

 Conor Cunningham¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9778-829X>

UNIVERSITY OF NOTTINGHAM

Nauka w punkcie krytycznym: co po naturalności?

 <https://doi.org/10.15633/9788383701073.10>

Po pierwsze, muszę zaznaczyć: to nie jest, mimo pozorów, tekst o fizyce

Uniwersytet został powołany do zaangażowania się w badanie wszechświata, lecz jego zdolność do realizacji tej misji została osłabiona przez bałkanizację nauk wynikającą z wszechobecnego przywiązania do autonomii fizyki wysokich energii jako Pana dyscyplin. W *Sofiście* Platona Cudzoziemiec ostrzeża, że „jeśli się każde coś od wszystkiego oddzieli, to całkiem i doszczętnie zniszczy się mowę, ponieważ właśnie dzięki splataniu form mamy w ogóle możliwość porozumiewania się” (*Soph.*, 259e, 4–6). Poznanie, jak sądził Platon, było „sztuką tkania” (*huphantikē*), która wykluczała zarówno bałkanizację, jak i jałowy imperializm. Istotne jednak, że owo tkanie nie jest ani nierealistyczne, ani idealistyczne, gdyż – jak zauważa Cudzoziemiec Platona

¹ Profesor nadzwyczajny teologii i filozofii na Wydziale Sztuki Uniwersytetu w Nottingham, autor książki *Genealogy of Nihilism* (*Genealogia nihilizmu*) oraz współredaktor (wraz z Peterem M. Candlerem Jr.) serii *Interventions* oraz autor scenariusza uznanego filmu dokumentalnego BBC pt. *Czy Darwin zabił Boga?* wyemitowanego w marcu 2009 roku.

(w *Polityku*) – części dobra (utkana pieśń) nie są zawsze przyjazne względem siebie nawzajem, na przykład odwaga (*andreia*) i umiarkowanie (*sophrosyne*). Jak zobaczymy pod koniec, współczesna fizyka, w swych najbardziej radykalnych momentach, podejmuje nieświadomy akt *ressourcement* (powrotu do źródeł), nie wiedząc o tym, że zbliża się do Platona. W rzeczy samej – polemizując z Paulem i Patricią Churchland – pisałem, że nauka jest jedynie protosztuką, podczas gdy oni twierdzili, że nauki humanistyczne to jedynie protonauka, pełna psychologii potocznej, którą należy przetłumaczyć na właściwe pojęcia naukowe. Dziś jednak, w świetle tego, co następuje, twierdzę, że nauka wreszcie kwalifikuje się jako właściwa sztuka.

Logika platońskiego tkania znalazła instytucjonalny dom wraz z wynalezieniem uniwersytetu tysiąc lat temu w Bolonii. Ludzie gromadzili się na uniwersytecie, by badać, angażować się i opisywać wszechświat w jego niewyczerpanej obfitości dynamicznych aspektów – i by czynić to jako ucieleśnieni agencji, będący sami częścią wszechświata. Taki był paradygmat uczenia się i nauczania, napędzany bezwstydnym Erosem.

Dziś relacja *uniwersytet–wszechświat* słabnie pod jarzmem tyranii płytkich wskaźników zatrudnialności i korporacyjnej przydatności, której objawem jest mikrozarządzanie zaimportowane z Kalifornii, kierujące się infantylną wizją „obiektywności”. Wszystko to przygotowuje grunt pod sztuczną inteligencję, ponieważ w ramach takich praktyk kulturowych ludzie już się sami usuwają. Akademia może być dziś trafnie opisana jako uniwersytet algorytmiczny, by użyć wyrażenia Adama Mortona. Jedyna wieża z kości słoniowej, która (rzekomo) jeszcze stoi, to fizyka wysokich energii. Jednym z głównych powodów jest powszechne marzenie o Mistrzowskim Dyskursie zdolnym dostarczyć *Teorię Wszystkiego*, która nie tylko byłaby niespójna, ale i stanowiłaby wypaczenie nauki, coś, co Maurice Blondel mógłby nazwać zabobonem. To marzenie wspierane jest przez unowocześnioną wersję atomizmu Demokryta – wiarę w fundamentalną podstawę, wobec której wszystko inne jest jedynie cieniem lub konwencjonalną prezentacją, i nad którą jedna nauka – fizyka, a ściślej: fizyka wysokich energii – sprawuje monopolistyczną kontrolę. W tym ujęciu uniwersum dyscyplinarne to „tort warstwowy”, a jeszcze trafniej: to *piramida* zdominowana przez wspaniałe odizolowanego faraona, jakim jest fizyka (wysokich energii). Jak rzekomo powiedział Ernest Rutherford: „jest tylko fizyka, cała reszta to zbieranie znaczków”.

Bez względu na podstawę (mózg, DNA, atomy, struny i tak dalej), *politykę tego projektu* wspiera „ideologia stanu stacjonarnego”, traktująca istnienie

jako *dane raz na zawsze*. To nadal pozostaje aktualne. Choć kosmologia stanu stacjonarnego została dawno obalona, *jej światopogląd ideologiczny nadal dominuje*, mimo licznych niewygodnych faktów: że nastąpił Wielki Wybuch, że tempo ekspansji wszechświata przyspiesza i jego rozmiar podwaja się mniej więcej co dziesięć miliardów lat, że cząstki – czymkolwiek są – pojawiają się i znikają. Ta uporczywa ideologia wiąże wiele debat w nieadekwatnych, zużytych ramach i rodzi mnóstwo *degeneracyjnych programów badawczych*, których potworne potomstwo to nonsensowne dualizmy, jak redukcja i emergencja, niematerialne/materialne i tak dalej.

Model tortu warstwowego generuje kulturową nerwicę zwaną „zazdrością o fizykę”, która sprawia, że każda dyscyplina uniwersytecka dąży do faraonńskiej suwerenności nad własnym obszarem. Aby odzyskać pierwotną relację między wszechświatem a uniwersytetem, potrzebny jest paradygmat postdemokratyczny, który już się wyłania – niezauważony – na czołowie samej nauki. Szczególnym punktem tej refleksji jest kryzys tak zwanej „naturalności” w fizyce wysokich energii – kryzys ujawniający bankructwo obecnego modelu demokratycznego. Należy zaznaczyć, że „naturalność” nie jest tym samym, co naturalizm; to termin techniczny w fizyce, a jednym z celów niniejszego projektu jest jego upowszechnienie. Założę się, że niewielu w ogóle o nim słyszało. Podejmuję go jako punkt zaczepienia, nić, za którą można pociągnąć, aż szata się rozpruje, lub jako istotny znak endemicznej choroby – stłumionego jęku martwego zwierzęcia.

Klucz do uwolnienia się od tych ideologicznych kajdan tkwi w uznaniu, że *istnienie jest dynamiczne i wciąż nadchodzi*. Dowodów tej dynamiczności jest w samej nauce pod dostatkiem. Jak wspomniano, kryzys tzw. naturalności toruje drogę ku nowej „fizyce niecząstkowej”, zadającej śmiertelny cios ideologii stanu stacjonarnego, mitowi hegemonicznej podstawy i podtrzymywanemu przez nią tortowi warstwowemu zdominowanemu przez fizykę.

Czym jest naturalność i co jest z nią nie tak?

Wybitny fizyk nazwał naturalność „*najlepiej strzeżoną tajemnicą fizyków przed opinią publiczną*”. Naturalność jest jednak kluczowa dla ideologicznych ram fizyki teoretycznej; to „mit założycielski”, „uprzedzenie”, „centralny dogmat”, czysto „estetyczna” zasada, „niemotywowana przesłanka”, pozanaukowa ocena, „przeciwieństwo tego, co społeczność fizyków zwykle uznaje za wiedzę naukową”, która „domaga się wyjaśnienia”, a mimo to jest wszechobecna.

Ta tajemnica skrywa się pod pozornie nieszkodliwą powierzchnią: oczywistym przekonaniem, że dobra teoria powinna (rzecz jasna) dawać „oczekiwane” wyniki eksperymentalne „naturalnie”, bez precyzyjnego dostrajania. Rozumowanie oparte na naturalności zakłada zatem kult zasady zakazu wrażliwości, wspierany przez zasadę oddzielenia, która na pierwszy rzut oka wydaje się obiecująca. Ale to fałszywy trop, w rzeczywistości *eufemizm dla autonomii fizyki wysokich energii*. Oddzielenie pozwala fizyce wysokich energii zachować dystans, na wzór faraona, wobec *hoi polloi* i spraw dziejących się poniżej – unosząc się ponad prostactwem fizyki niskich energii oraz coraz bardziej tabloidowymi dyscyplinami, takimi jak humanistyka, oddalonymi jeszcze bardziej od tronu faraona.

Naturalność nie jest jednak tylko złą filozofią. To również zła nauka (z wyjątkiem jednego sukcesu – „kwarku powabnego”). Na każdym kroku dowody empiryczne kpią z prób zakazu dostrajania parametrów w imię autonomii poziomów energetycznych. Model standardowy sam w sobie okazał się „spektakularnie nienaturalny”. W konsekwencji nasze rozumienie modelu standardowego zmieniło się radykalnie. Obecnie postrzega się go jako teorię pól efektywnych (EFT): teorię, która skutecznie wychwytuje to, co z punktu widzenia fizyki jest istotne w danym obszarze – działa, ignorując wszystko inne. Innymi słowy, to nie jest prawda: istnieje graniczna skala, poniżej której teoria się załamuje i przestaje mieć zastosowanie.

W kontekście naturalności warto przywołać stałą kosmologiczną Einsteina, wprowadzoną, by pogodzić teorię z eksperymentem (w uproszczeniu jednolita siła odpychająca wypełniająca przestrzeń, która miała być zerowa, ale nie jest: wymaga korekty lub dostrojenia w skali 10^{100} – liczby większej niż liczba wszystkich obserwowalnych atomów we wszechświecie – by uczynić ją „naturalną”). Podobnie – zdawałoby się, zainspirowana Alicją i jej Krainą Czarów – próba obejścia tego problemu poprzez przeniesienie dostrajania do hipotetycznego multiwersum wymaga 10^{500} wszechświatów, aby dostrajanie mogło wyglądać na „naturalne”. Zasada antropiczna to ta sama *hybris* w innym przebraniu – strategia, z której baron Münchhausen byłby dumny. Przy okazji – Tomasz z Akwinu, w komentarzu do Ewangelii św. Jana, już wcześniej poruszył kwestię wielu światów.

Widzimy tu patologię kulturową „*et alibi*” – to, co jest przed nami, znajduje się gdzie indziej – która przyjmuje cztery odmiany, wariacje na temat *J'accuse*, choć tutaj kierunek oskarżenia należy odwrócić: diachroniczną – jesteś tylko swoją przeszłością (filogeneza darwinowska – błąd genezy);

synchroniczną – jesteś tylko swoimi mikrofizycznymi cząstkami – błąd kompozycji; prospektywną – jesteś niczym wobec nadchodzącego przejęcia przez sztuczną inteligencję – nawiasem mówiąc, SI stwarza teologii, i tylko jej, wyjątkową szansę, jako że jest jedyną dyscypliną na nią odporną; wreszcie modalną – ten wszechświat nie istnieje, bo jest jednym z nieskończonej liczby. Mimo kulturowego uzależnienia od tych wariacji wszystkie cztery strategie sprawiają jedynie wrażenie, że funkcjonują.

Mówiąc krótko o fałszywym kontraście między redukcją a emergencją, zbyt mało uwagi poświęca się faktowi, że redukcja nie jest jednoznaczna: przykładowo, w fizyce i filozofii przebiega w przeciwnych kierunkach – fakt ważniejszy, niż przypuszczają nawet ci, którzy raczą go zauważyć. Mamy zatem redukcję 1 (filozofia): starsza, bardziej prymitywna teoria zostaje pomniejszona (zdetronizowana) przez bardziej wyrafinowaną, nowszą teorię, za sprawą łączności i dedukcyjności, przy pomocy „praw pomostowych”, które działają jak kamień z Rosetty, zapewniając współrozszerzalność między teoriami. Z drugiej strony mamy redukcję 2 (fizyka): nowszą teorię można wyprowadzić od starszej, bardziej prymitywnej, jak marmurkowanie wielkanocnego ciasta lub narastanie pnia drzewa. Zamiast nietrwałej redukcji mamy do czynienia z *ponownym wykorzystaniem* do pewnego stopnia starszej teorii. Co kluczowe, właśnie tak działa teologia w odniesieniu do ortodoksji wyznaniowej, gdzie późniejszy sobór wywodzi się z wcześniejszego lub też go ponownie wykorzystuje – inaczej nie miałby racji bytu ani głosu. Szczególnie ważne jest to, że bez redukcji 2 redukcja jako taka jest nieuprawniona, a może wręcz niemożliwa. Dlaczego? Bo to fakt, że teoria redukująca, jakkolwiek skuteczna, jest skończona lub ograniczona, więc teoria ta – wchodząc w interakcję z przeszłością – musi również otwierać się na przyszłość, prowadząc do nieuchronnego przekroczenia samej siebie (jako teorii w stanie spoczynku), co nie jest tryumfem wigowskim, lecz głębokim uzupełnieniem, wskazującym na pewne przenikanie się lub splecenie ram odniesienia.

Wracając do naturalności: trzeba porozmawiać o Higgsie (zapomnijmy o Kevinie)

Bliżej nas – szeroko nagłośniony bozon Higgsa, którego odkrycie jeden z fizyków CERN-u określił jako „pięciogwiazdkowy koszmar”. Z jednej strony lepiej byłoby, gdyby niczego nie odkryto, bo w pewnym sensie zatrzymuje to fizykę w martwym punkcie – żadnej fizyki poza modelem standardowym

nie widać. Radość naukowców pokazana w telewizji była tylko zasłoną dymną, mającą uzasadnić wydanie miliardów dolarów – uśmiechem kota z Cheshire, który pojawiał się na twarzy niejednego cesarza, a tu raczej faraona. Krótko mówiąc, bozon Higgsa wymaga przemysłowego dostrojenia w skali 10^{34} , by uzyskać swoją masę. Nawet samo pole Higgsa jest, technicznie rzecz biorąc, *ad hoc*, ponieważ jest kwadratowe, a nie logarytmiczne – co czyni je skalarnym. Sytuacja ta jest głęboko problematyczna i niepokojąca dla dominującego paradygmatu. Nie sama wewnętrzna nienaturalność Higgsa jest najbardziej kłopotliwa, lecz perspektywa destabilizacji w przypadku proliferacji tego rodzaju cząstek w przyrodzie – czyli skalarnych bozonów o spinie zerowym, traktowanych jako elementarne. Z wyjątkiem bozonu Higgsa, wszystkie cząstki modelu standardowego – a więc wszystkie znane cząstki fundamentalne – mają spin $\frac{1}{2}$ (fermiony, np. elektrony, kwarki i leptony) lub spin 1 (bozony, np. gluony i fotony). Cząstka Higgsa natomiast ma spin 0 i – jak wspomniano – jest skalarna, a zatem kwadratowa, co generuje kilka radykalnych problemów związanych z radykalnym dostrojeniem, ale nie tylko. Niepokojący fakt dotyczący tak dużego znoszenia polega na tym, że naga masa bozonu Higgsa jest *parametrem swobodnym* (wielkością, której model nie może przewidzieć ani ograniczyć), co pociąga za sobą coś, co czasami nazywa się *ansatzem* – założeniem lub po prostu przypuszczeniem; powód, dla którego natura miałaby dostroić go niemal dokładnie do masy interakcji, pozostaje niewyjaśniony, stąd uznaje się to za „nienaturalne”. Krótko mówiąc, bozon Higgsa jest wrażliwy na wysokie energie; niszczy oddzielenie, a przez to zagraża autonomii fizyki wysokich energii i stabilności modelu standardowego. A nie możemy, pod groźbą niezdania współczesnego testu kopernikańskiego, sądzić, że nie istnieją inne skalarne bozony.

Tu warto zauważyć: fakt, że model standardowy z mechanizmem Higgsa (SMHM) zdaje się zrealizowany w naturze, mimo silnych zastrzeżeń fizyków wobec niego, może mieć pozornie paradoksalną konsekwencję: fizycy będą musieli opracować znacznie bardziej radykalne podejście do fizyki cząstek elementarnych, niż gdyby odkryto nową fizykę poza modelem standardowym (np. supersymetrię). To wymaga głębokiej zmiany sposobu myślenia o fizyce cząstek. Z tej perspektywy zaklasyfikowanie przez fizyków SMHM jako *ad hoc* może być wyrazem oporu wobec tak wielkiej zmiany. Fizyka wysokich energii jest w tarapatach.

Zdumiewającym przykładem tych tarapatów jest następujące zjawisko: jeśli zderzy się dwie cząstki z wystarczającą siłą, ich energie stają się tak

skoncentrowane w punkcie kolizji, że powstaje czarna dziura – lecz zderzenie cząstek o jeszcze wyższej energii tworzy większą czarną dziurę. Wbrew dominującemu paradygmatowi, *wyższa energia nie prowadzi więc do krótszych długości*; wręcz przeciwnie. Czarne dziury (i grawitacja kwantowa) wywracają do góry nogami oczekiwany związek między wysokimi energiami a małymi odległościami. W wyniku tego kwestionują neodemokratyczny obraz świata, który wywiera efekt prania mózgu na wiele dziedzin zainfekowanych *zazdrością o fizykę* (lub jej *naśladownictwem*).

Kryzys naturalności obnaża ideologię stojącą za jej konstrukcją. Rzeczywiście, szef badań w Wielkim Zderzaczu Hadronów w CERN twierdzi, że coraz bardziej oczywista „nienaturalność” modelu standardowego zmusza fizykę do napisania *Summa contra naturalitatem* w drodze ku „erze postnaturalności”. Załamanie się idei naturalności pod ciężarem dowodów empirycznych sugeruje, że przedsięwzięcie naukowe dotarło do punktu kryzysowego w dwóch znaczeniach. Po pierwsze, negatywnym: domniemana Nauka Mistrzowska (fizyka wysokich energii) znalazła się w impasie z powodu wciąż dominującego „degeneracyjnego programu badawczego”, bardziej zakorzenionego w ideologii neodemokratycznej niż w realnych danych. Po drugie, bardziej optymistycznym: nauka stoi na progu „przemiany fazowej” (np. ze stanu ciekłego w gazowy), dzięki pojawieniu się nowego, regeneracyjnego paradygmatu, będącego realizacją platońskiej „sztuki tkania”, o której wspomniano wcześniej. Jak stwierdził jeden z fizyków: „[w] jądrze fizyki drży ziemia. Nagle pozornie niepowiązane obszary wykazują dziwną zdolność wzajemnego wzbogacania”, co jest oznaką prawdziwej „fizyki niecząstkowej”, niosącej „platońską doskonałość”.

Aby wspomóc narodziny tej fizyki niecząstkowej, opracowuję *specjalnie zaprojektowaną wersję teorii grupy renormalizacji* (RG), która stanowi centralny punkt całego mojego przedsięwzięcia. Metoda RG to jedno z najbardziej udanych narzędzi teoretycznych wykorzystywanych przez fizyków do modelowania i rozumienia zjawisk makroskopowych. Mówiąc skrajnie skrótowo, renormalizacja to przełomowa technika, która *odrzuca nieistotne (mikro)szczegóły*, pozostawiając jedynie to, co naprawdę ważne – *jak wtedy, gdy mrużymy oczy, by lepiej przyjrzeć się przedmiotowi*. W literaturze często powtarza się, że taka procedura czyni analizę wykonalną – pozwala nam ogarnąć coś, co inaczej byłoby nie do ogarnięcia – wykraczając poza możliwość wyliczenia lub zliczenia. Twierdzę, że to założenie jest błędne. To, co faktycznie ujawnia RG, to fakt, że rozumienie mikro jako rodzaju absolutnej zasady pierwszej jest błędne.

W pewnym sensie RG nie dotyczy uśredniania czy oddalania się, jak twierdzą niektórzy, lecz zbliżania, wyostrzania – w odniesieniu do tego, co istotne, a więc *de facto* realne, biorąc pod uwagę dany system docelowy.

Najbardziej zdumiewające narzędzia fizyki ostatnich stu lat (np. renormalizacja) muszą „unikać fizyki”, by działać. Przez „unikanie” rozumiem: wyjaśniają zjawiska fizyczne za pomocą narzędzi teoretycznych, które pozostają w pewnym oddaleniu od rzeczywistości, jaką owe zjawiska ujawniają. Weźmy za przykład zagotowanie wody w czajniku: aby wyjaśnić to zjawisko, fizyka zakłada *idealizowaną granicę termodynamiczną* ∞ , której rzeczywiste osiągnięcie wymagałoby nieskończonej liczby *cząsteczek*, których nasze czajniki w żadnym razie *nie mogą* posiadać. Chodzi o to, że fizyka podchodzi do *każdego* zjawiska za pomocą modeli wykazujących taką właśnie strategię unikania fizyki; „efektywne idealizacje” to dla fizyków chleb powszedni (stąd ich coraz większe uzależnienie od czysto abstrakcyjnych bytów, takich jak pola kwantowe). Wróć do tego później. Rzeczywiście, fizyka składa się głównie z teorii pól efektywnych, już wspomnianych – działają, ale nie są prawdziwe, w tym, jak już powiedziano, model standardowy, co jest szokujące dla każdego pretendenta do tronu faraona. Zamiast jednak traktować tę sytuację jako dowód naukowego antyrealizmu, postrzegam ją jako wskazówkę, że każda prawdziwie realistyczna nauka musi mieć charakter „apofatyczny”: podobnie jak tzw. teologia negatywna w tradycji chrześcijańskiej, argumentuję, że fizyka dociera do natury *raczej* poprzez mówienie, *czym natura nie jest*, niż przez próbę ujęcia jej pełni w jakimś uproszczonym pojęciu. I co istotne, wszystkie takie przedsięwzięcia są twórczo aporetyczne i nieskończone – nawet w wieczności, jak u św. Grzegorza z Nyssy, który nazywa to *epektazą*, a św. Tomasz z Akwinu przytakuje, twierdząc, że ze względu na naturę stworzenia, ontologiczne rozróżnienie i dystans pozostaną i będą trwać także w niebie. Także fizyka zmierza w kierunku takiej gry o wysoką stawkę, nieskończenie wyrażonej. Jak stwierdził jeden z fizyków, fizyka teoretyczna to „nauka o niewidzialnym, jako *współczesna forma teologii*”. Trafnie zatem *apofaza* staje się ważnym narzędziem metodologicznym w wysiłku na rzecz uwolnienia nauki spod jarzma neodemokrytyzmu – w stronę *sieci strategii, metod i dyscyplin*, które wszystkie przyjmują aporetyczną naturę wiedzy i istnienia.

Aby stworzyć mentalną lub wyobrażeniową przestrzeń dla takiego podejścia, zaangażowanie w awangardową literaturę naukową ujawnia znaczenie czterech wzorców, które można zaobserwować wszędzie w świecie przyrody. Pierwszym z nich jest tzw. tyrania skali, która uniemożliwia postulowanie

jakiegokolwiek absolutnej, podstawowej jednostki, poziomu czy metody. Wy-mownym przykładem jest tzw. model uścisku dłoni, coraz częściej stosowa-ny we współczesnej nauce (zwłaszcza w nanonauce). W kontekście nauko-wym „uścisk dłoni” oznacza mobilizację wielu niespójnych lub sprzecznych modeli w celu wygenerowania bardziej adekwatnego opisu badanego zjawi-ska, poprzez ich nakładanie się w sposób przypominający diagram Venna. Na przykład modelowanie komputerowe w badaniu materiałów o rozmiarach nanometrycznych w stanie stałym korzysta z trzech niespójnych modeli po-chodzących z trzech różnych, sprzecznych poziomów: mechaniki ośrodków ciągłych, klasycznej dynamiki molekularnej i modeli mechaniki kwantowej. Taki „uścisk dłoni” nadaje metodologiczną „substancję” idei tkania, o której już była mowa. Analiza wieloskalowa dominuje w tym, co znamienne okre-śla się mianem materii aktywnej. Krótko mówiąc, materia aktywna to ogólne pojęcie odnoszące się do układów, których elementy są samonapędzające się, a zatem nie znajdują się w równowadze termicznej, i które w konsekwencji często są w stanie generować zbiorowe, ukierunkowane działania, takie jak gromadzenie się w stadach i rojach. Analiza materii aktywnej wymaga podej-ścia wieloskalowego – od dołu do góry, od góry do dołu oraz ze środka na ze-wnątrz. Strategia modelowania „ze środka na zewnątrz” pojawia się wtedy, gdy zamiast próbować modelować system od podstaw, zaczyna się od poziomów pośrednich (mezoskopowych), na których układy wykazują zachowania od-mienne od tych obserwowanych w skali atomowej i kontinuum. Następnie dokonuje się skalowania w górę i w dół, aby uzyskać pełniejszy obraz układu wieloskalowego.

Opowiadam się za podejściem „ze środka na zewnątrz”: fakty „poniżej” i „powyżej” poziomu środkowego – fakty o cząstkach i galaktykach – zależą od faktów dotyczących bytów na poziomie centralnym, a więc *bardziej* „fun-damentalnym”. „Rewolucja kwantowa wymaga zdegradowania statusu bytów mikrofizycznych. Powinniśmy odwrócić tradycyjne rozumienie emergencji: to zjawiska mikrofizyczne wyłaniają się z bardziej fundamentalnych dziedzin chemii, termodynamiki i fizyki ciała stałego, a nie odwrotnie”.

Drugim głównym wzorcem jest „uniwersalność”, czyli fakt, że wiele układów fizycznych o radykalnie różnych składach mikroskopowych dzieli te same wykładniki krytyczne (które są zazwyczaj *liczbami niewymiernymi, wykluczającymi analizę wymiarową*): wbrew intuicji woda, nikiel i żelazo należą do tej samej klasy uniwersalności. Trzecim jest wszechobecne zjawi-sko „niezmienniczości skali”: Na przykład (1) fraktale (ich zbliżony wygląd

wykazuje przestrzenną niezmienniczość skali – np. mierząc linię brzegową Wielkiej Brytanii); (2) szum migotania, inaczej szum różowy, interpretowany jako ślad złożoności, oznaczający czasową niezmienniczość skali; (3) prawa potęgowe, które przejawiają niezmienniczość skali w odniesieniu do rozmiaru i czasu trwania zdarzeń w dynamice układu. Nawiasem mówiąc, *prawo potęgowe* to zależność, w której względna zmiana jednej wielkości powoduje proporcjonalną, względną zmianę innej. Weźmy za przykład analizę trzęsień ziemi – jest *całkowicie obojętna wobec skali fizycznej*, ponieważ stosuje *prawo potęgowe* obowiązujące na każdej skali. Szum różowy ilustruje niezmienniczość skali, ale też przejawia uniwersalność, ponieważ jest obojętny na konstytucję materialną – występuje w niezliczonych dziedzinach: od mózgu i serca, przez DNA, muzykę, po gospodarkę. W związku z tym wszechobecność szumu różowego należy do najstarszych zagadek współczesnej fizyki i nauki w ogóle – ale takiej, która rezonuje z pojęciem krytyczności, czy to w czajniku, czy w samym kosmosie, który jest owocem przemian fazowych.

Kolejna odsłona tego samego wyzwania wobec paradygmatu neodemokrytycznego to „analiza sieci small-world”, która także pomniejsza, a wręcz rozbraja znaczenie wielkości. Sieć to zbiór węzłów i krawędzi połączonych na określone sposoby; charakteryzuje się wysokim skupieniem i krótkimi ścieżkami, a graf jest matematycznym opisem takiej sieci. Co istotne, ma ona charakter topologiczny – a więc nieprzyczynowy. Topologia bywa nazywana geometrią obiektów wykonanych z gumy, to znaczy bada własności przestrzeni niezmienniczej względem dowolnych ciągłych deformacji. Ponieważ wiele układów biologicznych można modelować jako sieci – mają wiele wzajemnie powiązanych elementów, które można uznać za węzły i krawędzie – podejście to ma ogromny potencjał wyjaśniający. Fakt ten jest tym bardziej istotny, że systemy te wykazują olbrzymią różnorodność mikrofizyczną – np. ten sam topologiczny wzorec wyjaśniający można zastosować do opisu odporności mózgu, sieci komputerowej, wspólnoty ekologicznej, sieci interakcji białek i tak dalej.

Powinniśmy dojść do wniosku, że wielkość to zarówno pojęcie potoczne, jak i prowincjonalne – jej demistyfikacja to krok konieczny do wygenerowania nowych, bardziej twórczych trybów myślenia, które zadadzą śmiertelny cios dotąd dominującemu dogmatowi, że im mniejszy jest byt (lub im wyższa jego energia), tym większe jego znaczenie. William Blake z *Wróżbami niewinności*, Leibniz ze swoim roztoczem i John Donne z pchłą – wszyscy mają rację.

Odnosząc się do czwartego wzorca: jak zauważa fizyk z MIT, Wen, choć wszystkie materiały zbudowane są z tych samych trzech składników – *elektronów*,

protonów i neutronów – (Wen, 2017), przybierają wiele różnych form (ciało stałe, ciecz, przewodnik, izolator, nadciekłość, magnes, by wymienić kilka), które wymagają wzorców organizacyjnych znanych w literaturze jako „porządki”; wiele z nich jest *splecionych* – np. w nadprzewodnikach wysokotemperaturowych. Innymi słowy, jeśli wszystko jest zrobione z tej samej materii, skąd bierze się różnica? W pewnym sensie cała materia to kwestia krytyczności i porządku – podobnie jak natura i kosmos, który przecież z greki znać „porządek” – a to pozostawia dekompozycję w tyle. Tu zaczynamy zbliżać się do radykalnego, przynajmniej kulturowo, aktu *ressourcement* (powrotu do źródeł) Platona.

Jeśli tak, to legion tez filozoficznych, które były wychwalane i z góry uznawane za oczywiste, opierał się – jeśli nie na otwartym błędzie – to na radykalnej niekompletności i krótkowzroczności, będąc tworem oziębłej wyobraźni. Dualizmy konkurencyjne są dowodem takiej jałowości: od redukcji i emergencji, przez materialne/niematerialne, realizm i antyrealizm, wolność i determinizm, po niemal całą filozofię umysłu, zwłaszcza niesławny problem wykluczenia Kima, który jest niczym więcej niż zagadką prowincjonalną – nie wspominając już o kulturowym szybolecie mózgu, który po prostu nie istnieje w takiej formie, w jakiej zazwyczaj się go przedstawia, jako wielką kulę czy atom w czaszce. Doceniam jednak neurologa Charlesa Sherringtona, który już w latach 40. XX wieku określił to, co niektórzy nazywają mózgiem, jako *zaczarowany warsztat tkacki, pełen czółenek tkających wzory*.

W miarę jak awangarda fizyki z opóźnieniem powraca do Platona, łatwiej to dostrzec, jeśli uświadomimy sobie, że w pewnych kontekstach mniej znaczy więcej – a jak powiedział noblista Philip Anderson, „więcej znaczy coś innego”: mniej cząstek, a nawet ich brak, ponieważ dziś rozumie się je jako wzbudzenia pól kwantowych, pojawiające się i znikające – nie zaś jako zbiór kulek; na pierwszy plan wysuwa się zatem „fizyka niecząstkowa”, która tym samym podważa sposób, w jaki formułowano – a raczej aranżowano – powyższe pytania filozoficzne.

Fizyka staje się najbardziej egzotyczna – choć argumentowałbym, że egzotyka, podobnie jak siejące postrach działanie na odległość, zależy od punktu widzenia – gdy materia jest zamknięta (zwłaszcza w dwóch wymiarach), a energia termiczna tłumiona, co pozwala wcześniej niezauważonym stanom materii ujawnić się; te stany to wspomniane już „porządki” o charakterze globalnym, generowane i napędzane przez topologię, a nie przez skład – rozdrabnianie

materiału na coraz mniejsze części nie daje więc nic poza mylnym tropem, oślepiającym na zjawiska. Powtórzmy: topologia opisuje globalne własności układu, które pozostają niezmiennie wobec ciągłych deformacji i są niezależne od współrzędnych.

Znakomitym przykładem jest ułamkowe kwantowe zjawisko Halla (FQHE), będące krokiem poza głębokimi teoriami opracowanymi przez Landaua, w których to symetrie i ich łamanie wyjaśniały różne porządki materii i ich przejścia. FQHE pojawia się, gdy elektrony zostają kwantowo „przyparto do muru”: ograniczone do dwóch wymiarów, schłodzone do bardzo niskich temperatur i wystawione na działanie silnego pola magnetycznego. Termin FQHE nie odnosi się do jednego zjawiska, lecz obejmuje szeroki wachlarz istotnych stanów i zjawisk. Ułamkowe kwantowe zjawisko Halla przejawia porządek topologiczny – a wraz z nim ładunek frakcyjny i tym samym quasi-cząstki (np. anyony lub skompresowane fermiony). Porządek topologiczny pociąga za sobą degenerację stanu podstawowego, co oznacza, że jeden poziom energetyczny generuje wiele różnych stanów (odwrócona forma wielorakiej realizacji, jak twierdzę). Jak powiedziano, kluczowe jest to, że FQHE nie wywodzi się z symetrii i jej łamania, lecz z długozasięgowego splątania, a zatem z ogólnego zachowania.

Ponownie zapożyczając od Wena: taniec może posłużyć jako intuicyjny obraz porządku topologicznego. Każdy bozon porusza się sam, wykonując ten sam taniec, natomiast w nadciekłym płynie fermionowym fermiony tańczą parami, każda para wykonuje ten sam taniec, a porządek topologiczny można opisać jako taniec wspólny, *w którym każda cząstka (lub spin) tańczy z każdą inną w sposób bardzo zorganizowany*.

Jednym z głównych powodów, dla których takie fazy nazywa się topologicznymi, jest fakt, że degeneracja stanu podstawowego zależy od topologii powierzchni, na której system został zdefiniowany: powierzchnia staje się treścią – a nie, by tak rzec, dawnym pojęciem części. Prymat powierzchni prowadzi nas z powrotem do pojęcia uwięzienia i płodności dwóch wymiarów. Dwuwymiarowość jest, jak sądzę, bardziej egzotyczna, ponieważ zawiera więcej niewydatkowanej potencjalności – a uwięzienie wyciska tę potencjalność, pozwalając jej roztaczać swoją magię – coś, co pewien fizyk nazwał *wielociałową magią kwantową*. Uważam jednak, że nie jest do końca trafne mówić, że trójwymiarowość jest mniej egzotyczna – w końcu potencjalność zaktualizowała się w zdumiewającym trzecim wymiarze, który po prostu oswoiliśmy. Na marginesie – jak mówi Platon:

tkanie to sztuka przekształcania trójwymiarowej wełny w (niemal) dwuwymiarowy materiał, podczas gdy mąż stanu tka z możliwie grubego „materiału ludzkiego” dwuwymiarową osłonę.

Aby to rozwinąć: w świecie trójwymiarowym istnieją tylko dwa typy cząstek: „fermiony”, które się odpychają, oraz „bozony”, które lubią się łączyć. Powszechnie znanym fermionem jest elektron, który przewodzi prąd elektryczny; natomiast powszechnie znanym bozonem jest foton, który niesie światło. W świecie dwuwymiarowym jednak istnieje inny rodzaj cząstki – już wspomniany – anyon, pojawiający się w silnie skorelowanych materiałach kwantowych. Podobnie jak w tańcu, anyony nie zachowują się ani jak fermion, ani jak bozon – w dwóch wymiarach *dwukrotna zamiana identycznych cząstek nie jest równoważna ich pozostawieniu w miejscu*. Funkcja falowa cząstek po zamianie miejsc może się różnić od oryginalnej – anyony mają nietypową statystykę wymiany. W trzech wymiarach natomiast dwukrotna zamiana cząstek nie zmienia ich funkcji falowej.

Proces zamiany identycznych cząstek lub okrążania jednej wokół drugiej określa się matematycznie jako „plecenie” – znów tkactwo – które generuje plecione anyony. Jak wspomniano, walutą FQHE jest długozasięgowe splątanie i ładunek frakcyjny, czyli quasi-cząstki. I tu właśnie tkwi problem: kiedy zdajemy sobie sprawę, że elektrony są *niepodzielnymi* cząstkami elementarnymi, to paradoksalnie ich *zbiór* (np. anyony) może działać jak ułamek pojedynczego elektronu, wykazując egzotyczne i użyteczne właściwości. Wyrażając to jasno: stanowi to rzeczywiste wyzwanie wobec naszego nowoczesnego, dekompozycyjnego sposobu myślenia.

Inne zjawiska, które odzwierciedlają te radykalne intuicje, to m.in. faza heksatyczna materii, pośrednia między fazą stałą a izotropową cieczą w dwuwymiarowych układach cząstek. Albo izolator topologiczny, taki jak sieć kagome, również dwuwymiarowa. „Kagome” to japońskie słowo oznaczające styl tkania koszy. Na koniec, anyony Fibonacciego, nazwane tak od słynnego ciągu i wszelkiego rodzaju zjawiska obecne w graficie, jak choćby wtedy, gdy wykazuje efekt FQHE. Wiele wyróżniających cech grafenu wynika z jego struktury plastra miodu, który przywodzi na myśl w szczególności koszyk Kagome, a bardziej ogólnie samą sztukę tkania.

Warte odnotowania – jak zasugerowano – jest pojawienie się dualności oraz odrzucenie dualizmów. Co ciekawe, dualność elektromagnetyczna była pierwszą formą dualności, która została wprost zastosowana w XX-wiecznej

fizyce „fundamentalnej”. Słynny przykład to oczywiście fala/cząstka. Inne jednak są tu istotniejsze, zwłaszcza w odniesieniu do przejścia Platona od trój- do dwuwymiarowości. Kluczowe dla pojęcia dualności jest istnienie relacji równoważności między parą teorii, jeśli generują one tę samą fizykę. Jak stwierdził jeden z fizyków: „Na mocy tej równoważności cząstki elementarne w jednej teorii mogą występować jako cząstki złożone w teorii dualnej – i odwrotnie. W związku z tym rozróżnienie między cząstkami elementarnymi a złożonymi nie może już być uznawane za fundamentalne”. A zatem *asymetria może ulec zamianie*.

Najgłośniejszym niedawnym przykładem jest korespondencja AdS/CFT: antyde Sittera / konforemna teoria pola. Korespondencja ta realizuje układ holograficzny, w którym fizyka układu może być reprezentowana zarówno przez teorię zdefiniowaną wewnątrz *objętości* ograniczonej *powierzchnią*, jak i przez inną teorię *zdefiniowaną na tej powierzchni* ograniczającej tę *objętość* (fizyka układu może być widziana jako projekcja z granicy tej objętości). „Sugeruje to, że grawitacja kwantowa powinna być opisana całkowicie przez topologiczną teorię pola kwantowego, w której wszystkie fizyczne stopnie swobody mogą być rzutowane na granicę”. Rzeczywiście, w grawitacji kwantowej pętli to dopiero przy niskich energiach sieci spinowe przejawiają się jako „stany spłotowe” w świecie rzeczywistej lub pozornej geometrii klasycznej. Czasoprzestrzeń jest więc czymś, co wyłania się ze *stanów spłotowych* sieci spinowych.

Biorąc pod uwagę niedawną historię wojny totalnej między fizyką wysokich i niskich energii – która sięgnęła aż Kongresu USA – oraz kolejną odsłonę walki bratobójczej w fizyce wysokich energii, tzw. wojny strunowe, wymowne jest to, że o ile pozornie abstrakcyjne rozważania teorii strunowych i wspomniana właśnie dualność zostały sprowadzone na ziemię, o tyle po dekadach finansowania ich zastosowanie sprowadzało się do rozmowy na przystanku z Godotem. Ale cierpliwość w końcu się wyczerpała – podobnie jak fundusze – i teorie te zostały skierowane do fizyki materii skondensowanej jako zestaw narzędzi, co pozwoliło uniknąć całkowitego zakończenia badań w tej materii.

O ile „porządk” ze swymi egzotycznymi stanami materii, uniwersalność, analiza wieloskalowa i niezmienniczość skali wykraczają poza cząstki – co jest słuszne, biorąc pod uwagę kruchy charakter ich istnienia – o tyle są transcendentne właśnie dlatego, że mają charakter topologiczny; podważają też autonomię domeny wysokiej energii i jej rzekomo samowystarczalnej, cząstkowej podstawy. Pokazują, że same cząstki nie są w stanie dostarczyć *Teorii*

Wszystkiego, a mogą co najwyżej dostarczyć *Teorię Wszędzie*. Natomiast „teoria wszechobecności” nie daje tego, czego potrzebują ideolodzy bardziej redukcyjnego modelu.

Fizyka w fazie rekonwalescencji: nieskończoność w co najmniej dwóch kierunkach

Po pierwsze: teorie strunowe muszą zagęścić swoje liczne wymiary do sztuczek „na jeden kęs”, podobnie jak holograficzna dualność (miernik/grawitacja) wyjaśnia trójwymiarową objętość poprzez dwuwymiarową powierzchnię. Podobnie teorie pól efektywnych muszą założyć skończoną skalę odcięcia Λ , aby fizyka materii skondensowanej mogła funkcjonować – co faktycznie robi, ignorując nieskończoności fizyki wysokich energii. Grupy renormalizacji są mechanizmem z wyboru do wykonania tej procedury – procedury, która znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach analizy (np. w meteorologii). Tutaj nieskończoność zostaje poskromiona.

Po drugie, co istotne, ta sama logika pojawia się ponownie, lecz w przeciwnym kierunku, i jest wszechobecna w nauce pod postacią idealizacji, o której już wspomniano. Na przykład termodynamiczne ujęcie przemian fazowych (np. wrzenie wody czy topnienie lodu) zakłada niezbędne punkty nieanalityczności (nieciągłości), podczas gdy statystyczne ujęcie mechaniczne (które jest z natury ciągłe) tych samych zjawisk może odzyskać takie punkty tylko wtedy, gdy modele są nieskończenie wielkie (przy zachowanej skończonej gęstości). To ostatnie jest idealizacją molekularnych układów termicznych, która „wydaje się ocierać o niemożliwość”. Ta nieskończona idealizacja w postaci nieskończonego (termodynamicznego) limitu $N \rightarrow \infty$, w którym obowiązuje nowa, wyższego rzędu, niefundamentalna teoria (lub model), jest kluczowa i niezaprzeczalna – tak bardzo, że nie da się jej zredukować do teorii niższego poziomu (np. wyprowadzić, wywnioskować czy wyjaśnić) – i jako taka jest emergentna. Limit termodynamiczny jest nieusuwalny – w przeciwnym razie nieciągłości (czyli nieanalityczność), które ujawniają się w kluczowych fazach, pozostałyby niewidoczne, a wszelka nadzieja na ich odtworzenie leżałaby w gruzach. Każde odstępstwo od tej idealizacji oznacza, że panuje noc, więc wszystkie krowy są czarne, a woda w czajniku ani nie wrze, ani nie nie wrze. Jak podsumowuje znany fizyk Kadanoff: „Istnienie przemiany fazowej wymaga nieskończonego układu. W układach o skończonej liczbie stopni swobody przemiany fazowe nie zachodzą”. No i po ptakach.

Każde dociekanie zakłada to, co Platon w *Republice* nazywa „niehipotetyczną zasadą pierwszą” (*archê anupothetos*). Dotyczy to również konwencjonalnej fizyki, która stara się utożsamić tę zasadę pierwszą z autonomiczną domeną wysokich energii, możliwą do całkowitego opanowania dzięki *Teorii Wszystkiego*. Gdy jednak fikcyjna autonomia fizyki wysokich energii się załamuje, pojawia się inna zasada pierwsza: ta, którą Platon w tym samym dialogu nazywa „ideą Dobra”. Według Platona Dobro jest źródłem zarówno bytu, jak i poznania – czymś, co je łączy, nie niwelując jednak ich różnicy. Na tej samej zasadzie Dobro godzi tajemniczość i zrozumiałość, ścisłą wiedzę i otwarte zadziwienie. To pojednanie tworzy niezbędną przestrzeń dla przemyślenia nauki jako sieci wzajemnie wzmacniających się wątków metodologicznych, z których każdy jest potrzebny do adekwatnego opisu natury.

Dla Platona sztuki dzielą się na te, które łączą lub rozdzielają, przędą lub czeszą. Ale sztuka tkactwa jest inna: łączy oba te aspekty, *łączność i różnicę* (*Polityk*, 283B). Immanentna analiza fizyki wysokich energii (i każdej innej nauki) ujawnia coś analogicznego do takiego tkania jako nieuniknioną cechę każdego uczciwego naukowego podejścia do złożoności natury. Zarysowany tu paradygmat czyni ten aspekt wyraźnym, by przewyżczyć neodemokratyczną izolację (domniemanych) poziomów rzeczywistości i dyskursu. Celem jest performatywne ucieleśnienie tkactwa Platona, które ujawnia współzależność metod i dyscyplin (to, co Arystoteles nazywał „subalternacją”).

Natura, jak się zdaje, lubi tkać – a jej upodobanie do uniwersalnych wzorców, które bawią się *tym samym zbiorem mikrobytu* (lub *jednym poziomem energetycznym*), pokazuje, że materia nie jest statyczną bazą złożoną z cząstek, lecz (by użyć terminologii genetycznej) *totipotencjalną* i *pluripotencjalną* „komórką macierzystą”, naszą „fizyką nie-cząstek”. O ile jest to odpowiedź na to wezwanie, o tyle proponowany tu paradygmat stanowi wielotorowe, elastyczne narzędzie, które pozwala odkryciom naukowym być tym, czym są: *ikonicznymi objawieniami ukrytych oblicz materii*, samym szeptem stworzenia, który odbija się echem od logosu – przez który, dla którego i w którym wszystko się trzyma. Niewyczerpalna „potencjalność” (*dynamis*), która kpi z *ideologii stanu stacjonarnego* i przypomina nam, że pełnia istnienia tego świata jest jednocześnie jego nieustającym przybywaniem. To właśnie w *Timajosie* określone jest mianem *khōra* – przestrzenią przed wyznaczoną lokalizacją (*topos*), przed logiką wyznaczania granic i różnicowania, pozbawioną jakichkolwiek pozytywnych cech – a także niepoddającą się kategoryzacji ani jako idealna, ani jako fenomenalna.

Na zakończenie rozważań o naturalności – filozof fizyki David Wallace być może ma rację: „Długotrwałe niepowodzenia zasady naturalności w kosmologii i naruszenie naturalności w fizyce cząstek elementarnych mają konsekwencje wykraczające daleko poza te konkretne i ezoteryczne dziedziny. Niepowodzenie naturalności w tym przypadku podważa argumenty za naturalnością w ogóle i pilnie domaga się zrozumienia. Odrzucenie naturalności jako zasady pociąga za sobą – w taki czy inny sposób – znacznie głębszą i dziwniejszą zmianę w naszym naukowym obrazie świata”.

Na koniec pozwolę sobie zacytować W. H. Auden, *Tym czasom, Recytatyw*

Jedynym zdarzeniem jest cud, lecz dla ciebie
pozostanie niewidoczny,
aż wszystkie zdarzenia zostaną poznane i nie będzie już niczego,
czego nie potrafiłbyś objawić.



