowieka

2.1. Fizyczne metody datowania¹

Homo sapiens to jedyny w swoim rodzaju gatunek spotykany w przyrodzie. Jedną z wyróżniających go cech jest to, że stawia sobie pytania o swoją własną przeszłość. Kiedy pojawił się na naszej planecie? Jak do tego doszło? Czy wyodrębnił się spośród innych gatunków w sposób ciągły, na drodze powolnej ewolucji, czy też raczej skokowy, z wyraźnie określonym początkiem? Jeśli ciągły, to jak wyglądały ogniwa pośrednie? Jeśli skokowy, to jaki był mechanizm tego skoku?

Te i inne pytania są domeną poszukiwań archeologicznych. Kiedy jednak archeolog znajdzie interesujący obiekt i zadaje sobie pytanie z jakiego okresu on pochodzi, z pomocą przychodzi fizyka. Największe usługi oddała tu **metoda radioizotopowa** oparta na rozpadzie izotopu węgla ¹⁴C. Izotop ten jest produkowany w atmosferze przez neutrony powstałe wskutek oddziaływania protonów promieniowania kosmicznego z atmosferą $n + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^{14}\text{C} + p$ w ilości

¹ Rozdziały 2.1-2.4 są nieco zmienioną wersją artykułu, który ukazał się w miesięczniku „Delta” 8/1999.

ok. 7.5 kg na rok. Rozpada się on samorzutnie z czasem połowicznego rozpadu $\tau_{1/2}=5730$ lat: $^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N} + e$. Równowaga pomiędzy produkcją a rozpadem ustala się na poziomie $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C} = 1.5 \cdot 10^{-12}$. W atmosferze ^{14}C łączy się z tlenem tworząc radioaktywny dwutlenek węgla $^{14}\text{CO}_2$, który może być absorbowany przez rośliny podobnie jak normalny $^{12}\text{CO}_2$. Stąd może się też przedostawać do organizmów zwierzęcych. Dopóki organizm żyje i odżywia się, zachowuje stały stosunek $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$. Od momentu śmierci przestaje uzupełniać rozpadający się ^{14}C , co powoduje zmniejszanie się stosunku $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$. Mierząc ten stosunek w badanej próbce możemy zatem określić czas jaki upłynął od śmierci organizmu.

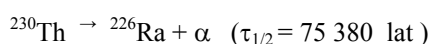
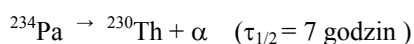
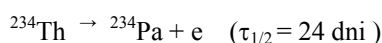
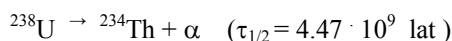
Metodę węgla ^{14}C opracował Willard F. Libby w 1947 r. za co 13 lat później otrzymał nagrodę Nobla. Pierwszym sprawdzianem metody było porównanie zmierzonego wieku piramid egipskich z zapiskami historycznymi. Udało się odtworzyć cały szereg dat z przedziału 2000-5000 lat temu z dokładnością do kilku stuleci. Pierwszym odkrywczym zastosowaniem tak sprawdzonej metody było określenie wieku znanego z Biblii miasta Jerycho na 7000-8000 lat, dwa razy więcej niż dotychczas przypuszczano.

Aby poprawić dokładność pomiarów metodą ^{14}C należy uwzględnić zmiany stosunku $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ w atmosferze spowodowane zmianami intensywności promieniowania kosmicznego, klimatycznymi, itp. Takie cechowanie można przeprowadzić porównując zmierzony wiek bardzo starych drzew z liczbą słoii w ich przekroju. Najlepiej do tego celu nadają się sosny *pinus aristata longaeva* rosnące w kalifornijskich górach White-Inyo. Najstarszy żywy okaz ma 4764 lata. Porównując zgęszczenia słoii (spowodowane chłodniejszym klimatem) młodszych i starszych drzew możemy tę metodę rozszerzyć do ok. 10 000 lat.

Pierwotnie zawartość ^{14}C oceniano mierząc intensywność promieniowania licznikami gazowymi (np. Geigera) lub scyntylacyjnymi. Od lat 80-tych liczbę atomów ^{14}C ocenia się wyodrębniając je z próbki za pomocą akceleratora sprzężonego ze spektrometrem masowym. Spektrometr masowy jest to magnes, który pod różnymi kątami odchyła rozprężone w akceleratorze jony o różnych stosunkach masy i ładunku. Próbką (grafit lub CO_2) jest jonizowana ujemnie (aby uniknąć pomyłki z ^{14}N) przez bombardowanie jonami cezu. Powstałe jony formuje się w wiązkę o energii typowo 25 kiloelektronowoltów i przepuszcza przez spektrometr I stopnia, który wybiera jony o masie 14: $^{14}\text{C}^-$, $^{13}\text{CH}^-$, $^{12}\text{CH}_2^-$. Wiązka ta jest następnie przyspieszana do energii 1 megaelektronowolta (MeV) i zderzana z cząsteczkami gazu w celu rozbitcia $^{13}\text{CH}^-$ i $^{12}\text{CH}_2^-$. Ostatecznie wiązkę rozpędza się do 8 MeV i spektrometrem II stopnia wybiera ^{14}C .

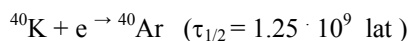
Metoda akceleratorowa jest dużo czulsza od tradycyjnej, gdyż do pomiaru wykorzystywane są wszystkie atomy ^{14}C z próbki, a nie tylko te, które się aktualnie rozpadają. Metoda ta pozwala sięgać do 40-50 tysięcy lat wstecz. Ograniczeniem jest tu zwykle czystość próbki. Po 40 000 lat zawartość ^{14}C zmniejsza się do 1%. Tak więc domieszka 1% „nowego” węgla może dowolnie starą próbkę „odmłodzić” do 40 000 lat.

Aby sięgnąć wstecz jeszcze dalej można zastosować radioizotopy o dłuższych czasach rozpadu. Do oznaczania wieku skamielin wykorzystuje się **szereg uranowo-torowy**:



gdzie U oznacza uran, Th - tor, Pa - protaktyn, Ra - rad, e - elektron, α - jądro helu złożone z dwóch protonów i dwóch neutronów. Uran rozpuszcza się w wodzie, tor nie. Dlatego skały osadowe w momencie tworzenia zawierają uran, a są wolne od toru. Stosunek ^{238}U do powstałego zeń ^{230}Th pozwala więc określić wiek skamieliny.

Metoda potasowo-argonowa używana do datowania skał bazaltowych wykorzystuje reakcję:



Argon ulatnia się z roztopionej lawy. W momencie zastygnięcia lava zawiera ^{40}K , a jest wolna od ^{40}Ar . Zawartość nowopowstałego ^{40}Ar w skale bazaltowej pozwala określić moment jej zastygnięcia.

Najnowocześniejsze metody datowania wykorzystują zjawiska związane z defektami struktur krystalicznych. W niektórych kryształach (kwarc, kalcyt) elektrony mogą być przeniesione z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa dzięki promieniowaniu naturalnemu (^{232}Th , ^{235}U , ^{238}U , ^{87}Rb , ^{40}K) lub kosmicznemu. Dyfundując mogą napotkać defekty sieci, w których zostaną uwięzione. Dostarczenie energii do próbki powoduje ich uwolnienie, po którym może nastąpić emisja fotonu. Tego typu emisję nazywamy luminescencją.

W metodzie **termoluminescencyjnej** energii dostarcza się podgrzewając próbkę. Metoda ta mierzy więc czas od ostatniego „wyzerowania” próbki, tj. uwolnienia wszystkich elektronów, co zachodzi w temperaturze powyżej 300°C. Mogło do tego dojść np. podczas rozgrzewania krzemienego narzędzia w ogniu, bądź podczas wypalania wyrobów garncarskich. Im dłuższy czas minął od wyzerowania próbki, tym więcej elektronów w pułapkach a więc i tym silniejsza luminescencja. W praktyce pomiar składa się z trzech faz:

- Pomiar intensywności luminescencji L podgrzanej próbki.
- Naświetlenie źródłem wzorcowym w celu znalezienia dawki P potrzebnej do wywołania luminescencji L.
- Ocena rocznej dawki D zaabsorbowanej przez próbkę poprzez pomiar promieniowania w miejscu znaleziska lub pomiar laboratoryjny przywiezionej stamtąd gleby.

Wiek próbki określa się jako iloraz P/D.

W metodzie **wymuszonej fotoluminescencji** elektrony uwalnia się naświetlając próbkę. Metoda ta jest czulsza od termoluminescencyjnej, gdyż uwalniane są w niej jedynie elektrony z płytszych pułapek i do wyzerowania próbki wystarcza jej silne nasłonecznienie. Dlatego nadaje się do datowania lessu, wydm, pyłu w lodowcach, dna morskiego itp. Liczbę elektronów w pułapkach można też mierzyć za pomocą **rezonansu spinowego**. Próbkę umieszcza się w silnym, statycznym polu magnetycznym rzędu 1 tesli, które powoduje rozszczepienie poziomów energetycznych różnych stanów spinowych elektronów. Próbkę poddaje się następnie działaniu mikrofal o częstotliwości rzędu 1 GHz. Rezonansowe pochłanianie energii mikrofal zachodzi gdy ich częstość odpowiada rozszczepieniu. Metoda ta ma olbrzymie zasługi w badaniu prehistorii człowieka, gdyż znakomicie nadaje się do datowania emalii na zębach.

Na zupełnie innej zasadzie opierają się metody **magnetyczne**. Domeny tlenku żelaza w rozgrzanym materiale (ława, glina w piecu garncarskim) układają się zgodnie z polem magnetycznym Ziemi. Zmienność kierunku ziemskiego pola w przeszłości pozwala na wykorzystanie „zamrożonej” magnetyzacji do datowania. W ciągu ostatnich 3 milionów lat bieguny ziemskiego magnesu zamieniały się miejscami 6 razy!

Odrębną grupę metod datowania stanowią metody **astro-klimatyczne**. Opierają się one na korelacjach zmian położenia Ziemi względem Słońca i długoterminowych zmian klimatycznych oraz ich efektów fizycznych i biologicznych. Ograniczymy się tutaj jedynie do podania kilku przykładów.

- Poziom oceanów był niższy w okresach zlodowaceń.
- Bogatsze nagromadzenie pyłków kwiatowych w osadach świadczy o okresach ocieplenia.
- Przenikalność magnetyczna osadów jest zależna od rozpuszczania magnetytu w procesach biologicznych.

Bada się także względne stężenia izotopów. Np. stosunek $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$ jest czuły na temperaturę, zaś $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ jest zależny od intensywności fotosyntezy. Poszukuje się coraz to nowych korelacji tego typu i choć metody na nich oparte są generalnie bardziej zawodne od metod radioizotopowych czy luminescencyjnych, stanowią często ich sprawdzian i cenne uzupełnienie.

2.2. Próba rekonstrukcji prehistorii człowieka

Zobaczmy teraz jak omówione metody przyczyniły się do poznania prehistorii człowieka. Do początków lat 80-tych panowało przekonanie, że rozwój biologicznych przodków człowieka zachodził równolegle na kilku kontynentach. *Homo erectus*, który pojawił się w Afryce ok. 2 mln lat temu rozprzestrzenił się na całą Europę i Azję. Znalaziono nawet dziecko *homo erectus* na Jawie. „Normalne” namagnesowanie minerałów wokół znaleziska pozwoliło umiejscowić jego wiek między 1.79 a 1.95 mln lat temu. *Homo erectus* przekształcał się stopniowo w archaic *homo sapiens* by około 100 tys. lat temu dać początek *homo neandertalsis*. W środowiskach odizolowanych *homo erectus* przetrwał niemalże do „naszych czasów”. Świadczą o tym dwa znaleziska na Jawie datowane za pomocą rezonansu spinowego na 53 ± 4 i 27 ± 2 tys. lat!

Neandertalczyk wyginął kilkadziesiąt tys. lat temu. Niemal jednoczesne pojawienie się „nowoczesnego człowieka” (*homo sapiens sapiens*) wydawało się wskazywać, że pochodzi on bezpośrednio od Neandertalczyka. Przełom przyniosły badania szczątków obu tych gatunków znalezionych w kilku jaskiniach izraelskich. Metoda termoluminescencyjna wykazała, że w jaskini Kebara Neandertalczycy przebywali mniej więcej od 48 do 62 tys. lat temu. W pobliskiej jaskini Qafzeh *homo sapiens sapiens* pojawił się już 90-100 tys. lat temu. Metodą rezonansu spinowego poprawiono ten wynik na 120 ± 8 tys. lat i określono wiek czaszek *homo sapiens sapiens* z jaskini Skhul na 110 ± 10 tys. lat. Te i inne nowe odkrycia sugerują, że *homo sapiens sapiens* i *homo neandertalsis* to dwie różne gałęzie wywodzące się ze wspólnego pnia *archaic homo sapiens*. Neandertalczyk rozwinął się na Bliskim Wschodzie i w Europie, podczas gdy *homo sapiens sapiens* powstał w Afryce i stamtąd rozprzestrzenił się na wszystkie kontynenty. W Europie pojawił się ok 35 tys. lat temu. Szybko wyparł Neandertalczyka i utworzył kulturę zwaną *Cro Magnon* znaną z pięknych malowideł jaskiniowych.

2.3. Zastosowanie metod genetycznych

Niespodziewanie, silnego poparcia tej hipotezie dostarczyła genetyka. Podjęto szereg prób wyznaczania wieku i genotypu wspólnego przodka badanej grupy ludzi poprzez „odtworzenie w tył” mutacji koniecznych do wygenerowania obserwowanej różnorodności. W 1987 r. świat obiegła wiadomość, że oto znaleziono „genetyczną Ewę”. Grupa prof. A.Wilsona użyła do badań fragmentu mitochondrialnego DNA, które jest dziedziczone tylko od matki. Próbkę

stanowiło 147 ludzi z Afryki, Azji, Australii i Nowej Gwinei. Zrekonstruowane „drzewo genealogiczne” okazało się wyrastać z Afryki 140-290 tys. lat temu i wypuszczać odnogę na pozostałe kontynenty 90-180 tys. lat temu. W następnych latach inne grupy opublikowały podobne rezultaty. Część z nich używała fragmentów chromosomu Y dziedziczonego tylko od ojca, aby sprawdzić męską część drzewa. A oto zestawienie niektórych wyników:

rok	lider grupy	próbka	cel	tys. lat
1987	A.Wilson	147	„Ewa”	140-920
			Wyjście z Afryki	90-180
1995	K.Tamura		„Ewa”	120-470
1995	M.F.Hammer	15	„Adam”	90-280
1996	S.A.Tishkoff	1600	Wyjście z Afryki	102-217
1997	M.Krings	2051	„Ewa”	120-150
			Rozgałęzienie <i>sapiens sapiens</i> / <i>neandertalsis</i>	555-690

Grupie M.Kringsa udało się odtworzyć sekwencję (397 par nukleotydów) mitochondrialnego DNA Neandertalczyka sprzed 40 tys. lat. Porównywano ją z 2051 sekwencjami ludzkimi i 59 szympansimi. Badaną zmienną była liczba różnic (najczęściej zamiana piramidyn lub puryn) między dwoma sekwencjami. A oto uzyskane średnie różnice:

człowiek - człowiek	8.0
człowiek z Afryki - Neandertalczyk	27.1
człowiek z Europy - Neandertalczyk	28.2
człowiek-szympan	55.0

Wynik ten jest mocnym potwierdzeniem hipotezy wyjścia *homo sapiens sapiens* z Afryki. Gdyby pochodził on od Neandertalczyka, Europejczyk powinien być znacznie bliższy Neandertalczykowi niż Afrykańczyk.

2.4. Eksplozja kulturalna *Cro Magnon*

Podsumowując wszystkie rezultaty jako najbardziej prawdopodobny rysuje się następujący scenariusz (daty w tys. lat temu):

ok. 2000	Wyodrębnienie się <i>homo erectus</i> w Afryce
1600-800	<i>Homo erectus</i> przenosi się na inne kontynenty
500-200	<i>Homo erectus</i> przekształca się stopniowo w archaicznego <i>homo sapiens</i>
130-100	<i>Homo sapiens</i> w basenie Morza Śródziemnego daje początek Neandertalczykowi, który opanowuje Europę i Bliski Wschód
150-120	<i>Homo sapiens</i> w Afryce daje początek <i>homo sapiens sapiens</i>
110-90	<i>Homo sapiens sapiens</i> pojawia się na Bliskim Wschodzie
ok. 35	<i>Homo sapiens sapiens</i> gwałtownie opanowuje całą Europę, wypierając Neandertalczyka; eksplozja kulturalna <i>Cro Magnon</i> .

To co stało się 30-40 tys. lat temu bez cienia przesady można nazwać eksplozją kulturalną. Wprawdzie już na długo przedtem *homo sapiens sapiens* posługiwał się narzędziami, ale nigdy nie były one specjalnie zdobione. Natomiast począwszy od wieku ok. 35 tys. znajdujemy mnóstwo bogato zdobionych narzędzi, rzeźb i malowideł na ścianach jaskiń. W Europie odkryto już ponad 200 jaskiń z malowidłami. Co roku odkrywano są nowe. Żadna z nich jednak nie przekracza „magicznej” granicy 35 000 lat.

Dlaczego *homo sapiens sapiens*, genetycznie i anatomicznie niemal identyczny z nami, od 120 do 35 tys. lat temu nie rozwinął żadnej kultury? Co się wydarzyło 35 000 lat temu? Dlaczego *Cro Magnon* nagle tak bardzo się rozprzestrzenił i całkowicie wyparł Neandertalczyka? Dlaczego zaczął zdobić narzędzia, rzeźbić, malować na ścianach jaskiń? Niektórzy badacze przypuszczają, że to dlatego iż rozwinął język, zaczął używać symboli, myśleć abstrakcyjnie.

Ale dlaczego nastąpiło to tak nagle i dlaczego dopiero 35 000 lat temu, a nie np. 80 000 lat wcześniej? Na te pytania nie znamy dziś odpowiedzi.

2.5. Ewolucja biologiczna a stworzenie człowieka

Próbując rekonstruować prehistorię człowieka należy szczególnie dbać o to, aby nie mylić faktów z interpretacją, wniosków z domysłami. Badania w tej dziedzinie mają trzy poziomy. Pierwszy, to same znaleziska i ich datowanie. Jest to poziom faktów, gdzie nie ma zbyt wiele miejsca na interpretację. Drugi, to rekonstrukcja ewolucji biologicznej. Jest to poziom wnioskowania, gdzie poszczególne znaleziska należy poklasyfikować i poszukać relacji między nimi. Wreszcie trzeci poziom, to pytanie o pojawienie się człowieka rozumnego. To jest poziom interpretacji i tu najłatwiej popełnić błąd, zwłaszcza, że na luki w naszej wiedzy nakładają się tu silne emocje.

Pytanie o własne pochodzenie jest jednym z najbardziej podstawowych jakie zadaje sobie człowiek. Czy jest on wytworem samej tylko materii i praw nią rządzących, czy też jest wynikiem rozumnego planu i aktu woli Istoty Wyższej. Krótko mówiąc: czy człowiek jest stworzony przez Boga czy nie. Pytanie to jest dla człowieka tak ważne, że niezwykle trudno jest zdystansować się od własnego poglądu na ten temat badając prehistorię człowieka. Najlepszym na to przykładem jest dyskusja jaka rozgorzała po ogłoszeniu przez Darwina teorii ewolucji. Debata naukowa nad tym czy teoria ta dobrze wyjaśnia bogactwo świata fauny i flory została zupełnie przyćmiona hałaśliwymi i budzącymi wiele emocji sporami, które z nauką niewiele miały wspólnego. Nieporozumienia wynikały głównie właśnie z ignorowania podstawowych zasad metodologicznych.

Po jednej stronie barykady stanęli kreacjoniści, którzy zaciekle zwalczali teorię ewolucji. Ich motywacją nie była jednak niezgodność teorii z obserwacjami, ale przekonanie, że teoria ewolucji przeczy dogmatowi o stworzeniu. Będąc przekonani o słuszności dogmatu, walczyli więc pod sztandarami obrońców wiary. Po drugiej stronie znaleźli się „ewolucjoniści”. Piszę ten wyraz w cudzysłowie, gdyż chodzi tu właściwie o materialistów. Owszem, na obronę teorii ewolucji przytaczali oni argumenty naukowe. Traktowali ją jednak instrumentalnie, jako argument potwierdzający ich własne przekonania agnostyczne czy ateistyczne. W walce z kreacjonistami na sztandarach często wypisywali hasła obrony wolności nauki. Paradoksalnie, popełniali jednak ten sam błąd co kreacjoniści: uważali, że pojęcia ewolucji i stworzenia są ze sobą sprzeczne.

Sam Darwin, będąc wysokiej klasy naukowcem, w tę pułapkę nie wpadł. Był przekonany, że ewolucja może być sposobem, w jaki Bóg dokonał stworzenia. Niejednokrotnie wyrażał podziw nad mądrością planu stworzenia przejawiającą się właśnie w ewolucji i konsekwentnie wyrzucał za drzwi „darwinistów” (*de facto* marksistów), którzy chcieli aby stanął na ich czele. Ciekawym zjawiskiem społecznym jest fakt, że do dziś istnieją ludzie przekonani, iż Bóg powołał świat do istnienia „gotowy”, z wszystkimi gatunkami zwierząt i człowiekiem. Uparcie trwają przy swoim, pomimo, że nagromadzone fakty niezbitnie dowodzą ewolucji gatunków. Rozliczne znaleziska paleontologicznie precyzyjnie wydatowane opisanymi wyżej metodami tworzą jasny obraz powstawania i wymierania gatunków. Systematyka biologiczna i genetyka porządkują go w drzewową strukturę ukazując wyraźnie ewolucyjny rozwój. Rzecz jasna, sama zasada doboru naturalnego nie pozwala na wyjaśnienie wszystkich szczegółów dróg jakimi ewolucja przebiegała. Aby na jej podstawie opisać konkretne procesy ewolucyjne należy uwzględnić całą złożoność i zmienność czynników środowiskowych, wzajemne interakcje gatunków i czynniki statystyczne. Złożoność procesu ewolucji powoduje, że zawsze będziemy znajdować przypadki, które trudno wyjaśnić. Jest to jednak kwestia doskonalenia teorii przez uwzględnianie coraz to drobniejszych szczegółów, co nie ma nic wspólnego z podważaniem samej idei ewolucji.

Dzisiaj, zasadnicza dyskusja przeniosła się bardziej na sam moment powstania człowieka rozumnego, jako istoty świadomej i kulturotwórczej. Nie jest to już tak ostry spór jak ten o ewolucję. Nie ma dwóch zwalczających się obozów. Wszyscy badacze podkreślają, że ich celem jest obiektywne opisanie prehistorii człowieka i bardzo wystrzegają się by nie być oskarżonym o naciąganie wniosków według własnych przekonań religijnych czy filozoficznych. Nie zawsze jednak praktyka pokrywa się z deklaracjami. Najczęściej spotykanym błędem jest ten sam, który nągminnie popełniano w dyskusji o ewolucji: dogmat o stworzeniu człowieka utożsamia się ze sposobem, w jaki mogło się to dokonać. Biblijny opis stworzenia interpretowany w świetle współczesnej wiedzy wydaje się sugerować, że człowiek powstał w wyniku skokowej zmiany („tchnięcie ducha”). Oczywiście tak być mogło. Można taką tezę postawić i badać ją zarówno na gruncie nauk przyrodniczych jak i teologii. Nie należy jednak mylić tak sformułowanej tezy z samym dogmatem o stworzeniu.

Tymczasem nierzadko tak bywa. Niektórzy ateści upatrują w ciągłości procesu ewolucji dowodu na nieistnienie Boga. Zdarza się też, że badacze o nastawieniu ateistycznym paradoksalnie, właśnie w imię czystości metody naukowej odmawiają prawa bytu hipotezom skokowego rozwoju, gdyż kojarzą się im one z aktem stworzenia. Postawy takie znajdują odzwierciedlenie w interpretacji znalezisk i wyciąganych wnioskach. Wśród takich badaczy zdecydowanie preferowane są hipotezy ciągłego i rozgałęzionego rozwoju, w których atrybut człowieczeństwa przypisywany jest wielu liniom ewolucyjnym, często krzyżującym się ze sobą. Na poparcie takich hipotez dobiera się często argumenty o charakterze poszlakowym. Przykładowo, znalezienie pyłków kwiatowych przy szczątkach Neandertalczyka podaje się jako dowód istnienia kultu zmarłych. Z faktu przebywania *homo sapiens sapiens* i Neandertalczyków na tym samym terenie wyciąga się wniosek, że „musieli się krzyżować”. Nadmiernie podkreśla się fakt używania narzędzi przez daw-

niejsze homoidy, choć wiadomo, że nawet znacznie prymitywniejsze zwierzęta posługują się patykami czy kamieniami. Aby przekonać do swoich idei używa się też rozmaitych zabiegów retorycznych. Często np. stosuje się wyraz „człowiek” na określenie wczesnych homonidów. Artykuły popularne ilustruje się sugestywnymi scenkami rodzajowymi z życia homonidów. Ich twarze tryskają inteligencją i do złudzenia przypominają hollywoodzkich bohaterów. Dla uwiarygodnienia takich obrazków mówi się, że są to „rekonstrukcje komputerowe” dokonane na podstawie znalezisk. Jednak dowolność takiej rekonstrukcji jest olbrzymia.

Mamy tutaj do czynienia z pomieszaniem poziomów badań, o których wspomnieliśmy na początku rozdziału. Dość dowolna interpretacja znalezisk miesza się z wnioskowaniem o ewolucji biologicznej. W konsekwencji preferencje religijne czy filozoficzne badacza rzutują na wnioski przez niego wyciągane i prowadzą często do przedwczesnych lub wręcz błędnych konkluzji.

Poważne błędy metodologiczne zdarzają się także po drugiej stronie. Przykładowo, wyniki genetycznych poszukiwań „wspólnego przodka” badanych osobników bywają interpretowane jako odnalezienie biblijnego Adama czy Ewy. W rzeczywistości, w takich badaniach z założenia odwracanie mutacji prowadzi się aż do znalezienia wspólnego genotypu. Nie są więc one dowodem na istnienie wspólnego przodka, a jedynie wyznaczają datę wspólnego przodka (lub grupy przodków o tym samym genotypie) pod warunkiem, że taki wogóle istniał.

Zdarza się też, że nagły (skokowy?) rozwój kultury *Cro Magnon* jest traktowany jako niezbity dowód bezpośredniej boskiej interwencji. I tu znowu mylone są kompetencje nauk przyrodniczych i teologii. Badania naukowe mogą nam w przyszłości dać odpowiedź na pytanie czy powstanie człowieka było procesem skokowym czy ciągłym. Nie mogą jednak wypowiadać się, czy proces ten był wynikiem aktu Boga.

3. Badanie historii Wszechświata

3.1. Metody badania ewolucji Wszechświata

Przekonaliśmy się, że powstanie człowieka można badać metodami nauk przyrodniczych. Przez wieki wydawało się powstanie świata pozostanie jednak na zawsze poza granicami nauki. Wiek XX przyniósł prawdziwy przełom. Nie tylko potrafimy dziś stawiać w ramach fizyki sensowne pytania o Wszechświat jako całość, ale potrafimy wiarygodnie odtworzyć jego historię wstecz, aż do bilionowej części sekundy od jego zaistnienia.

Pierwsze próby traktowania Wszechświata jako całości stały się możliwe po stworzeniu przez Einsteina ogólnej teorii względności w 1915r. W oparciu o nią powstały pierwsze modele Wszechświata, ignorujące wprawdzie detale jego struktury, ale zdolne opisać jego pewne globalne własności, jak np. średnią gęstość. Nie spodziewano się po tych modelach zbyt wiele, gdyż dotychczasowe obserwacje utwierdzały obraz statycznego Wszechświata, rozciągającego się do nieskończoności.

3.1.1. Ucieczka galaktyk

Przełomem były obserwacje Edwina Hubble, który w latach 20-tych XXw. mierzył prędkości odległych galaktyk. Wykorzystał w tym celu efekt Dopplera. Kiedy przejeżdża obok nas samochód to w momencie kiedy nas mija, ton jego dźwięku wyraźnie się obniża. Wynika to stąd, że kiedy samochód się przybliża to częściej docierają do nas cząstki kolejnych fal dźwiękowych, niż gdy samochód się oddala. Podobnie jest ze światłem. Światło obiektu, który się od nas oddala będzie miało mniejszą częstotliwość. Oddalająca się galaktyka będzie się nam wydawała bardziej czerwona. Istnieje metoda precyzyjnego pomiaru stopnia takiego poczerwienienia. Otóż atomy różnych pierwiastków wysyłają światło o charakterystycznych długościach fali czyli określonych kolorach. Kiedy rozszczepimy za pomocą pryzmatu światło jarzeniówki albo lampy rtęciowej, to otrzymamy nie piękną tęczę, jak w przypadku zwykłej żarówki, ale kilka obrazów lampy o określonych barwach, przesuniętych względem siebie. (Zamiast przepuszczać światło przez pryzmat można popatrzeć na odbicie lampy w płycie CD.) Podobnie można zrobić ze światłem odległej galaktyki. Otrzymamy linie światła o różnych barwach pochodzące od różnych pierwiastków. Jeżeli galaktyka się oddala, to linie te będą nieco przesunięte. Właśnie takie przesunięcie ku czerwieni (*ang.* redshift) informuje nas o prędkości galaktyki.

Hubble zaobserwował, że wszystkie odległe galaktyki oddalają się od nas i to tym prędzej im bardziej są oddalone. Nie oznacza to, że Ziemia jest w centrum Wszechświata. Jeżeli na baloniku narysujemy równomiernie rozłożone kropki, to w miarę dmuchania, odległości między nimi będą rosły. Możemy wybrać dowolną kropkę i zaobserwujemy, że wszystkie inne od niej się oddalają. Co więcej, podobnie jak galaktyki, dalsze kropki będą oddalać się szybciej. Wniosek jest szokujący: cały Wszechświat rozszerza się jak nadmuchiwany balonik. Potrafimy nawet określić prędkość tego rozszerzania. Umiemy policzyć jakie odległości były między poszczególnymi galaktykami tysiąc, milion czy miliard lat temu. Im dalej wstecz, tym były mniejsze. Rozumowanie to prowadzi nas do jeszcze bardziej szokującego wniosku: był taki moment, kiedy odległości te wynosiły zero! Modele oparte na teorii Einsteina pozwalają obliczyć, że moment ten miał miejsce niecałe 14 mld lat temu. Od tego momentu zaczęła się ekspansja, która trwa do dziś. Dlatego moment ten przyjęło się nazywać Wielkim Wybuchem (*ang.* Big Bang).

3.1.2. Odległe supernowe

Prosta obserwacja ucieczki galaktyk doprowadziła nas do wniosku, że Wszechświat miał początek a nawet wyznaczyć jego wiek. Czy można jednak ufać tak daleko idącej ekstrapolacji? Jak dowiedzieć się czegoś o Wszechświecie sprzed miliardów lat, żeby sprawdzić obliczenia? Przydatny okazuje się tu fakt, że światło rozchodzi się z olbrzymią, ale skończoną prędkością. Wynosi ona 300 000 km/s. Światło Księżyca dociera do nas nieco ponad sekundę. Ze Słońca już ponad 8 minut. Od najbliższej innej gwiazdy dociera całe 4 lata, od sąsiedniej galaktyki 2,5 miliona lat! Jeżeli więc chcemy się dowiedzieć jak wyglądał Wszechświat miliard lat temu, wystarczy obserwować gwiazdy tak odległe, że światło od nich musiało wędrować właśnie miliard lat.

Nie mamy szans zaobserwowania zwykłej gwiazdy z takiej odległości. Ale większość gwiazd kończy swój żywot spektakularnym wybuchem zwanym supernową. Na kilka dni gwiazda taka może stać się jaśniejsza niż razem wzięty miliard gwiazd w jej macierzystej galaktyce. Wiemy już jak zmierzyć prędkość takiej gwiazdy. Ale jak zmierzyć tak gigantyczną odległość? Otóż znaleziono klasę supernowych, które trwają tym dłużej im są jaśniejsze. A zatem mierząc czas rozkładu możemy określić jasność absolutną gwiazdy. Oczywiście im gwiazda jest dalej tym będzie nam się wydawać słabsza. Porównując więc obliczoną jasność absolutną z jasnością obserwowaną możemy wyznaczyć odległość. Z takich właśnie obserwacji wiemy, że kilka miliard lat temu Wszechświat też się rozszerzał. Co ciekawe, rozszerzał się nieco wolniej. Zatem obserwacje odległych supernowych nie tylko potwierdzają hipotezę o rozszerzaniu się Wszechświata, ale pozwalają istotnie uściślić parametry teorii opisującej to rozszerzanie.

3.1.3. Promieniowanie reliktowe

Odtwarzanie wstecz historii Wszechświata aż do pierwszych sekund po Wielkim Wybuchu wbrew pozorom nie jest bardzo skomplikowane. W dużej mierze odgrywają tu rolę prawa, które znamy ze szkolnych lekcji fizyki. W popularnej książce „Pierwsze 3 minuty” Steven Weinberg podaje potrzebne wzory. Pilny uczeń liceum nie będzie miał problemu z ich przeliczeniem.

Przełomowy moment miał miejsce 380 000 lat po Wielkim Wybuchu. Zanim utworzyły się gwiazdy i galaktyki przestrzeń wypełniona była luźnymi atomami wodoru i helu. Im bliżej Wielkiego Wybuchu tym większa była gęstość tego gazu a więc i większa temperatura. Właśnie około 380 000 roku osiągnęła ona wielkość taką jaką panuje we wnętrzu burzowej błyskawicy. W takiej temperaturze elektrony odrywają się od jąder atomowych tworząc stan materii zwany plazmą. Nieustannie zderzając się ze sobą emitują promieniowanie, które obserwujemy jako oślepiający błysk. Wszechświat w wieku 380 000 lat cały wyglądał jak wnętrze błyskawicy. Dzisiaj powinniśmy więc móc oglądać ten oślepiający blask pochodzący z odległych obszarów Wszechświata. Pamiętajmy jednak, że obszary te oddalają się od nas z gigantyczną prędkością. Zatem światło stamtąd pochodzące powinno mieć barwę silnie przesuniętą ku czerwieni. Obliczenia pokazują, że powinno być przesunięte nawet poza podczerwień i dzisiaj mieć postać tzw. promieniowania mikrofalowego. Ponieważ jest ono swego rodzaju zdjęciem pamiątkowym młodego Wszechświata (zaledwie 3% obecnego wieku), nazwano je promieniowaniem reliktowym.

Promieniowanie takie rzeczywiście odkryto i to dość przypadkowo. W roku 1967 Penzias i Wilson testowali nowy rodzaj anteny. Pracownicy usuwali kolejno różne źródła szumu, łącznie z „białą, dielektryczną substancją pozostawioną przez gołębie” (to cytat z ich noblowskiej publikacji). Ciągłe pozostawał jednak szum, który nie dawał się usunąć. W końcu Penzias i Wilson zrozumieli, że jego źródłem nie jest ich aparatura, ale odległy Wszechświat.

W późniejszych latach na orbicie okołoziemskiej umieszczono satelity, które dokonały precyzyjnych pomiarów promieniowania relikowego. Pomiaru te potwierdziły z niezwykłą precyzją przewidywania modelu Wielkiego Wybuchu. Przyniosły też wiele cennych informacji o strukturze i zawartości Wszechświata w jego wieku dziecięcym.

3.1.4. Pochodzenie pierwiastków

Jak widzimy młody (380 000 – 1 000 000 lat) Wszechświat nie był obiektem skomplikowanym. Wypełniony był mniej więcej jednnorodnie atomami wodoru i helu. Wcześniej atomy nie mogły istnieć w całości. W przestrzeni poruszały się oddzielnie elektrony i jądra atomowe. Tak było już od kilku minut po Wielkim Wybuchu. Jeszcze wcześniej nawet jądra atomowe musiały ulec rozbiciu w olbrzymiej gęstości i temperaturze, jakie wówczas panowały. Zjawiska tam zachodzące to domena fizyki jądrowej, która w latach 40-tych XXw. była już dobrze ugruntowaną teorią. Trzeba jednak było dużej odwagi i wyobraźni, aby wiedzę zdobytą w doświadczeniach laboratoryjnych zastosować do opisu Wszechświata jako całości i to w pierwszych minutach od jego zaistnienia. Pierwsi dokonali tego Alpher, Bethe i Gamow. W 1948r w słynnej pracy nazywanej później zartobliwie $\alpha\beta\gamma$, przedstawili teorię powstawania pierwiastków i przewidzieli istnienie promieniowania relikowego. Teoria ta nie tylko przedstawiała prawdopodobny mechanizm wytwarzania różnych pierwiastków, ale przewidywała proporcje, w jakich powinny one występować w przyrodzie. Przewidywania te z dużą dokładnością zgadzają się z obserwacjami, co stanowi niezwykle dobitne potwierdzenie hipotezy Wielkiego Wybuchu.

3.2. Zarys dziejów Wszechświata

Badanie Wszechświata młodszego niż jedna sekunda wykracza już poza wiedzę szkolną. Ciągłe jednak można wiele powiedzieć w oparciu o dobrze ugruntowane teorie fizyczne, sprawdzone w laboratoriach. Kolejne wydarzenia przedstawia poniższa tabela. We współczesnych eksperymentach dochodzimy do warunków jakie panowały we Wszechświecie w bilionowej części sekundy (10^{-12} s). Dalej sięgają już tylko spekulacje teoretyczne. Obecnie próbujemy formułować sensowne teorie aż do granicy Plancka wynoszącej 10^{-43} s. Poza tym punktem wydaje się, że pojęcia czasu i przestrzeni przestają mieć sens. Erę Plancka można więc traktować jako narodziny czasoprzestrzeni. Zamiast czterech znanych nam oddziaływań fundamentalnych: grawitacji, elektromagnetyzmu, jądrowych słabych i jądrowych silnych, Wszechświatem rządzi jedna uniwersalna siła. Po erze Plancka wyodrębnia się grawitacja, a wkrótce później oddziaływania jądrowe silne. Nie znamy szczegółów tego co się wtedy działo. Jedną z popularniejszych hipotez jest teoria inflacji, która przewiduje, że w krótkim czasie Wszechświat powiększył swoje rozmiary 10^{50} razy! Hipoteza ta tłumaczy dobrze wiele obserwowanych faktów, ale nie można jej jeszcze uznać za jednoznacznie potwierdzoną. Jedno wiemy prawie na pewno: po tej epoce cały obserwowany dziś Wszechświat mieścił się w kuli o średnicy 3m.

Stopniowo zbliżamy się do fizyki sprawdzonej w laboratorium. We Wszechświecie pojawiają się kwarki i gluony, a następnie wyodrębniają się oddziaływania elektromagnetyczne i jądrowe słabe. Hipoteza, że te dwie siły stanowią dwa przejawy jednego, bardziej uniwersalnego oddziaływania zwanego elektroslabym została potwierdzona doświadczalnie w latach 80-tych. W ośrodku CERN pod Genewą uzyskano energie rzędu 100 GeV (gigaelektronowoltów) jakie panowały w pod koniec stumiliardowej części sekundy po Wielkim Wybuchu. Odkryto cząstki zwane bozonami W i Z będące nośnikami oddziaływań elektroslabych.

Wszechświat dalej rozszerza się i stygnie. Kwarki łączą się ze sobą trójkami w neutrony i protony. We Wszechświecie jest wtedy prawie tyle samo cząstek i antycząstek. Kiedy temperatura dalej spada, anihilują one wzajemnie i tylko jedna cząstka na miliard nie znajduje antypartnera. Cała antymateria znika, pozostaje jedynie ta drobna nadwyżka materii, która stanie się później budulcem gwiazd, planet i naszych ciał.

czas	energia	temperatura	wydarzenia
13.7 mld	10^{-4} eV	3 K	Pojawia się człowiek
9.1 mld lat	10^{-4} eV	3 K	Powstaje Słońce i Ziemia
200 mln lat	10^{-3} eV	18 K	Początek powstawania galaktyk
380 000 lat	10 eV	3000 K	Rekombinacja jąder atomowych i elektronów w obojętne atomy
3 min	1 MeV	10^{10} K	Nukleosynteza - łączenie się protonów i neutronów w jądra
10^{-5} s	1 GeV	10^{13} K	Anihilacja materii i antymaterii; pozostaje mała nadwyżka materii
10^{-7} s	10 GeV	10^{14} K	Bariogeneza – łączenie się kwarków w neutrony i protony
10^{-11} s	100 GeV	10^{15} K	Mała unifikacja sił elektromagnetycznych i jądrowych słabych
10^{-32} s	10^{14} GeV	10^{27} K	Koniec inflacji? Powstanie kwarków i gluonów?
10^{-35} s	10^{14} GeV	10^{27} K	Wielka unifikacja sił jądrowych. Początek inflacji?
10^{-43} s	10^{19} GeV	10^{32} K	Era Plancka. Powstanie czasoprzestrzeni?
...	???

3.3. Wielki Wybuch a stworzenie świata

Ekstrapolując wstecz ewolucję Wszechświata dochodzimy do momentu t_0 kiedy temperatura i gęstość dążą do nieskończoności. Pytanie „co było przedtem” nie ma sensu, bo przedtem nie było czasu. Ścisłej: nie było żadnego „przedtem”. Tak oto nauka współczesna stwierdza dość jednoznacznie, że Wszechświat miał początek, choć znaczenie tego wyrazu jest tu dość odległe od naszych codziennych doświadczeń. Istnieją wprawdzie teorie głoszące cykliczne narodziny kolejnych wszechświatów lub nawet nawet ich nieskończoną ewolucję, nie zmienia to jednak faktu, że nasz Wszechświat, ten, w którym żyjemy ma skończony i dobrze określony wiek.

Nasuwa się nieodparcie skojarzenie z teologicznym stworzeniem świata. Być może słusznie, ale nauki przyrodnicze tego nie rozstrzygną. Fizyka może nas przekonać, czy Wszechświat miał początek, ale nie powie nam, czy zaistnienie Wszechświata było aktem woli Istoty Wyższej. Mylenie tych dwóch pytań to bardzo poważny błąd, przed którym wielu nie zdołało się ustrzec. Sama nazwa „Wielki Wybuch” jest zabawnym skutkiem takiej pomyłki. W orginalnie „Big Bang” brzmi znacznie mniej dostojnie niż po polsku i bardziej przypomina dźwiękonaśladowczy wykrzyknik

z komiksu. Okrzyku tego użył znakomity skądinąd astrofizyk Robert Hoyle, chcąc ośmieszyć George Lemaitre'a, kiedy ten prezentował na konferencji model ekspansji. Jak na ironię, wpadający w ucho termin przyjął się jako naukowa nazwa teorii i wbrew intencjom Hoyle'a przyczynił się do jej spopularyzowania.

Sam Hoyle był tak wrogo nastawiony do teorii Wielkiego Wybuchu, właśnie dlatego, że zbyt kojarzyła mu się ze stworzeniem świata. Aby wyjaśnić ucieczkę galaktyk rozwijał teorię powstawania materii z niczego, gwałcącą zasadę zachowania energii. Trzeba mu jednak przyznać, że pod wpływem argumentów obserwacyjnych zmienił zdanie i w późniejszych latach sam wniósł wiele do rozwoju teorii Wielkiego Wybuchu. Także dzisiaj wielu fizyków, mniej lub bardziej świadomie wychodząc z założenia, że „teoria opisująca stworzenie świata nie może być prawdziwa” rozwija dość egzotyczne modele wszechświatów cyklicznych, równoległych, rozgałęzionych itp. tylko dlatego, aby uciec przed problemem początku. W samym tworzeniu takich teorii nie ma, rzecz jasna, nic nagannego. Historia nauki pokazała jednak, że nazbyt prędkie mnożenie bytów ze słabo uzasadnionych powodów nie jest najefektywniejszym sposobem rozwoju nauki. Na szczęście nie ma tu powodów do bicia na alarm, gdyż najgorszym skutkiem takiej działalności może być tylko strata czasu autora. Tragiczne skutki przyniósł natomiast podobny błąd popełniony przez komunistyczne władze ZSRR. Z powodów ideologicznych zakazano fizykom badań nad ekspansją Wszechświata, a opornych rozstrzelano lub zsyłano na Sybir.

Także wielu ludzi wierzących uległo pokusie mechanistycznego utożsamiania Wielkiego Wybuchu z aktem stworzenia i w ekspansji Wszechświata upatrywało nowożytnego „dowodu na istnienie Boga”. I tutaj historia przynosi nam znowu wiele przestróg. Najbardziej znaną jest chyba spór Newtona z Leibnizem. Newton uważał, że zaburzenia ruchu planet przez przelatujące komety wymagają każdorazowo boskiej interwencji. Na krytykę Leibniza odpowiadał, że ten jest bezbożnikiem, gdyż Bóg nie jest mu potrzebny. Jeśli jednak Bóg jest nam potrzebny tylko po to by poruszać planetami, czy przesuwac Słońce po nieboskłonie, to czy przypadkiem nie zbliżamy się do pogaństwa? Czy Bóg odpalający petardę Wielkiego Wybuchu nie przypomina Zeusa ciskającego gromy? Upatrywanie boskiej interwencji tam, gdzie kończy się nasza wiedza sprawia, że kiedy nauka pójdzie krok dalej, Bóg zostaje bezrobotny. W historii, paradoksalnie była to chyba jedna z głównych przyczyn rozpowszechniania się ateizmu i agnostycyzmu.

Czy jednak w kwestii początku Wszechświata nauka może jeszcze pójść krok dalej? Czy udowadniając słuszność teorii Wielkiego Wybuchu nie dotarliśmy już granic poznania? Nic bardziej błędnego! Nie jeden raz w historii wydawało się, że jesteśmy już blisko zwieńczenia gmachu wiedzy. Jeszcze pozostało dopracowanie kilku szczegółów i już wkrótce wszyscy fizycy będą mogli przekwalifikować się na nauczycieli i inżynierów. Historia pokazała, że okresy takiej ciszy zwykle zwiastowały gwałtowną burzę. Chyba najlepszym przykładem jest tu przełom XIX i XXw, po którym nastąpiła „rewolucja” kwantowa i relatywistyczna.

W przypadku badania ewolucji Wszechświata błędne wrażenie dotarcia do krańca wiedzy może być skutkiem sposobu w jaki dokonano tutaj pierwszych odkryć. Nieco upraszczając można powiedzieć, że sktukturę Wszechświata można opisywać używając jednego z trzech parametrów: czasu, rozmiaru przestrzennego (skali) bądź energii. O początku Wszechświata najczęściej mówią kosmologowie, dla których naturalną zmienną jest czas – wiek Wszechświata. Z tej perspektywy skok od jednej miliardowej sekundy do zera wydaje się zaniedbywalnym szczegółem. Tymczasem zawiera on bogactwo, którego dostrzegamy dziś zaledwie pierwsze zarysy.

Teoretycy zajmujący się fizyką cząstek elementarnych mierzą ewolucję Wszechświata wielkością skali, na jakiej zachodzą decydujące o tej ewolucji procesy. Cofając się wstecz schodzimy do coraz mniejszych rozmiarów i napotyamy tam coraz to nowe struktury. Atomy, jądra, protony, kwarki, ... Dotychczas każdy krok wgląd ukazywał nową strukturę. Czy historia powtórzy się po raz kolejny? A może istnieje nieskończona drabina kolejnych struktur? Z takiej perspektywy pierwsze ułamki sekund Wszechświata bynajmniej nie wydają się mało istotnym szczegółem.

Jeszcze bardziej, bo niejako na własnej skórze, odczuwają tę głębię eksperymetatorzy (do których należy też autor niniejszego tekstu). Dla nich droga do początków Wszechświata wiedzie przez coraz to wyższe energie. Aby odtworzyć warunki panujące w coraz to wcześniejszych chwilach istnienia Wszechświata i dotrzeć do kolejnego poziomu jego struktury muszą budować coraz to większe akceleratory nadające cząstkom energię i coraz bardziej skomplikowane detektory rejestrujące ich oddziaływania. Przesunięcie się o jedno miejsce po przecinku na skali czasu oznacza dziesięciokrotnie wyższą energię i w praktyce wymaga 20 lat pracy 5000 tysięcy fizyków. Właśnie tyłu pracuje obecnie nad przygotowaniem akceleratora LHC i towarzyszących mu eksperymentów w ośrodku CERN. Prace rozpoczęły się na początku lat 90-tych, a akcelerator ma ruszyć w roku 2007. Ten akcelerator ma 27 km obwodu. A jaki będzie następny? Rząd wielkości większy? Do skali Plancka pozostało jeszcze 16 rzędów wielkości ...

W tej perspektywie, pytania czy Wszechświat miał początek nie można zamknąć prostą odpowiedzią „tak” lub „nie”. Dotychczasowe badania ukazują trzecie wyjście. Otóż wiek Wszechświata jest skończony i dobrze nam znany. Ale posuwając się wstecz do momentu jego narodzin napotyamy całą hierarchię coraz to nowych epok i struktur. Przypomina to nieco paradoks strzały, która nie może dolecieć do celu, bo w kolejnych chwilach czasu pokonuje tylko połowę odległości do niego. Tam jednak problemem była nieprecyzyjność sformułowań, tutaj mówimy o konkretnych wydarzeniach i epokach. Patrząc na tabelę chronologiczną zauważmy, że (pomijając brzemienne w wydarzenia epizod ludzkości) w pierwszej sekundzie Wszechświata wydarzyło się więcej niż w ciągu kolejnych miliardów lat. A być może widzimy dopiero wierzchołek góry lodowej. W tych najdawniejszych epokach pojęcia przestrzeni i czasu przestają mieć

sens, podobnie jak pojęcia barwy czy twardości przestają mieć sens na poziomie atomów. Można więc mówić o początku Wszechświata, ale pamiętać należy, że wyraz ten ma tu znacznie bogatsze znaczenie niż to, do którego przywykliśmy.

4. Wiara i rozum

Przekonaliśmy się jak ważną rolę w badaniach naukowych odgrywa przestrzeganie podstawowych zasad metodologicznych. Jak zwykle najlepszą nauczycielką okazała się być historia, a najsukuteczniejszą metodą – nauka na błędach. Zobaczyliśmy do czego może doprowadzić mylenie przekonań religijnych czy filozoficznych z elementami teorii naukowej. Niech to pozostanie przestrożą, by też będących przedmiotem wiary nigdy nie czynić założeniami wstępnymi badań przyrodniczych.

Wniosek taki nie jest jednak bynajmniej trywialny. Nasuwa się bowiem pytanie – dlaczego? Jeśli jestem o czymś przekonany, czemu nie mogę na tym się oprzeć? Jeżeli coś uważam za pewnik, czemu nie mogę od niego zacząć? Znowu poszukajmy odpowiedzi w historii nauki. Do diskutowanych już przykładów dodajmy dwa jeszcze bardziej oczywiste. Pamiętamy, jak błędne przekonanie o doskonałości ciał niebieskich utrudniało przyjęcie systemu Kopernika. Galileusz potrafił pokonać tę trudność, ale i on nie ustrzegł się przed podobnym błędem. Nie mógł wierzyć w eliptyczność orbit planet. Był przekonany, że nie mogą być niczym innym, tylko okręgami.

Kiedy poszukamy cech wspólnych wszystkich opisanych przypadków, to dostrzeżemy, że przyczyna błędu leżała zawsze w zbyt prymitywnym wyobrażeniu świata czy Boga. Podświadomie narzucamy światu taką strukturę, jaką potrafimy sobie wyobrazić. Przyzwyczajenia z charakterystycznych dla nas skal czasowych i przestrzennych bezwiednie przenosimy do mikro- i makro-kosmosu. Często już stawiając pytanie zamykamy sobie drogę do właściwej odpowiedzi. Czy prawa fizyki są przyczynowe, czy celowe? Okazuje się, że jedno z drugiego wynika. Czy światło jest zbiorem cząstek czy falą? Rozumiemy już, że i jednym i drugim. Stawiamy ostre alternatywy i wydaje nam się, że trzeciego wyjścia nie ma. A tymczasem często okazuje się, że jest. Nawet na Boga nakładamy nasze ludzkie ograniczenia i dyktujemy mu w jaki sposób mógł a w jaki nie mógł stworzyć świat i człowieka.

Jak się ustrzec przed takimi błędami? Czy naukowiec zabierając się do pracy musi „udawać”, że nie wierzy w Boga i nie ma żadnych preferencji filozoficznych? Chyba nie w tym rzecz. Gdyby uczeni nie zadawali sobie pytań o Wszechświat, przestrzeń, czas, nieskończoność, wieczność, to fizyka nigdy by się nie rozwinęła. Wiara, przekonania filozoficzne, poczucie piękna, mogą być znakomitą inspiracją w pracy naukowej. Nie chodzi więc o separację wiary i rozumu, ale o harmonijne współzycie. Jak w dobrym małżeństwie, każda z osób zachowuje swoją odrębność, ale wiodą wspólny żywot, wzajemnie się wspomagając i ubogacając. Pięknie ujął to Jan Paweł II w encyklice *Fides et ratio*: „Wiara i rozum, to dwa skrzydła, na których unosi się duch ludzki ku kontemplacji prawdy”.