



Kosmologia – nauka i piękno

Z Ks. Prof. Michałem Hellerem rozmawia Barbara Warczak

*Tkwi w nas naturalna ciekawość świata,
która jest chyba częścią naszego genetycznego wyposażenia,
a w każdym razie kulturowego.*

Ks. Prof. Michał Heller

Barbara Warczak – Serdecznie dziękuję za to, iż kolejny raz znalazł Ksiądz Profesor czas dla Czytelników FOTONU. I choć za sprawą nowych władz oświatowych reforma oświaty znalazła się w odwrocie, wielu nauczycieli, w tym także nauczycieli przyrody w szkole podstawowej, czeka na kolejne spotkanie z Księdzem Profesorem.

* * *

BW – *Jest Ksiądz Profesor znanym i cenionym popularyzatorem fizyki, w tym zagadnień bardzo trudnych, takich jak kosmologia. Jakie są podstawowe problemy w popularyzowaniu tych równie trudnych co interesujących tematów?*

Ksiądz Profesor Michał Heller – Pierwsza trudność, chyba zasadnicza, to ta, że popularyzacja nauki nie trafia tam, gdzie powinna trafiać. Nasze media są bowiem dosyć szczelnie zamknięte na popularyzację. Owszem, są tzw. programy edukacyjne, są programy popularnonaukowe, ale, po pierwsze, nie są one łatwe do odnalezienia; po drugie, emitowane są na trudno dostępnych liniach. Potencjalny słuchacz czy widz, który chciałby się tym zainteresować, po prostu nie wie, że coś takiego istnieje, nie znajdzie tego. Uważam, że jest to ogromny błąd, gdyż nauka należy do kultury. Jeśli będziemy propagować wyłącznie heavy metal, to nasza kultura będzie ogromnie zubożona. To jest podstawowa trudność. Oczywiście popularyzacja nauki napotyka także na inne trudności. W takich naukach, jak fizyka, kosmologia, matematyka, problemem jest znaleźć sposób nadawania trudnym treściom zrozumiałej formy. Powinna ona być oczywiście taka, by jednocześnie tych treści nie zniekształcić, poza niezbędne minimum uproszczenia. To są trudności, z którymi zawsze boryka się popularyzator.

BW – *Model kosmologiczny nierozłącznie związany jest z pojęciem czasu i przestrzeni. Czy mógłby Ksiądz Profesor określić znaczenie rozumienia tych pojęć w tworzeniu modelu, np. porównując czas i przestrzeń w modelu Galileusza-Newtona i Einsteina.*

MH – Tutaj popularyzator jest w nieco lepszej sytuacji, bo mimo wszystko tematy kosmologiczne ludzi fascynują. Chociaż dzisiaj wiedza ogólna na ten temat jest bardzo mała, to jednak takie tematy, jak czas i przestrzeń, budzą ogromne zainteresowanie, a to właśnie one odgrywają w modelu kosmologicznym podstawową rolę. W modelu kosmologicznym czas i przestrzeń są nierozłączne, mówi się więc o czasoprzestrzeni. U Galileusza i Newtona czas i przestrzeń były sztywną sceną, na której zachodziły wszystkie procesy, ale scena nie miała na nie wpływu, nie oddziaływała z nimi. U Einsteina scena czasoprzestrzenna staje się współaktorem. Ta scena może się wyginać, odkształcać, zakrzywiać, w zależności od tego, co się na niej dzieje. Właśnie te odkształcenia przestrzeni Einstein zinterpretował jako pole grawitacyjne.

BW – *Jakie są główne cele badań kosmologicznych, na jakie pytania pragniemy znaleźć odpowiedź?*

MH – Przede wszystkim cel jest taki jak każdej nauki. Tkwi w nas naturalna ciekawość świata, która jest chyba częścią naszego genetycznego wyposażenia, a w każdym razie kulturowego. Czasami mówi się, że nauka ma przede wszystkim cele praktyczne, tzn. powinna dawać ludziom panowanie nad naturą czy też sukcesy ekonomiczne. To wszystko oczywiście jest prawdą, ale ja myślę, że nawet gdyby nauka tego wszystkiego nie dawała, to ludzie i tak by ją uprawiali, bowiem pytanie: Jaki jest świat? jest niezmiennie ważne i ciekawe. Już małe dziecko, które jeszcze nie ma żadnych interesów ekonomicznych, stawia pytania: Skąd się wziąłem? Jaki jest świat? Dziecko myśli oczywiście o swoim świecie, a więc pewnie pyta: Jaki jest otaczający mnie pokój, ten, w którym mieszkam? Co to jest? To jest jedno z najstarszych pytań ludzi.

BW – *Modele kosmologiczne nieodparcie pokazują, jak ważne w badaniach są sprawy metodologiczne. Myślę o dążeniu do tego, aby model (teoria) był zupełny i samowarty. Co to znaczy w odniesieniu do modelu fizycznego, w szczególności do modelu kosmologicznego?*

MH – W badaniach kosmologicznych bardzo ważne są sprawy metodologiczne. We wszystkich badaniach są one ważne, ale zwłaszcza w kosmologii. Nie pozbawione słuszności jest powiedzenie, że największym osiągnięciem nowożytnej nauki jest wynalezienie naukowej metody matematyczno-empirycznej. W kosmologii rola metody jest ważniejsza niż w innych naukach, gdyż w kosmologii mamy do czynienia z dużym stopniem uogólnienia. To, co znamy empirycznie, to jest zawsze bezpośrednie otoczenie, laboratorium fizyczne czy też przestrzeń najbliższa naszej Ziemi. Natomiast ambicją kosmologii jest zbadać także te obszary czasu i prze-

strzeni, które są od nas bardzo daleko. Tymi obszarami nie potrafimy bezpośrednio manipulować i dlatego tę wiedzę, zdobytą tu i teraz, musimy uogólnić na obszary bezpośrednio nam niedostępne. Aby w trakcie tego uogólnienia nie nastąpiły jakieś karkołomne zabiegi, które zniekształcą tę uogólnioną wiedzę, musimy się trzymać bardzo twardo metodologii. Stąd niektórzy uważają, że właśnie w kosmologii jest większy udział filozofii niż w innych dziedzinach nauki. Można się z tym spierać, ale udział metodologii jest na pewno bardzo duży. Natomiast co do zupełności i samowartości modelu, to jest to pewien ideał, do którego dąży nie tylko model kosmologiczny, ale i każda teoria. W szczególności jednak model kosmologiczny musi być logicznie domknięty, to znaczy, że do swojego uzasadnienia nie powinien wymagać założeń z zewnątrz. Odnośnie do wszechświata jest to teza o wydźwięku filozoficznym, gdyż niemal łączy się z pytaniami teologicznymi. Niemniej metodologia kosmologii wymaga, ażeby postępować tak jak we wszystkich innych teoriach. A więc po prostu wszystko wyjaśniać za pomocą praw. Rodzi się oczywiście natychmiast bardzo trudne dla kosmologa pytanie, zresztą nie tylko dla kosmologa, ale i dla fizyka: Skąd się biorą prawa? Są rozmaite koncepcje, o dwóch najczęściej przytaczanych już rozmawialiśmy podczas poprzedniego spotkania, przypomnę je krótko. Według jednej – prawa fizyki są uprzednie w stosunku do wszechświata, zanim on powstał, prawa już obowiązywały. Druga koncepcja jest przeciwna – prawa fizyki są pewnym aspektem struktury wszechświata, który my wydobywamy i nazywamy prawami. Bardziej atrakcyjna filozoficznie jest druga koncepcja, lecz gdy fizyk czy kosmolog bada jakieś zagadnienie, to oczywiście *a priori* zakłada istnienie praw. Oczywiście te prawa są modyfikowane, zmieniane w razie konieczności. Było już wiele rewolucji w fizyce. Jest to ciekawy problem wychodzący poza samą fizykę. Pytając o naturę i pochodzenie praw, stajemy się trochę filozofami.

BW – Pytanie o „początek” jest pytaniem o zdarzenia poza progiem Plancka. W swoich doskonałych książkach (przynajmniej tych, które znam) odwołuje się Książ między innymi do modeli Tryona i Hartlego-Hawkinga, który nazywa Książ modelem H-H. Na podstawie jakich założeń zbudowano te modele?

MH – Tak, rzeczywiście w swoich książkach odwoływałem się do modelu H-H. Model ten w tej dziedzinie ma ważną pozycję, gdyż jest to jedna z wcześniejszych prób zmierzenia się z problemem samego powstania wszechświata. Wykorzystując prawa fizyki kwantowej, model ten pokazywał, że świat rzeczywiście mógł powstać z niczego, na zasadzie czegoś, co fizycy nazywają kwantowym tunelowaniem. Ale tutaj właśnie doskonale widać, że Hartle i Hawking musieli coś założyć. Założyli mianowicie istnienie praw fizyki kwantowej. Gdyby tego nie zrobili, nie mogliby ruszyć z miejsca. Czyli tak naprawdę to stworzenie z niczego w ich ujęciu jest

stworzeniem z praw mechaniki kwantowej. Ten model ma znaczenie historyczne, dzisiaj byłoby trudno przy nim obstawać. Istnieją różne scenariusze, niektóre pochodzą od samego Hawkinga. Dziś on i jego szkoła zajmują się modelem strun, membran i analogicznych tworów wielowymiarowych. Obecnie modeli jest bardzo dużo i to one stanowią następną generację po modelu H-H.

BW – *Jakie znaczenie dla nauki i jej dalszego rozwoju mają, jak je Książdz określa w swoich książkach, „zabawowe (zabawkowe) teorie”?*

MH – Zabawowe czy zabawkowe teorie w historii nauki odgrywają ogromną rolę. Myślę, trochę przewrotnie, że takim pierwszym zabawkowym modelem była pierwsza zasada dynamiki Newtona – ciało, na które nie działa żadna siła, porusza się ruchem jednostajnym po linii prostej. W zasadzie nie ma takich ciał, na które nie działają żadne siły. Jest to zatem daleko idąca idealizacja, coś w rodzaju modelu zabawkowego. Ale rola tego modelu w historii nauki jest kolosalna. Bardzo często, gdy zmagamy się z jakąś trudną teorią, gdy równania matematyczne przekraczają nasze aktualne możliwości, upraszczamy problem maksymalnie. Staramy się wnioskować coś o tych niemożliwych do otrzymania rozwiązaniach z tych, które potrafimy otrzymać. Tak właśnie było w modelu H-H, który stanowił tylko pierwszy etap całej generacji coraz to lepszych modeli.

BW – *Czego możemy w najbliższym czasie oczekiwać, jakich kolejnych modeli kosmologicznych, jakich informacji z nich płynących?*

MH – Wkraczamy w epokę bardzo owocną dla kosmologii. Już na orbicie jest satelita, który ma zastąpić COBE, a jak wiadomo wyniki, których dostarczył COBE, dokonały przewrotu w kosmologii. Dostarczył bowiem tyle informacji na temat wczesnego wszechświata, że dzisiaj nikt już nie wątpi w naukowość kosmologii. W tej chwili spodziewamy się jeszcze dokładniejszych wyników. Planowane bowiem są kolejne kosmiczne misje satelitarne. Sądzę, że w ciągu dziesięciu lat napływ danych obserwacyjnych będzie tak duży, że nie tylko uda nam się, w co wierzę, potwierdzić model standardowy, ale także rozstrzygnąć całą masę zagadnień wewnątrz tego modelu. Ludzie nieraz mówili o rewolucji w kosmologii, jednak w ostatnich latach takiej rewolucji nie było. Dane obserwacyjne pięknie potwierdzają model standardowy, natomiast to, co czasami nazywa się rewolucją, to są pewne uzupełnienia pozwalające na wyjaśnienie tych aspektów teorii, co do których były jakieś wątpliwości.

BW – *Gdzie jest granica naszych dociekań, naszych możliwości poznania, jeśli takowa istnieje?*

MH – Stworzenie teorii ostatecznej napotyka na istotne ograniczenia. Najbardziej czytelna bariera to bariera finansowa. Trzeba by budować ogromne urządzenia. Nie jest to możliwe, zatem te teorie muszą być mniej lub bardziej spekulatywne. Oczywiście ludzie zawsze będą nad tym pracować i myślę, że tym kryterium poprawności, które zostanie zastosowane, będzie spójność z dotychczasowymi teoriami. Jeśli bowiem da się połączyć całą dotychczas znaną fizykę w jedną teorię, to będzie to bardzo mocny argument za poprawnością tej teorii. Wymaga się, aby była korespondencja z dotychczasowymi teoriami, aby było ładne przejście do teorii znanych dzisiaj. To kryterium, choć bardziej estetyczne niż empiryczne, będzie odgrywać w tym wypadku bardzo dużą rolę. Jest pewna niewielka szansa, moim zdaniem bardzo niewielka, że teorie dotyczące ery przedplanckowskiej da się potwierdzić bezpośrednio. Niektóre z nich przewidują np. istnienie pewnych egzotycznych cząstek, których inne teorie nie przewidują. Gdyby udało się taką cząstkę odnaleźć we wszechświecie, wówczas byłaby ona tym empirycznym potwierdzeniem. Jest to jedyna nadzieja teoretyków, którzy zajmują się tymi zagadnieniami.

BW – *Często słyszy się, że te najnowsze teorie, teorie strun, o których Książd Profesor wspominał, są apriorycznie niepotwierdzalne doświadczalnie. Czy to stwierdzenie jest prawdziwe?*

MH – Nie jest to całkiem prawda. Teoria strun jest niepotwierdzalna w tym sensie, że nie możemy osiągnąć takich energii, które pozwoliłyby ją wprost potwierdzić. Taka energia nie jest osiągalna. Natomiast konkretne potwierdzenie poprzez poszukiwanie skutków tych teorii w świecie nie jest wykluczone, choć niezbyt prawdopodobne. Dlatego niektórzy mówią, że to już nie jest fizyka. Ja myślę, że to jest fizyka, tylko że metoda fizyki staje się dziś bardziej elastyczna. Ale to jest kwestia, w pewnym sensie, definicji fizyki.

BW – *Które z odkryć empirycznych spowodowały, że kosmologia rozwijała się dalej i dalej, tworząc coraz bardziej zadziwiające modele?*

MH – Myślę, że w dziedzinie kosmologii były dwa takie odkrycia. W pierwszej połowie naszego stulecia było nim niewątpliwie przesunięcie ku czerwieni długości fal światła docierającego do nas od odległych obiektów kosmicznych. Odkrycie to w ogóle umożliwiło start kosmologii. Spowodowało, że przestała ona być zabawą starszych panów po godzinach urzędowych¹, że nabrała kontaktu z doświadczeniem. Co prawda były jeszcze wówczas spory, jak zinterpretować to odkrycie,

¹ Aluzja dotyczy zapewne osoby Alberta Einsteina, który, jak pamiętamy, był urzędnikiem w biurze patentowym, a fizyką zajmował się właśnie po godzinach pracy.

ale nie ulega wątpliwości, że po raz pierwszy już nie tylko Słońce, ale cały wszechświat się poruszył. To było odkrycie na miarę przewrotu kopernikowskiego. Drugie odkrycie, w drugiej połowie stulecia, to jest oczywiście odkrycie promieniowania tła, tego promieniowania, które jest reliktem wielkiego wybuchu. Badając to promieniowanie, badamy świat taki, jakim był jakieś 300 000 lat po Wielkim Wybuchu. Jest to fotografia świata sięgająca bardzo, bardzo daleko wstecz, prawie na drugi dzień po Wielkim Wybuchu. Co więcej, o ile pierwsze odkrycie uwiarygodniło geometrię wszechświata, o tyle drugie otworzyło możliwość rozwoju fizyki wszechświata. Promieniowanie tła można bowiem mierzyć, można badać rozmaite parametry charakteryzujące to promieniowanie. Właśnie z tych pomiarów dowiadujemy się o fizycznych warunkach, jakie panowały w bardzo młodym wszechświecie.

BW – *A dzisiejsza walka o „policzenie” neutrin? W jednej ze swych książek wspomina Książd Profesor, że mogą one odegrać w kosmologii podobną rolę jak promieniowanie reliktowe.*

MH – Tło neutrin byłoby rzeczywiście jeszcze jedną fotografią, pozwoliłoby zrobić jeszcze jeden krok dalej. To byłoby niewątpliwie jeszcze jedno znaczące odkrycie, ale na razie nie zostało ono zrobione. Próbuje rejestrować neutrina z bliższych źródeł. Jednak czy to odkrycie przyniesie informacje, tej rangi co promieniowanie reliktowe, w to wątpię. Neutrina niezwykle słabo oddziałują z materią, zatem są ogromne trudności z ich rejestracją. Oczywiście kolejnym zdjęciem byłaby mapa grawitonowa. Gdyby udało się zarejestrować fale grawitacyjne pochodzące z Wielkiego Wybuchu, moglibyśmy powiedzieć, że widzimy Wielki Wybuch. Jest to jednak jeszcze większa futurologia niż życzenia dotyczące neutrin.

BW – *Na zakończenie, jeśli Książd pozwoli, przejdźmy do początku naszego spotkania, a więc do problemu edukacji. Przed jakimi niebezpieczeństwami przestrzega Książd Profesor nauczycieli, którzy (ciągle jeszcze mam nadzieję, że tak będzie) już niedługo będą dyskutować z młodzieżą o poruszonych przez nas problemach w ramach zajęć szkolnych?*

MH – Niebezpieczeństwa czyhają z dwu stron. Z jednej strony, gdy chce się przedwcześnie nauczyć ucznia tego, co powinien studiować na uniwersytecie. Ten błąd powoduje, że uczeń jest zniechęcony, odpychany przez przewyższający jego możliwości materiał. Nauka wówczas jest kierowana jedynie do geniuszy, a ci i tak sobie poradzą. Z drugiej strony, nie jest dobrze, gdy nauka ogranicza się tylko do opowiadania, używania słów: wszechświat aczasowy, superstruny. To działa na

wyobraźnię i powoduje wielki zamęt, a nawet może i maniactwo naukowe. To zagrożenie uważam za groźniejsze.

BW – *Które modele kosmologiczne powinny zatem znaleźć się w podręcznikach szkolnych, aby dać uczniom pojęcie o kosmologii i ich zainteresować?*

MH – Myślę, że standardowe trzy modele Friedmanna: zamknięty, płaski i rozszerzający się. One z jednej strony są koncepcyjnie proste, można nawet nie odwołując się do ogólnej teorii względności, pozostając przy teorii Newtona, naszkicować, skąd się wzięły. Można opowiedzieć o ich strukturze, gdyż ewolucję czasową widać na wykresie, a przestrzeń zamkniętą, płaską i otwartą można przedstawić za pomocą dwuwymiarowych modeli. Modele te pokazują także warianty końca świata – może nastąpić końcowa osobliwość albo roztopienie w pustce. Co więcej, one dobrze pasują do obserwacji. Być może żaden z nich nie jest dokładnie prawdziwy, może będzie trzeba przyjąć model ze stałą kosmologiczną (w tych trzech modelach jest ona równa 0). Niemniej jednak te modele dają dobre przybliżenie. Co więcej, wszystkie trzy rozwiązania, w miarę zbliżania się do początku świata, nieograniczenie zbliżają się do siebie. Czyli tak naprawdę jest obojętne, który z nich weźmiemy pod uwagę. Proponowałbym zatem modele Friedmanna. Sam na różnych odczytach czy przy innych okazjach chętnie się do nich odwołuję.

BW – *Serdecznie dziękuję za to kolejne i nam nadzieję nieostatnie spotkanie z Księdzem Profesorem.*

* * *

Kosmologia kwantowa, Michał Heller, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 2001

Ta niezwykła książka pozwala czytelnikowi nieoswojonemu z kosmologią dowiedzieć się czegoś więcej o modelach Friedmanna, superstrunach, progu Plancka, kwantowej kreacji z niczego... O jej niezwyklej wartości niech zaświadczą słowa Profesora Hellera zawarte we wstępie: *Nierozwiązane problemy też coś mówią i o Wszechświecie, i o nas samych. Wszechświat wcale nie musi być przystosowany do naszych możliwości poznawczych, a my nieustannie powinniśmy uczyć się właściwych proporcji: człowiek nie jest miarą Wszechświata, lecz jego cząstką – zanedbywalnie małą, ale subtelnie wplątana w najbardziej istotne powiązania kosmicznej struktury. Nie tylko Wszechświat jest wyzwaniem dla człowieka. Człowiek jest wyzwaniem dla samego siebie.*

BW