

Robert Poczobut

Granice redukcji

One of the legitimate tasks of philosophy is to investigate the limits of even the best developed and most successful forms of contemporary scientific knowledge¹.

Thomas Nagel

Słowa kluczowe: redukcja, wyjaśnianie, nauki szczegółowe, emergencja, logiczna struktura nauki, relacje interteoretyczne

1. Wprowadzenie

Celem artykułu jest rekonstrukcja oraz analiza wybranych twierdzeń Karla R. Poppera na temat sukcesów i granic procedur redukcyjnych spotykanych w nauce. Podstawą analizy są dwa teksty autora *Logik der Forschung* zamieszczone jako uzupełnienia nr 2 i 3 do polskiego wydania książki *Wszechświat otwarty. Argument na rzecz indeterminizmu*². Pierwszy z nich, pt. *Redukcja naukowa wobec zasadniczej niezupełności wszelkiej nauki* (oznaczony jako RN), został pierwotnie opublikowany w antologii *Studies in the Philosophy of Biology* (1974)³. Drugi tekst, pt. *Dalsze uwagi o redukcji* (oznaczony jako DUR), został napisany w roku 1972, zaś poprawiony i uzupełniony w roku 1981.

¹ T. Nagel, *Mind and Cosmos*, Oxford: Oxford University Press 2012, s. 3.

² Por. K.R. Popper, *Wszechświat otwarty. Argument na rzecz indeterminizmu*, przeł. A. Chmielewski, Kraków: Znak 1996.

³ Por. K.R. Popper, *Scientific Reduction and the Essential Incompleteness of all Science*, w: F.J. Ayala, T. Dobzhansky, *Studies in the Philosophy of Biology*, Berkeley–Los Angeles: University of California Press 1974, s. 259–283.

Późne pisma filozoficzne Poppera charakteryzuje luźny, wykładowy styl. Są to raczej szkice filozoficzne niż drobiazgowo i rygorystycznie pod względem logiczno-metodologicznym analizy. Nie znajdziemy w nich definicji, wyrafinowanych argumentacji ani dowodów twierdzeń, co czyni z Poppera łatwy do trafienia obiekt krytyk formułowanych przez filozofów analitycznych. Niezależnie od tego, autor *Logik der Forschung* sformułował szereg inspirujących oraz wartych rozwinięcia uwag na temat roli oraz granic programów redukcyjnych w nauce i w filozofii.

2. Dwa podejścia do redukcji – naukowe i filozoficzne

2.1. Richard Feynman w słynnym eseju *Charakter praw fizycznych* zwraca uwagę, że owocny sposób prowadzenia rozważań o Wszechświecie polega na wyróżnieniu hierarchii poziomów organizacji, a także poziomów opisu, analizy i wyjaśniania. Na jednym z krańców tej hierarchii znajdują się fundamentalne oddziaływania oraz opisujące je prawa i teorie fundamentalne. Idąc w górę trafiamy na takie pojęcia, jak ciepło, kryształ soli czy napięcie powierzchniowe. Aby zrozumieć, co kryje się za tymi pojęciami, musimy odwołać się do teorii, które tłumaczą oznaczane przez nie zjawiska. Wiemy dziś, że ciepło to chaotyczny ruch molekuł, zaś kryształ soli to – na pewnym poziomie opisu – określona konfiguracja atomów oraz wchodzących w ich skład elektronów, protonów i neutronów. Feynman zwraca uwagę, że mimo iż znamy wewnętrzne mechanizmy tych zjawisk, często pomijamy ich mikrostrukturę i badamy je na poziomie własności makroskopowych w ramach teorii wyższych rzędów⁴.

Gdy wspinamy się wyżej w hierarchii złożoności, pojawiają się takie zjawiska, jak odruch mięśnia, impuls nerwowy lub żaba, która jest niezwykle skomplikowanym układem biologicznym. Jeszcze wyżej pojawiają się pojęcia w rodzaju: człowiek, historia, poprawność polityczna, zło, piękno czy nadzieja. Feynman pyta retorycznie, który z poziomów organizacji jest najważniejszy – „piękno i nadzieje czy fundamentalne prawa”?⁵ Jego zdaniem, powinniśmy patrzeć na całość struktury danej rzeczy – uwzględniając jej mikrostrukturę, jak też profil makroskopowy i oddziaływania ze środowiskiem. Popelnilibyśmy poważny błąd, prowadzący do ograniczenia perspektywy badawczej, koncentrując się wyłącznie na jednym poziomie organizacji oraz uznając go za klucz do zrozumienia pozostałych:

⁴ Por. R. Feynman, *Charakter praw fizycznych*, przeł. P. Amsterdamski, Warszawa: Prószyński i S-ka 2000, s. 131–132.

⁵ Tamże, s. 132.

Wszystkie nauki (...) polegają na próbach dostrzeżenia więzi między różnymi poziomami hierarchii, na łączeniu piękna z historią, historii z psychologią, psychologii z neurologią, neurologii z działaniem neuronów, wiedzy o działaniu neuronów z chemią, i tak dalej, w górę i w dół. Dziś nie potrafimy, i nie ma co udawać, że jest inaczej, pociągnąć linii od jednego krańca do drugiego, ponieważ dopiero od niedawna nauczyliśmy się dostrzegać taką hierarchię. (...) Wybór jednego krańca jako jedyne punktu wyjścia, w nadziei, że ten kierunek doprowadzi do pełnego zrozumienia, jest błędem. Podobnie jest błędem opowiedzenie się za takimi pojęciami, jak zło, piękno i nadzieja, lub też za prawami podstawowymi, licząc na to, że zbadanie tego jedynie aspektu umożliwi głębokie zrozumienie całego świata. (...) Liczni ludzie zajmujący się problemami z dziedzin leżących między tymi skrajnościami wiążą ze sobą kolejne poziomy, dzięki czemu lepiej rozumiemy świat, prowadząc badania zarówno „z obu krańców”, jak i „od środka”. W ten sposób poznajemy ogromny świat splatających się ze sobą poziomów⁶.

2.2. Stanowisko Poppera jest pod wieloma względami rozwinięciem powyższych impresji Feynmana. W przekonaniu Poppera fundamentalne problemy dotyczące redukcji wyrażają pytania: 1) Czy można zredukować biologię do fizyki i chemii, a także chemię do fizyki? 2) Czy można zredukować nauki zajmujące się świadomością do biologii? 3) Czy można zredukować dyscypliny zajmujące się ludzkim umysłem i jego wytworami do fizyki, chemii i biologii? Popper podkreśla, że wiele zależy w tym wypadku od sposobu rozumienia „redukcji”. Jednak zgodnie z antyesencjalistycznym podejściem, zamiast analizować różne definicje „redukcji” i rozstrzygać problemy filozoficzne za pomocą definicyjnych dekretów, proponuje przyjrzenie się programom redukcjonistycznym znanym z historii nauki⁷.

Autor *Logik der Forschung* formułuje trzy twierdzenia, które stara się uzasadnić: 1) Udana redukcja, taka jak wyprowadzenie praw Keplera i Galileusza z teorii Newtona, jest wielkim sukcesem poznawczym. Wyjaśnienia redukcyjne umożliwiają utożsamienie tego, co nieznanego, z tym, co znane, a zarazem uproszczenie obrazu świata⁸. 2) Uczniowie powinni poszukiwać wyjaśnień redukcyjnych przyjmując redukcjonizm jako jedną ze strategii metodologicznych. 3) Redukcjonizm filozoficzny jest błędny. Świat widziany przez pryzmat wiedzy naukowej nie daje się opisać i wyjaśnić w jednolitym języku fizykalnym.

⁶ Tamże, s. 132–133.

⁷ Por. K.R. Popper, *RN*, s. 162. Na temat różnych sposobów rozumienia „redukcji” por. R. Van Gulick, *Redukcja, emergencja i inne nowsze stanowiska na temat problemu umysł–ciało. Przegląd filozoficzny*, przeł. R. Poczobut, w: M. Miłkowski, R. Poczobut (red.), *Analizyczna metafizyka umysłu. Najnowsze kontrowersje*, Warszawa: IFiS PAN 2008, s. 144–190.

⁸ Większość wartościowych poznawczo wyjaśnień to wyjaśnienia nieredukcyjne, uzyskane za pomocą *nowych teorii*. W takich wypadkach to, co znane, wyjaśniamy za pomocą twórczego domysłu czy nowej hipotezy, która prowadzi do wzbogacenia, a nie uproszczenia systemu wiedzy. Por. K.R. Popper, *RN*, s. 164, przyp. 5. Kluczowe pytanie jest następujące: Na czym polega różnica między wyjaśnieniem redukcyjnym a nieredukcyjnym?

Limitacje programów redukcjonistycznych mają charakter zasadniczy, a nie przejściowy (będą istniały zawsze, niezależnie od stopnia rozwoju wiedzy naukowej)⁹.

Naukowcy są zainteresowani programami redukcjonistycznymi. Jednocześnie konstruują wyjaśnienia nieredukcyjne odwołujące się do nowych teorii, za pomocą których rozwiązywane są problemy naukowe. Dążenie do redukcji jest ważnym, lecz nie jedynym celem aktywności naukowej. O ile naukowiec dąży do redukcji tam, gdzie wydaje się to możliwe, filozof wskazuje na granice programów redukcjonistycznych oraz cząstkowy charakter redukcji już zrealizowanych. Dzięki temu ich współpraca może mieć charakter twórczy oraz prowadzić do postępu na drodze do zrozumienia nauki i rzeczywistości. Dwoisty stosunek Poppera do redukcji i redukcjonizmu trafnie oddają następujące wypowiedzi:

Naukowcy muszą być redukcjonistami w tym sensie, że nic nie stanowi tak wielkiego sukcesu w nauce, jak udana redukcja. (...) Uczeń musi akceptować redukcjonizm jako metodę; muszą być naiwnymi albo mniej lub bardziej krytycznymi redukcjonistami (*RN*, s. 163).

Swoje stanowisko mógłbym wyrazić w następujący sposób: Redukcjonizm jako filozofia jest błędny. Jednakże z punktu widzenia metody próby szczegółowych redukcji doprowadziły do całej serii oszałamiających sukcesów, a ich porażki były również wielce płodne naukowo (*RN*, s. 179).

2.3. Popper nie jest *reduktywistą* w sensie określonym przez Katarzynę Paprzycką. Zdaniem tej autorki *radikalny reduktywizm* jest postulatem eliminacji teorii wyższego rzędu oraz zastąpienia ich teoriami niższego rzędu (na przykład psychologii przez neurobiologię); z kolei *reduktywizm umiarkowany* jest postulatem domagającym się preferowania w badaniach teorii niższego rzędu. Obie wersje reduktywizmu Paprzycka uznaje za szkodliwe dla rozwoju nauki, zaś spór o redukcję za nierozstrzygalny, ponieważ odwołujący się do stanu nauki w jej ostatecznej fazie rozwojowej¹⁰.

Popper najprawdopodobniej odrzuciłby ostatni wniosek z uwagi na to, że rozwój wiedzy naukowej jest procesem niemożliwym do zakończenia. Jeśli prawdziwe jest twierdzenie o zasadniczej niezupełności wiedzy naukowej, wówczas radykalny (powszechny) redukcjonizm jest niemożliwą do zrealizowania utopią. W ten sposób Popper traktuje redukcjonizm filozoficzny i koncepcję ostatecznego wyjaśnienia:

⁹ Por. tamże, s. 163–164.

¹⁰ Por. K. Paprzycka, *Czy (powinniśmy uznać, że) wiedzielibyśmy wszystko o umyśle, gdybyśmy wiedzieli wszystko o mózgu? Spór o redukcjonizm i reduktywizm w filozofii umysłu*, „Nauka” 2008, nr 2, s. 115–128.

Redukcjonizm filozoficzny jest dogmatyczną antycypacją teoretyczną tezy, że z jakiegoś filozoficznego powodu redukcje prędzej czy później całkowicie się powiodą. (...) Tym, którzy tak twierdzą, odpowiadam, że nie dysponujemy żadną taką wiedzą i że świat jest o wiele bardziej interesujący i ekscytujący, niż się śniło filozofii redukcjonistycznej (*DUR*, s. 196).

Gdy porzucimy teorię ostatecznego wyjaśnienia, uświadomimy sobie, że zawsze możemy pytać „Dlaczego?”. Pytania typu „dlaczego” nigdy nie prowadzą do ostatecznej odpowiedzi. Wydaje się, że inteligentne dzieci zdają sobie z tego sprawę, ale ustępują dorosłym, którzy nie mają czasu odpowiadać na pytania układające się w ciąg nieskończony (*RN*, s. 194).

3. Redukcje cząstkowe – kilka przykładów z historii nauki

3.1. Wnioski dotyczące granic redukcji Popper wyprowadza na podstawie analizy przykładów z historii nauki. Przedmiotem jego zainteresowania są: 1) programy redukcjonistyczne znane z matematyki (redukcja matematyki do logiki, redukcja arytmetyki liczb naturalnych do teorii mnogości), 2) redukcja makrofizyki do mikrofizyki, 3) redukcja chemii do fizyki, 4) redukcja biologii do fizyki i chemii, 5) redukcja psychologii do neurobiologii, 6) redukcja teorii dotyczących wytworów ludzkiego umysłu do fizyki, chemii, neurobiologii i psychologii.

Popper poświęca niewiele miejsca programom redukcjonistycznym znanym z matematyki. Zwraca jedynie uwagę, że próby redukowania różnych teorii matematycznych, a nawet różnych działów matematyki, do aksjomatycznej teorii mnogości napotykać poważne problemy natury logiczno-informacyjnej. Badania z zakresu podstaw matematyki umożliwiają analizę podstawowych pojęć matematycznych w języku teorii mnogości lub innej teorii podstawowej (np. teorii kategorii), jednak teorie te nie są w stanie zastąpić różnych działów matematyki. Przeprowadzone przez Petera Medawara badania dotyczące relacji między różnymi teoriami zaliczanymi do geometrii pokazują, że nie są to proste relacje logicznej wyprowadzalności stanowiące podstawę redukcji interteoretycznych. Teorie matematyczne tworzą rozgałęziony układ hierarchiczny. Biorąc pod uwagę takie teorie, jak topologia, geometria projekcyjna, geometria afiniczna i geometria metryczna (Euklidesowa), mamy do czynienia z *relacją informacyjnego wzbogacenia* – kolejne teorie zawierają nowe pojęcia i twierdzenia, których nie można wydedukować z teorii wcześniejszych (ponieważ wnioskowania dedukcyjne nie generują informacji nowych, lecz przetwarzają

informacje z zachowaniem prawdziwości). Teorie zaliczane do podstaw matematyki z przyczyn zasadniczych nie mogą zastąpić całej matematyki¹¹.

3.2. Przykładem nieudanego, lecz postępowego programu badawczego była kartezjańska próba redukcji własności ciał nieożywionych do fundamentalnej własności materii, za jaką Kartezjusz uznawał rozciągłość. Model kartezjański w pewnym zakresie systematyzował ówczesną wiedzę, jednak opierał się na uproszczonych założeniach. Jednym z nich było przyjęcie, że istnieje tylko jeden rodzaj oddziaływań przyczynowych, które sprowadzają się do popchnięć (oddziaływań poprzez kontakt). Wkrótce okazało się, że konieczne jest wprowadzenie oddziaływań grawitacyjnych zachodzących na odległość:

Kartezjańska próba zredukowania wszystkiego w świecie fizycznym do rozciągłości i popchnięć była w porównaniu z sukcesem Newtonowskiej teorii grawitacji zupełną porażką. Sukces ten był tak wielki, że zwolennicy Newtona zaczęli uważać jego teorię za ostateczne wyjaśnienie (RN, s. 168).

Chociaż przez długi czas wiedziano o istnieniu sił magnetycznych i elektrycznych, próby redukcji teorii elektromagnetycznej do mechaniki Newtona nie przynosiły sukcesu. Z czasem zaczęto próbować redukcji odwrotnej, tj. redukcji mechaniki do teorii elektromagnetycznej. Powstanie i rozwój elektromagnetycznej teorii atomu spowodowały, że za teorię ostateczną, do której można zredukować także mechanikę Newtona, zaczęto uznawać elektromagnetyczną teorię materii. Popper przytacza wypowiedź Einsteina, który stwierdził w 1922 roku, że elektrony i protony *nie są niczym więcej, niż* kondensatami pól magnetycznych. Rozwój mechaniki kwantowej doprowadził zaś do ugruntowania się przekonania o redukowalności chemii:

Redukcja mechaniki i chemii do elektromagnetycznej teorii materii wydawała się niemal bez zarzutu. (...) Chemia została zredukowana do fizyki (albo tak się wówczas wydawało) za pomocą kwantowej teorii okresowego systemu pierwiastków Bohra i teoria ta została znakomicie udoskonalona za pomocą zasady wykluczania Pauliego (RN, s. 172–173).

¹¹ Por. K.R. Popper, *DUR*, s. 200; P.B. Medawar, *A Geometric Model of Reduction and Emergence*, w: F.J. Ayala, T. Dobzhansky, *Studies in the Philosophy of Biology*, dz. cyt., s. 57–63. Problem redukcji w matematyce jest znacznie bardziej skomplikowany, niż sugeruje Popper, zaś wnioski sformułowane przez Medawara wymagają analizy krytycznej wykraczającej poza ramy tego artykułu. Niekontrowersyjne jest co najwyżej twierdzenie, że matematyka jest nieredukowalna do logiki. Por. R.G. Taylor, *Zermelo, Reductionism, and the Philosophy of Mathematics*, „Notre Dame Journal of Formal Logic” 34 (1993), nr 4, s. 539–564; J. Väinänen, *Second-Order Logic and Foundations of Mathematics*, „The Bulletin of Symbolic Logic” 7 (2001), s. 504–520.

Nadal wyraźnie pamiętam podniecenie związane z odkryciem pierwiastka 72 (hafnu), które było rezultatem cudownej kwantowej teorii okresowego systemu pierwiastków, sformułowanej przez Nielsa Bohra. Moment ten uznaliśmy za wielką chwilę, w której redukcja chemii do teorii atomów dokonała się. (...). Teoria Bohra umożliwiła nie tylko przewidywanie chemicznych własności pierwiastków, a dzięki temu własności nieznanego jeszcze pierwiastka 72, a poprzez to jego odkrycie; umożliwiała także przewidywania pewnych własności związków chemicznych (*DUR*, s. 197–198).

Mimo sukcesów w wyjaśnianiu podstaw chemii w ramach mechaniki kwantowej, stanowisko Poppera w kwestii redukowalności chemii jest umiarkowane. Nawet gdybyśmy dysponowali w pełni rozwiniętą teorią wyjaśniającą w języku mechaniki kwantowej naturę wiązań chemicznych, nie wystarczałoby to w celu zupełnej redukcji chemii. Całościowe wyjaśnienie okresowej tabeli pierwiastków wymaga wyjaśnienia procesu powstawania ciężkich jąder z lżejszych, ostatecznie zaś z jąder wodoru. Powstanie helu, jak również wszystkich ciężkich pierwiastków, jest rezultatem ewolucji kosmicznej, która jest procesem w istotnym zakresie historycznym. W ewoluującym Wszechświecie powstają nowe struktury, mające nowe, wcześniej nieistniejące (przynajmniej aktualnie) własności emergentne. Konkluzja Poppera na temat postulowanej redukcji chemii jest następująca:

Redukcja chemii do fizyki jest daleka od zupełności, nawet jeżeli przyjmiemy korzystne dla niej, nieco nierealistyczne założenia. Redukcja ta raczej zakłada (...) teorię kosmicznej ewolucji, aby dopuścić możliwość uaktywnienia uśpionych potencjalności lub względnych skłonności o niskim prawdopodobieństwie, wbudowanych w atom wodoru. Wydaje mi się, że musimy uznać, iż posługujemy się tutaj ideami *emergencji* i własności *emergencyjnych*. (...) Chemia nie została całkowicie zredukowana do fizyki; w istocie tak zwana redukcja chemii jest redukcją do fizyki zakładającą kosmologię oraz przyjmującą istnienie własności emergencyjnych (*RN*, s. 177, 178)¹².

3.3. Analogiczna sytuacja zachodzi w wypadku relacji między fizyką i chemią a naukami o życiu. Nawiązując do poglądów J. Monoda, według którego

¹² Zdaniem Poppera, jądro atomu wodoru wyposażone jest we własności relacyjne (dyspozycyjne), które nie aktualizują się w większości warunków spotykanych we Wszechświecie. Oznacza to, że jądro wodoru wyposażone jest w potencjalności, które aktualizują się w skrajnie rzadko spotykanych warunkach. Powyższe uwagi są zbieżne ze współczesnymi koncepcjami emergencji kontekstowej rozwijanej na gruncie tak odległych od siebie dyscyplin, jak mechanika kwantowa, neurobiologia i kognitywistyka. Por. H. Atmanspacher, *Contextual Emergence: From Physics to Cognitive Neuroscience*, „Journal of Consciousness Studies” 14 (2007), nr 1–2, s. 18–36. Podkreśla się, że Popper jako jeden z nielicznych trafnie zwrócił uwagę na cząstkowy charakter redukcji chemii do fizyki. Por. E.R. Scerri, *Popper's naturalized approach to the reduction of chemistry*, „International Studies in the Philosophy of Science” 12 (1998), nr 1, s. 33–49.

ani mechanika kwantowa nie wystarcza do zrozumienia chemii, ani chemia do zrozumienia biologii, Popper podkreśla, że życie na Ziemi wyłoniło się z materii nieożywionej w historycznym procesie, dzięki nieprawdopodobnej kombinacji w dużym stopniu przypadkowych okoliczności, i jako takie jest czymś unikatowym w skali Wszechświata (co nie wyklucza możliwości istnienia innych form życia w nieznanymi obszarach kosmosu). Wprowadzenie teorii ewolucji, konieczne już na poziomie wyjaśnienia genezy struktur chemicznych, jest tym bardziej niezbędne na poziomie struktur biologicznych. Historyczny charakter procesu ewolucyjnego oraz cechy swoiste organizmów żywych (metabolizm, dziedziczenie, wzrost i rozwój, podleganie selekcji naturalnej, wymiana informacyjno-energetyczna ze środowiskiem) sprawiają, że opisy i wyjaśnienia układów żywych w języku fizyki i chemii są niewystarczające. Skomplikowanego systemu nauk o życiu nie można wyprowadzić z teorii zaliczanych do fizyki i chemii. Specyficzne pojęcia biologii nie są w pełni definiowalne w języku dyscyplin zaliczanych do fizyki (chemii), chociaż niektóre z nich mogą być definiowalne częściowo. Podobnie prawa biologiczne nie pozostają do praw (teorii) fizycznych (chemicznych) w prostych relacjach dedukcyjnych¹³. Redukcjonistyczne programy badawcze są bezradne, jeśli chodzi o wyjaśnienie zjawiska twórczości życia¹⁴.

Z drugiej strony sukcesy biologii molekularnej w wyjaśnianiu chemicznych podstaw życia pokazują, że częściowe redukcje są osiągalne także w odniesieniu do nauk o życiu. Bez wątpliwości istnieją fizyczne (chemiczne) warunki, których spełnienie jest konieczne do istnienia układów żywych. Przed powstaniem termodynamiki nieliniowej, badającej zachowanie systemów otwartych, ewolucja zakładająca wzrost złożoności i organizacji funkcjonalnej układów była niezrozumiała w kategoriach fizyki, gdyż zdawała się naruszać II zasadę termodynamiki (prawo wzrostu entropii w układach izolowanych). Obecnie wiemy, że w systemach otwartych, takich jak układy biologiczne, możliwe

¹³ Zdawali sobie z tego sprawę klasycy teorii redukcji – C.G. Hempel i E. Nagel. Pierwszy wykazał, że definicje redukcyjne pojęć biologicznych mają charakter częściowy; drugi zaś określił warunki wyprowadzalności praw biologii z praw fizyki i chemii. Warunki te okazały się na tyle silne, że powstały wątpliwości, czy redukcja w sensie Nagla (za pomocą praw pomostowych) rzeczywiście zasługuje na miano „redukcji” (równie dobrze może służyć model emergencji nomologicznej w sensie C.D. Broada). Por. C.G. Hempel, *Filozofia nauk przyrodniczych*, przeł. B. Stanosz, Warszawa: Fundacja Aletheia 2001; E. Nagel, *Struktura nauki*, tłum. zbiorowe, Warszawa: PWN 1970; J. Kim, *Physicalism, or Something Near Enough*, Princeton: Princeton University Press 2005.

¹⁴ W przekonaniu Poppera *twórczość* jest podstawową cechą Wszechświata przejawiającą się na wszystkich poziomach jego organizacji: „Wszechświat, który zawiera życie, ma twórczy charakter w najlepszym sensie tego słowa: jest twórczy w tym sensie, w jakim za twórczych uznajemy wielkich poetów, wielkich artystów, wielkich muzyków, jak również wielkich matematyków, uczonych i wielkich wynalazców” (*DUR*, s. 208).

jest zahamowanie wzrostu entropii, a nawet lokalne odwrócenie tego procesu umożliwiające powstawanie nowych struktur i form organizacji materii:

Systemy otwarte w stanie dalekim od równowagi nie wykazują tendencji do wzrostu nieuporządkowania, nawet jeśli wytwarzają one entropię. Mogą one eksportować tę entropię na zewnątrz, do swego środowiska, a także podnosić wewnętrzne uporządkowanie na wyższy poziom. Mogą rozwijać własności strukturalne, a przez to osiągać coś wręcz przeciwnego do stanu równowagi, w którym nic interesującego nie może się stać. (...) Systemy otwarte mogą wytwarzać struktury nowe, a nie tylko dążyć do stanu równowagi, maksymalizacji entropii i zanikania struktury. (...) Kreatywność życia nie stoi w sprzeczności z prawami fizyki (*DUR*, s. 207–208).

Stanowisko Poppera w odniesieniu do relacji, w jakich nauki biologiczne pozostają do fizyki (chemii) można określić jako *umiarkowanie redukcjonistyczne* (fizyka i chemia tłumaczą podstawy biologii, czyli to, jak jest możliwe powstawanie systemów żywych o wysokim poziomie organizacji wewnętrznej) oraz jako *umiarkowanie antyredukcjonistyczne* (pojęcia i prawa fizyki i chemii są niewystarczające do zdefiniowania ani wyjaśnienia specyfiki układów żywych i ewolucji życia na Ziemi). W konsekwencji autor *Logik der Forschung* opowiada się za łączeniem metod redukcjonistycznych (analitycznych) i systemowych (holistycznych), gdyż dopiero ich sprzężenie prowadzi do wszechstronnego rozwoju badań biologicznych¹⁵.

3.4. W analogiczny sposób należy interpretować stanowisko Poppera na temat miejsca umysłu w świecie fizycznym oraz relacji nauk społecznych i humanistycznych do neurobiologii, chemii i fizyki. Popper odrzuca stanowiska takie, jak panpsychizm, materializm eliminacyjny, behawioryzm analityczny czy teoria identyczności psychofizycznej. Broni zaś poglądu, że świadomy umysł *jest wytworem aktywności mózgu* mającym cechy swoiste (emergentne) – nieredukowalne (w sensie teorii identyczności) do własności występujących na poziomie mikrostruktury mózgu oraz adekwatnie opisywalne na gruncie nauk wyższego rzędu, takich jak psychologia.

¹⁵ Współcześnie jest to pogląd szeroko reprezentowany w naukach o życiu. Do jego zwolenników należą: L. von Bertalanffy, T. Dobzhansky, K. Lorenz, E. Mayr, F. Jacob i wielu innych. Podkreślają oni niezbędność i niewystarczalność redukcjonistycznych programów badawczych. Wyjaśnienia molekularne pozwalają zrozumieć, *jak możliwe jest życie w świecie fizycznym*, jednak z powodów zasadniczych nie zastąpią nigdy metod, teorii i pojęć *stricte* biologicznych. Biologia jest nauką częściowo autonomiczną. Znakomitym studium redukcjonistycznych i systemowych metod w naukach o życiu oraz w medycynie jest książka: M. Juś, *Spór o redukcjonizm w medycynie. Studium filozoficzne i metodologiczne*, Monografie FNP, Toruń: Wydawnictwo UMK 2014 (w druku).

Jak wszystkie układy biologiczne, także systemy obdarzone świadomością są wytworem ewolucji (doboru naturalnego), sama zaś świadomość pełni funkcje regulacyjne w zachowaniu organizmów. Świadomy umysł stanowi wyższy, przyczynowo efektywny poziom organizacji mózgu, pozostający w licznych związkach i zależnościach ze środowiskiem fizycznym i społecznym. Jego aktywność prowadzi z kolei do wytworzenia różnorodnych obiektów Świata 3, takich jak teorie naukowe i dzieła sztuki, które chociaż genetycznie wywodzą się z tej aktywności, mają szereg cech swoistych (emergentnych) – nieredukowalnych (w sensie teorii identyczności) do stanów indywidualnych umysłów¹⁶.

Świadome stany umysłowe w relacji do neurobiologicznych stanów mózgu, a także wytwory umysłu w relacji do jego stanów wewnętrznych, cechuje, zdaniem Poppera, *ograniczona autonomia*. Wszędzie tam, gdzie redukcje interteoretyczne (opierające się na relacji logicznej wyprowadzalności) oraz redukcje międzypoziomowe (opierające się na relacji identyczności) okazują się niezupełne, mamy do czynienia z ograniczoną autonomią dyscyplin wyższego rzędu i badanych przez nie procesów. Ważnym wskaźnikiem ograniczonej autonomii jest przyczynowość odgórna (*downward causation*), nazywana również „przyczynowością systemową” (*systemic causation*). Jej przejawy spotykamy na wszystkich poziomach organizacji świata. W wypadku świadomości przyczynowość odgórna przejawia się w postaci funkcji regulacyjnej w odniesieniu do procesów neurobiologicznych oraz zachowań ludzi i innych zwierząt. W wypadku zaś obiektów Świata 3 polega na kształtowaniu treści stanów umysłowych poszczególnych ludzi przez obiekty kulturowe, struktury społeczne oraz teorie i problemy naukowe.¹⁷

Nasze myślenie, które należy do Świata 2, zależy w pewnej mierze od autonomicznych problemów i obiektywnej prawdziwości twierdzeń, które należą do Świata 3. Świat 2 nie tylko tworzy Świat 3, sam jest bowiem częściowo tworzony przez Świat 3 w procesie swoistego sprzężenia zwrotnego. Mój argument jest więc następujący: Świat 3, a zwłaszcza jego autonomiczna część, w oczywisty sposób nie daje się zredukować do Świata 1. Ale

¹⁶ Popper bywa określany mianem „dualisty”, lecz nie jest to określenie trafne: „Pod wieloma względami jestem kartezjańskim dualistą, chociaż wolę uważać się za pluralistę. Nie jestem także – z oczywistych powodów – zwolennikiem żadnej z dwóch kartezjańskich substancji” (*RN*, s. 185). Nie należy również przywiązywać zbyt dużej wagi do podziału Uniwersum na Światy 1, 2, 3. Jest to jedynie prowizoryczne wskazanie na nieciągłości w procesie ewolucyjnym oraz istnienie różnych poziomów organizacji: „Świat wytworów artystycznych i instytucji społecznych można podciągnąć pod Świat 3 albo nadać im nazwy Świata 4 i Świata 5: jest to kwestia smaku i wygody” (*RN*, s. 187).

¹⁷ Na temat przyczynowości odgórnej i jej różnorodnych odmian por. P.B. Andersen, C. Emmeche, N.O. Finnemann, P.V. Christiansen (eds.), *Downward Causation. Minds, Bodies, and Matter*, Aarhus: Aarhus University Press 2000.

ponieważ Świat 2 zależy częściowo od Świata 3, jest także nieredukowalny do Świata 1 (RN, s. 193–194).

Podobnie jak w wypadku chemii fizycznej czy biologii molekularnej, również w odniesieniu do umysłu i świadomości konieczne jest uwzględnienie dyscyplin badających warunki możliwości ich powstania i działania. Pytania w rodzaju: Jak możliwy jest świadomy umysł w świecie fizycznym? W jaki sposób aktywność mózgu wytwarza stany i procesy świadome? Jakie są skutki uszkodzenia różnych struktur mózgu dla aktywności umysłowo-poznawczej człowieka? – są przedmiotem zainteresowania takich dyscyplin stykowych, jak neuropsychologia, neurokognitywistyka i ewolucja systemów poznawczych. Mimo że wyjaśnienia oferowane na gruncie tych dyscyplin rzadko przybierają postać wyjaśnień redukcyjnych, są one niezbędne do wszechstronnego zrozumienia natury, genezy i sposobu działania umysłu¹⁸.

4. Dialektyka redukcjonizmu i antyredukcjonizmu

4.1. Analiza redukcjonistycznych programów badawczych prowadzi Poppera do następujących wniosków: 1) Nawet po najbardziej spektakularnych oraz bliskich realizacji redukcjach pozostają „eksplanacyjne resztki”¹⁹. 2) Każda udana redukcja, choćby cząstkowa, jest sukcesem poznawczym. 3) Próba realizacji redukcji wiąże się z przyrostem wiedzy nawet wówczas, gdy jest to próba nieudana²⁰. 4) Istnieją zasadnicze limitacje programów redukcjonistycznych, zaś ich analiza jest ważnym zadaniem filozofii nauki. 5) Redukcjonizm filozoficzny, zakładający możliwość uniwersalnej redukcji do teorii ostatecznej, jest poglądem utopijnym²¹.

¹⁸ Niewątpliwą zasługą Poppera jest wskazanie na potrzebę uprawiania filozofii umysłu w kontekście nauki, czego nie można powiedzieć o wielu przedstawicielach filozofii analitycznej.

¹⁹ „Nie dysponujemy żadnymi całkowicie udanymi redukcjami, gdzie przez «udane redukcje» rozumiem coś więcej niż tylko uzupełnienie naszych intuicji, naszego rozumienia: mam na myśli takie redukcje, według których można wykazać, że pewna dziedzina wiedzy, na przykład chemia, jest w zupełności wywodliwa z innej dziedziny, takiej jak teoria atomistyczna” (DUR, s. 196).

²⁰ „Z punktu widzenia metody programy redukcjonistyczne przyniosły wielkie sukcesy, nawet jeśli jesteśmy zmuszeni stwierdzić, że owe próby redukcjonistyczne poniosły porażkę” (RN, s. 178).

²¹ „Błędem wydaje się przekonanie, że metoda redukcji jest w stanie uzyskiwać pełne redukcje. Żyjemy w świecie ewolucji emergentnej, w świecie problemów, których rozwiązania – jeżeli w ogóle je znajdujemy – dają początek nowym i głębszym problemom. Żyjemy w świe-

Rzeczywiste relacje między teoriami, dyscyplinami i dziedzinami wiedzy dotyczącymi różnych poziomów organizacji świata nie są relacjami logicznej redukowalności. Jeśli weźmiemy następującą sekwencję dyscyplin: fizyka, chemia, biologia, ekologia, psychologia, socjologia, ekonomia – to wiążącą je relacją nie jest relacja redukowalności. Relacje między kolejnymi poziomami wiedzy są znacznie bardziej skomplikowane. Chemia stanowi wzbogacenie fizyki, chociaż niektóre jej twierdzenia mogą podlegać redukcji; biologia stanowi wzbogacenie fizyki i chemii, chociaż niektóre z jej twierdzeń mogą być redukowalne do teorii bardziej podstawowych. Ta sama zależność dotyczy kolejnych dyscyplin nauki, badających coraz wyższe, nadbudowane nad poprzednimi poziomy organizacji świata.

4.2. Rola dyscyplin stykowych, takich jak chemia fizyczna, biologia molekularna, neuropsychologia, neurokognitywistyka, neurosocjologia czy neuroetyka, nie polega na redukowaniu dyscyplin wyższego rzędu, lecz na ich zakotwiczeniu (ugruntowaniu) w dyscyplinach bazowych. Procesy zachodzące na wyższych poziomach organizacji obejmują poziomy niższe oraz zachowują prawa tychże poziomów (dlatego na przykład twierdzenia psychologii muszą być niesprzeczne z twierdzeniami neurobiologii, chemii i fizyki). Nie zmienia to faktu, że na gruncie dyscyplin wyższych rzędów pojawiają się nowe pojęcia i prawa, które są częściowo autonomiczne i w pewnym sensie „fundamentalne”:

Wyższe poziomy można uważać za dziedziny zawierające nowe fundamentalne hipotezy (nowe aksjomaty), nie dające się wyprowadzić z hipotez (aksjomatów) na niższych poziomach, i nowe pojęcia fundamentalne, nie dające się zdefiniować w kategoriach pojęć z niższych poziomów. W przeciwieństwie do tego, idea redukcjonizmu głosi, że na wyższych poziomach nie pojawia się nic nowego. A zatem jeśli sformalizujemy (zaksjomatyzujemy) nasze hipotezy fizyczne, wówczas zgodnie z redukcjonizmem każde pozornie nowe pojęcie powinno być redukowalne (definiowalne) za pomocą pojęć fizycznych, a zatem są one w zasadzie zbędne; z kolei każda nowa hipoteza – w obecności takich definicji – powinna być dedukowalna logicznie z podstawowych hipotez sformalizowanego lub zaksjomatyzowanego systemu fizyki (*DUR*, s. 201).

Gdybyśmy zdefiniowali specyficzne terminy (pojęcia) biologii w języku fizyki i chemii, w najlepszym razie byłyby to definicje cząstkowe oraz twórcze, które nie pozwalają na eliminację terminów zdefiniowanych i zastąpienie ich terminami definiującymi. Definicje twórcze mogą natomiast pełnić rolę hipotez pomostowych (analogicznie do praw pomostowych w sensie Nagła).

cie wyłaniającej się nowości, której nie można zazwyczaj całkowicie zredukować do żadnego z poprzednich stanów” (*RN*, s. 195).

Chociaż nie umożliwiają one zastępowania terminów teorii wyższego rzędu przez terminy teorii niższego poziomu, określają jednak warunki ich stosowalności w języku teorii bardziej podstawowej (najczęściej w sposób cząstkowy, czyli przez podanie jedynie zbioru warunków koniecznych ich stosowalności). Powyższą zależność można interpretować jako ugruntowanie teorii wyższego rzędu w teorii badającej niższy poziom organizacji²².

4.3. Inny argument za istnieniem zasadniczych granic redukcji polega na wykorzystaniu twierdzenia Gödla o niezupełności, według którego w każdym systemie aksjomatycznym zawierającym arytmetykę liczb naturalnych można sformułować twierdzenie prawdziwe, którego nie da się w nim udowodnić. Dowód taki można podać, ale w systemie odpowiednio silniejszym, w którym także pojawią się twierdzenia, których nie da się udowodnić jego środkami (i tak dalej w nieskończoność). Ponieważ fizyka zakłada arytmetykę liczb naturalnych, obowiązują dla niej wszystkie limitacje wynikające z twierdzenia Gödla. Zdaniem Poppera, oznacza to, że cała wiedza fizyczna jest zasadniczo niekompletna – *de facto* zaś dotyczy to całej wiedzy naukowej (czego żaden przyszły rozwój nigdy nie zmieni). Jeśli zaś wiedza naukowa jest zasadniczo niezupełna, to idea kompletnej, uniwersalnej redukcji wiedzy ludzkiej do jakiegokolwiek teorii fundamentalnej jest niemożliwa do przeprowadzenia. W wypadku interteoretycznych redukcji międzypoziomowych musimy zadowolić się redukcjami cząstkowymi (lokalnymi).

Idea uniwersalnej (ostatecznej) redukcji prowadzi do paradoksu analogicznego do tego, jaki powstaje w odniesieniu do koncepcji uniwersalnego (zpełnego) wyjaśnienia. Takie wyjaśnienie musiałoby również obejmować samo siebie i jako takie byłoby nieosiągalne – podobnie jak niewykonalne jest zadanie człowieka rysującego mapę pokoju, w którym się znajduje, o ile pragnie on narysować także mapę rysowanego przez siebie pokoju²³.

²² Por. K.R. Popper, *Creative and Non Creative Definitions in the Calculus of Probability*, „Synthese” 15 (1963), s. 167–186.

²³ Popper nadaje twierdzeniu o zasadniczej niezupełności wszelkiej wiedzy interpretację ontologiczną. Wszechświat zawierający wiedzę na swój temat posiada cechy niezupełności i otwartości. Taki jest głębszy sens przypowieści o człowieku malującym mapę pokoju, która obejmuje również człowieka malującego tę mapę. Zdaniem Poppera jest to trafna ilustracja twierdzenia o otwartości i niezupełności Wszechświata wytwarzającego podmioty, które wytwarzają wiedzę naukową. Por. *RN*, s. 194–195; *DUR*, s. 201–202.

5. Zakończenie

Arsenał argumentów za istnieniem granic redukcji jest bogaty i obejmuje strategie argumentacyjne odwołujące się do: 1) wielorakiej realizacji własności badanach na gruncie nauk szczegółowych (H. Putnam, J. Fodor, P. Kitcher), 2) zasadniczej niezupełności wiedzy naukowej (K.R. Popper), 3) niemożliwości definicyjnego zastąpienia terminów teorii wyższych rzędów za pomocą terminów teorii bardziej podstawowych (C.G. Hempel, K.R. Popper), 4) niemożliwości wyprowadzenia praw teorii wyższych rzędów za pomocą narzędzi logiczno-matematycznych z praw teorii bardziej podstawowych (E. Nagel, K.R. Popper), 5) konsekwencji twierdzenia Gödla dla zmatematyzowanych teorii empirycznych (K.R. Popper), 6) bogatszej zawartości informacyjnej teorii wyższego rzędu w stosunku do teorii podstawowych (P. Medawar, K.R. Popper), 7) niewspółmierności (semantycznej i ontologicznej) teorii naukowych badających różne poziomy organizacji świata (T. Kuhn), 8) braku doskonałej hierarchii poziomów redukcyjnych postulowanej w modelu mikroredukcji (K.R. Popper, J. Dupré), 9) częściowej autonomii pojęć, praw i metod badawczych stosowanych na gruncie nauk wyższego rzędu w relacji do ich odpowiedników na gruncie nauk podstawowych (L. von Bertalanffy, K. Lorenz, T. Dobzhansky, K.R. Popper, F. Jacob, G. Edelman), 10) braku ścisłych praw na gruncie nauk społeczno-humanistycznych, w szczególności praw psychologicznych (K.R. Popper, D. Davidson), 11) przyczynowego sprzężenia procesów zachodzących na różnych poziomach organizacji, w szczególności zaś istnienia przyczynowości odgórnej (K.R. Popper, C. Emmeche, M. Silberstein).

Każda z wymienionych strategii argumentacyjnych jest obecnie przedmiotem wyrafinowanych dyskusji. Większość z nich została odnotowana lub poddana analizie w pracach Poppera.

Współcześnie interesujące uwagi na temat limitacji programów redukcyjnych – pod wieloma względami zbieżne z poglądami Poppera – sformułowano w kontekście mechanistycznego modelu wyjaśniania naukowego (opracowanego na przełomie XX i XXI wieku przez W. Bechtela i C. Cravera). Jego główne założenie głosi, że wyjaśnianie zjawisk na gruncie nauk szczegółowych, takich jak biologia, neuronauki, psychologia, socjologia czy kognitywistyka, najczęściej polega na odkrywaniu ich mechanizmów. Przez „mechanizm” rozumie się odpowiednio zorganizowaną strukturę, która dzięki swoim komponentom oraz wykonywanym przez nie operacjom realizuje podlegającą wyjaśnianiu funkcję. Mechanizmy są wielopoziomowymi układami hierarchicznymi składającymi się z prostszych podukładów, których

zorganizowana aktywność wytwarza (realizuje) wyjaśnianą własność lub funkcję²⁴.

W kontekście modelu mechanistycznego wskazuje się z jednej strony na wysoką wartość eksplanacyjną strukturalnej i funkcjonalnej dekompozycji układów złożonych (stanowiącej podstawę wyjaśniania własności i funkcji systemowych), z drugiej zaś na eksplanacyjne ograniczenia tych procedur (interpretowanych jako procedury redukcyjne). Do najczęściej dyskutowanych argumentów wskazujących na istnienie ograniczeń związanych z możliwością redukcji własności i funkcji systemowych do realizujących je mechanizmów należą: 1) argument z nieagregatywności mechanizmów, który można potraktować jako współczesną interpretację twierdzenia Arystotelesa, że *całość jest czymś więcej niż tylko sumą swoich części* (W. Wimsatt, W. Bechtel), 2) argument odwołujący się do konstytutywnej roli środowiska dla realizacji własności i funkcji systemowych (W. Bechtel, A. Clark), 3) argument odwołujący się do pluralizmu eksplanacyjnego, tj. istnienia wielu komplementarnych wyjaśnień własności i funkcji systemowych (W. Bechtel), 4) argument wskazujący na wielopoziomową naturę wyjaśnień mechanistycznych oraz cząstkowy charakter wyjaśnień jednopoziomowych (W. Bechtel, C. Craver)²⁵.

Teoretycy wyjaśniania mechanistycznego zwracają uwagę na konieczność łączenia strategii redukcjonistycznych i antyredukcjonistycznych w wyjaśnianiu złożonych własności i funkcji systemowych. Ich zdaniem, umiarkowane wersje redukcjonizmu i antyredukcjonizmu, a także redukcjonizmu i emergentyzmu, nie wykluczają się, lecz dopełniają²⁶. Pod tym twierdzeniem podpisały się również Karl R. Popper.

Streszczenie

Artykuł stanowi rekonstrukcję oraz analizę krytyczną stanowiska Karla R. Poppera na temat natury oraz granic redukcjonistycznych programów badawczych. Popper przyjmuje naturalistyczne podejście do problemu redukcji, które jest bliższe praktyce naukowej niż tradycyjnemu podejściu rozwijanemu przez filo-

²⁴ Por. W. Bechtel, *Mental Mechanisms: Philosophical Perspectives on Cognitive Neuroscience*, London: Routledge 2008; C.F. Craver, *Explaining the Brain: Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience*, Oxford: Clarendon Press 2007.

²⁵ Znakomite omówienie mechanistycznego modelu wyjaśniania (w kognitywistyce) i jego ograniczeń zawiera nieopublikowana rozprawa doktorska P. Gładziejewskiego pt. *Od psychologii potocznej do modeli mentalnych. Problem reprezentacji mentalnych z perspektywy mechanistycznego modelu wyjaśniania w kognitywistyce*.

²⁶ Por. W. Bechtel, *Mental Mechanisms*, dz. cyt., s. 129.

zofów nauki. Bronię tezy, że Popper dokonuje oryginalnej analizy problemu redukcji wykazując, że chociaż programy redukcjonistyczne prawie zawsze zawodzą, ich realizacja dostarcza wartościowej wiedzy. Stanowisko Poppera trafnie podsumowuje następujący cytat z pracy *Redukcja naukowa wobec zasadniczej niezupełności wszelkiej nauki*: „Redukcjonizm jako filozofia jest błędny. Jednakże z punktu widzenia metody próby szczegółowych redukcji doprowadziły do całej serii oszałamiających sukcesów, a ich porażki były również wielce płodne naukowo”.