

Pietruska-Madej, Elżbieta

Nauka in statu nascendi a filozofia nauki : analiza przypadku prawa stałości składu

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 29/2, 377-398

1984

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Elżbieta Pietruska-Madej

(Warszawa)

NAUKA IN STATU NASCENDI A FILOZOFIA NAUKI. ANALIZA PRZYPADKU PRAWA STAŁOŚCI SKŁADU *

I. UWAGI WSTĘPNE

Linus Pauling, jeden z najwybitniejszych chemików naszych czasów, laureat nagrody Nobla z 1954 r. zapytany, czy ma jakąś receptę na dokonywanie odkryć, odrzekł: „mam, bardzo prostą, mieć w ogóle dużo pomysłów oraz idei i odrzucać te, które okażą się fałszywe”¹. W wypowiedzi tej bez trudu odnajdziemy ducha tak popularnej dziś Popperowskiej filozofii nauki. W procesie badawczym wyróżnia się ona i przeciwstawia sobie dwie strony czy nawet dwa kolejne stadia. Pierwsze — to początkowe stadium wynajdywania nowej koncepcji, drugie zaś — to krytyczna analiza i ocena przedstawionych hipotez oraz odrzucanie tych propozycji, które okażą się bezwartościowe². Jest przy tym znamienne, że jedynie na drugim stadium koncentruje swe zainteresowania współczesna filozofia nauki³, toteż niezliczone rozprawy poświęcono właśnie zasadom rządzącym owym procesem „odrzucaania idei, które okażą się fałszywe” — by raz jeszcze użyć słów Paulinga. Niewiele natomiast ponad to, co wyraził Pauling, potrafi powiedzieć filozof nauki na temat stadium pierwszego: trzeba po prostu mieć dużo pomysłów!

Taki rozkład zainteresowań nie jest przypadkiem. Jak twierdzi bowiem Popper w *Logice odkrycia naukowego* nie istnieje możliwość, ani nie ma potrzeby, dokonywania logicznej rekonstrukcji procesów wiodą-

* Artykuł został nadesłany do Redakcji w lutym 1981 r. (przyj. Red.).

¹ W. Osiatyński: *Zrozumieć świat. Rozmowy z uczonymi amerykańskimi*. Warszawa 1977.

² Por. K. Popper: *Logika odkrycia naukowego*. Warszawa 1977 s. 32.

³ Mowa tu o jej najpopularniejszym, „ortodoksyjnym” nurcie, ukształtowanym pod wpływem tradycji pozytywizmu logicznego.

cych do nowych rozwiązań. Nie istnieje taka możliwość — usprawiedliwia Popper swe stanowisko — bo w każdym takim procesie zawarty jest element irracjonalny. Nie ma takiej potrzeby, bo do nowego rezultatu naukowego nie wiedzie żadna ścieżka logiczna. Nowa wiedza powstaje wszak na mocy swoistych aktów psychicznych realizujących się w świadomości czy podświadomości jednostki i ich badanie należy oddać w ręce psychologów. Natomiast przy pomocy narzędzi logiki nie sposób w ogóle powiedzieć niczego o procesie kształtowania się nowych koncepcji.

Poprzestając na tak krótkiej charakterystyce stanowiska, którego krytyka jest głównym motywem tej pracy, dodajmy nawiasem następującą uwagę. Punktem wyjścia Poppera, jak również Carnapa, Reichenbacha i innych badaczy o podobnej orientacji, był antypsychologizm. Autorzy ci dostrzegali niewątpliwą potrzebę odróżnienia tego, co można i należy badać przy pomocy swoistych środków logiki, od tego, co mieści się w obszarze badań psychologii. Jednakże usunięcie z pola widzenia filozofii nauki całego procesu kształtowania się nowej wiedzy, we wszystkich jego aspektach, które stało się „produktem ubocznym” tej postawy, nie jest jej nieuniknioną konsekwencją. Bowiem z faktu, że w kształtowaniu się nowej wiedzy grają rolę akty twórcze, realizujące się w świadomości i podświadomości jednostki, nie wynika jeszcze bynajmniej, że ów proces w takich aktach się wyczerpuje, że zatem psychologia nauki jest jedyną nauką powołaną do wypowiedzania się na jego temat. Przeciwnie. Wydaje się, że oddać trzeba, jak nakazuje stare porzekadło, bogom, co boskie, a cesarzowi, co cesarskie, albowiem typowe rysy sytuacji odkryciogennej, obiektywnej sytuacji, która kształtuje nową wiedzę, zdolny będzie wydobyć właśnie filozof nauki przy pomocy środków właściwych reprezentowanej przezeń dyscyplinie⁴.

Zaniechanie badań nad procesami kształtowania się nowej wiedzy, tak typowe dla ortodoksyjnej filozofii nauki, stara się ona dziś połączyć z zainteresowaniem dynamiką nauki, ogólnymi prawidłowościami rozwoju wiedzy naukowej i związaną z tym orientacją w kierunku historii nauki. Zdaniem I. Lakatosa, filozofia nauki winna dostarczać narzędzi umożliwiających dokonanie racjonalnej rekonstrukcji historii nauki i tym lepiej się ze swych zadań wywiązuje, im znacniejszą liczbę okoliczności historycznych tłumaczy, im więcej faktów z historii nauki umieszcza w „historii wewnętrznej” — by użyć terminu samego Lakatosa⁵. Otóż łatwo dostrzec występowanie brzemiennej w skutki dysharmonii pomiędzy dwiema cechami programowymi współczesnej filozofii

⁴ W tej sprawie por. E. Pietruska-Madej: *Od logiki wiedzy ku „logice niewiedzy”*. *Nauka jako przedmiot badań logicznych w opinii Reichenbacha, Hansona i Poppera*. „*Studia Filozoficzne*” Nr 50 1980 s. 7—18.

⁵ I. Lakatos: *History of Science and its Rational Reconstruction*. W: *Boston Studies in the Philosophy of Science*, VIII.

nauki. Nie sposób bowiem, jak się zdaje, poradzić sobie z zadaniem racjonalizacji historycznego procesu rozwoju nauki, jeśli podtrzymuje się opinię, że filozofia nauki przy pomocy właściwych jej narzędzi może i powinna badać tylko wiedzę już ukształtowaną. Akceptacja tej opinii zaowocowała jak dotąd jedynie pełną niemocą i bezradnością współczesnej filozofii nauki w obliczu szeregu zjawisk związanych z kształtowaniem się nowej wiedzy, zjawisk zbyt często ukazywanych przez historyków, by można je było uznać za margines nauki.

Ilustrując te słowa, przejdźmy do przykładu przytaczając wypowiedź współczesnego historyka nauki tak typową, że podobne cytaty można dowolnie mnożyć. Oto słowa D. J. de Solla Price'a: „[...] jeśli by Boyle nie odkrył swego prawa, wówczas musiałby dokonać tego kto inny. I w istocie uczynił to Mariotte. Gdyby Planck nie wykrył swej stałej, mówilibyśmy o stałej Joego Blogga. Można by odnieść wrażenie, jak gdyby każdy fakt i każda teoria leżały oczekując aż zostaną odkryte; co więcej, kiedy przychodzi na nią czas, odkrywane są przez kilku współzawodniczących ze sobą ludzi”⁶. Spytajmy jednak filozofa nauki, jak wyjaśnić przedstawione tu fakty. Na czym polega wspomniana konieczność dokonania się danego odkrycia w danym momencie historii? Jak rozumieć słowa o oczekiwaniu faktów czy teorii na odkrycie? Jak wytłumaczyć intuicję: „przyszedł czas na odkrycie”? Odpowiedzi nie użyjemy. A cytowany historyk uzupełnia swe słowa pisząc: „Owoce na drzewie wiadomości dojrzewają, kiedy przyjdzie na nie właściwa pora”. Człowiek — dodaje Price — ma stosunkowo niewielkie możliwości wpływania na tempo czy kierunek badań. Trudno np. wyjaśnić — zauważa — dlaczego mimo heroicznego wysiłków i olbrzymich nakładów nie osiągnęliśmy poziomu wiedzy umożliwiającego leczenia raka⁷.

I tak oto lektura historii nauki musi budzić pytania, wobec których filozofia nauki jest bezradna, a których rozwiązania nie sposób wymagać od psychologa: dlaczego nauka opiera się czasem genialnej intuicji, aby po latach odkrywać na nowo tę samą ideę? Dlaczego kiedy indziej eksploduje seria odkryć równoczesnych? Jak wyjaśnić niepowodzenia odkryć przedwczesnych, jak odróżnić odkrycie w sensie subiektywnym, psychologicznym od naukowego *sensu stricto*? Otóż wydaje się, że kluczem do rozwiązania tego typu problemów dostarczyć może wnikliwa analiza pewnych obiektywnych cech kontekstu, w obrębie którego pojawiają się nowe rozwiązania, cech owej sytuacji rodzącej odkrycie, decydującej o powstaniu i losach naukowych idei. Zrozumienie odkrycia wymaga tedy uchwycenia wzajemnych logicznych relacji pomiędzy poszczególnymi elementami wiedzy danego okresu w powiązaniu z typowy-

⁶ D. J. de Solla Price: *Czym się różni nauka od techniki*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki” Nr 1/1973 s. 7.

⁷ Tamże s. 10.

mi dla niego celami i ideami regulatywnymi uprawiania nauki. Idzie o relacje logiczne, istniejące obiektywnie w obrębie danego systemu wiedzy, istniejące nierzadko poza świadomością poszczególnych badaczy, poza tym, co *explicite* wyartykułowane. Dokonując takiej rekonstrukcji obiektywnej sytuacji, uciec się trzeba nauce do swoistych narzędzi filozofii nauki. Dlatego też nasuwa się przypuszczenie, że właśnie filozofia nauki jest dyscypliną zdolną uchwycić ogólne cechy takiego stanu nauki, który najczęściej określanym bywa przez historyków nieprecyzyjnie jako dojrzałość sytuacji do dokonania się odkrycia naukowego.

Historycy bowiem znacznie częściej niż filozofowie zdają się być świadomi znaczenia owych „sytuacji dojrzałego jabłka”, które spaść musi przy najbliższym podmuchu. Tymczasem występowanie takich sytuacji ma zasadnicze znaczenie właśnie z punktu widzenia filozofii nauki. One to bowiem świadczą na rzecz tezy, która stanowi ideę przewodnią niniejszej pracy: proces kształtowania się nowej wiedzy ma także poza-psychologiczny wymiar. To ta właśnie okoliczność sprawia, że wbrew tradycyjnym poglądom filozofia nauki może zajmować się nie tylko sprawą oceny i krytyki wiedzy gotowej, lecz także badaniem stadium wiodącego do jej artykulacji. Dodatkowym zadaniem filozofii nauki byłoby więc skonstruowanie teoretycznego modelu sytuacji odkryciogennej, sytuacji, z której wyłaniają się nowe naukowe koncepcje. Rekonstrukcja obiektywnie istniejących relacji logicznych pomiędzy poszczególnymi elementami wiedzy danego okresu zdaje się mieć kluczowe znaczenie dla zrozumienia procesu kształtowania się nowych idei. Wszak owe relacje właśnie określają „pole manewru” nauki, one determinują nie tylko problemy, lecz także przestrzeń możliwych rozwiązań. Twórczy, subiektywny akt, za sprawą którego nowa idea wypływa na światło dzienne, nie jest zawieszony w próżni, lecz musi znaleźć miejsce w tej właśnie przestrzeni.

Nim jednak przyjdzie czas na filozoficzne uogólnienia, warto podjąć próbę analizy konkretnych, brzemiennej w odkrycia sytuacji, które faktycznie w nauce występowały, analizy opartej na materiale dostarczonym przez historyków nauki. Taką właśnie próbę wydobycia poza-psychologicznych aspektów jednego z doniosłych odkryć chemii stanowi niniejsza praca.

II. ANALIZA KONKRETNEGO PRZYKŁADU: PRAWO STAŁOŚCI SKŁADU

1799 r. uważany jest za rok odkrycia jednego z najważniejszych praw klasycznej chemii, prawa, które stało się podstawą stochiometrii. Dziesięć lat po opublikowaniu Lavoisierowskiego *Traité élémentaire de chimie* — encyklopedii nowej chemii, J. L. Proust, w pracy poświęconej badaniom związków miedzi, przedstawił prawo stosunków stałych ina-

czej zwane prawem stałości składu⁸. W myśl tego prawa każdy związek chemiczny ma stały skład ilościowy. Słynne analizy empiryczne Prousta polegały na wykazaniu za pomocą metod ilościowych, że w solach miedzi elementy składowe nie są połączone w proporcjach całkowicie dowolnych, lecz przeciwnie, ich masy muszą pozostawać w określonym (dla danego związku) stosunku. Innymi słowy: ilościowe relacje między składnikami danego związku są identyczne niezależnie od tego, czy podczas jego powstawania miały miejsce takie czy inne warunki (np. temperatura, nadmiar jednego z reagentów itd.), niezależnie od tego, czy związek ów wytworzony w sposób sztuczny w laboratorium czy też powstał on w sposób naturalny, pod wpływem sił przyrody. Dodajmy, że Proust — głosząc powyższe — nie ograniczył się do badania związków miedzi, podobnie zresztą jak i inni badacze, których zainteresował uzyskany przez niego rezultat.

Każdy związek chemiczny jest tedy, by użyć słów Prousta, „uprzywilejowanym produktem natury”. Przyroda wyróżnia pewne proporcje, nie zezwalając na łączenie się elementów w stosunkach dowolnych. „Natura bowiem nigdy, nawet gdy posługuje się człowiekiem, nie tworzy inaczej jak z wagą w rękach”⁹. Siły — wiążące elementy związku chemicznego — wyróżniają się, sądzi Proust, jakąś szczególną trwałością. Mniejsza trwałość cechuje np. siły działające w roztworach. Toteż w ich przypadku, podobnie jak we wszelkich mieszaninach, są możliwe dowolne proporcje; stałość składu nie obowiązuje.

Wprowadzając to odróżnienie Proust określił związek chemiczny jako indywidualium zachowujące stały skład w przeciwieństwie do wszelkiego rodzaju mieszanin. Zauważmy, jak brzemienne w konsekwencji okazało się to posunięcie. Z pola widzenia chemików wyeliminowane zostało to wszystko, co nie czyni zadość prawu stałości składu. Chemicy koncentrują odtąd swe badania na związkach chemicznych w rozumieniu Prousta. Przedmiot badań chemii określony został jako zbiór tego wszystkiego, co zachowuje stałość składu. Zarazem prawo Prousta orzeka o elementach tego zbioru, że ową stałość składu zachowują. Powstał samo-spełniający się system przekonań: to, co by mogło podważyć prawo Prousta, przestało w ogóle na dłuższy czas interesować chemików. Prawo Prousta ugruntowało swą pozycję i choć jego roli w stechiometrii nie sposób przecenić, warto zwrócić uwagę i na to, że na długi czas odwrócono uwagę chemików od zjawisk i procesów, w których stałość

⁸ Niektórzy autorzy podkreślają, że prawo to zostało wysunięte przez Prousta już w pracy z roku 1797, w której autor wykazywał, iż żelazo tworzy z tlenem dwa różne związki o stałych proporcjach. Por. J. R. Partington: *A History of Chemistry*, London 1962 t. III. s. 647.

⁹ Cytuję za J. R. Partington, dz. cyt. s. 650.

składu nie jest zachowana¹⁰. Tymczasem jednak pojawiła się atomistyczna teoria Daltona, a prawo stosunków stałych zyskało w niej wyjaśnienie¹¹ i stało się niezbywalnym elementem nowej chemii z jej dynamicznym i płodnym programem. Po tych niezbędnych wyjaśnieniach przejdźmy do kwestii zasadniczej z punktu widzenia celu tej pracy. Omówimy kolejno wątki prowadzące ku odkryciu prawa stosunków stałych.

1. PROGRAM CHEMII IŁOŚCIOWEJ

Aż do ostatniego ćwierćwiecza osiemnastego stulecia chemia koncentrowała się głównie na badaniu jakościowego składu substancji. Zgromadzono ogromny materiał empiryczny, umożliwiający przypisywanie indywiduom chemicznym (które wyróżniano mając na uwadze określony zespół cech fizycznych i chemicznych) określonego składu jakościowego. O ile dziś chemik, dokonując identyfikacji związku, bada jego skład jakościowy, ilościowy oraz sposób połączenia elementów wchodzących w skład cząsteczki, o tyle we wspomnianym okresie zadowalał się analizą składu jakościowego. W istocie bowiem przyjmowano założenie, że właśnie ów skład jakościowy odpowiedzialny jest za fizyczne i chemiczne właściwości substancji. Ten rozpowszechniony pogląd zaowocował nawet przekonaniem o zawieraniu się w poszczególnych substancjach chemicznych swoistych zasad — nośników określonych jakości. Procedura przypisywania wspólnego, hipotetycznego składnika — stanowiącego nośnik właściwości — wszystkim substancjom, które daną właściwość posiadają, była w chemii szeroko stosowana, by wspomnieć przykład zasady metaliczności, flogiston — zasadę palności, *acidum pingue* — zasadę alkaliczności¹². Pewnych pozostałości takiego sposobu myślenia można się dopatrywać nawet u tak na wskroś nowoczesnego, jak by się zdawać mogło, chemika jak Lavoisier¹³.

Jednakże w czasach Lavoisiera chemia stała się nauką ilościową¹⁴. Opisany wyżej sposób identyfikacji indywiduów chemicznych, polega-

¹⁰ Por. W. I. Kuzniecowa: *Podstawowe prawa chemii — ewolucja poglądów*. Warszawa 1979 s. 157 i n.

¹¹ Oto typowa pod tym względem wypowiedź: „jeśli materia składa się z atomów, wtedy prawo stosunków stałych jest naturalną konsekwencją jej budowy”. Por. I. Asimow: *Krótką historią chemii*. Warszawa 1970 s. 77.

¹² W tej sprawie por. E. Pietruska-Madej: *Metodologiczne problemy rewolucji chemicznej*, Warszawa 1975 s. 183.

¹³ Patrz E. Meyerson: *Identité et Réalité*, Paris 1920 s. 370.

¹⁴ G. F. Rouelle — nauczyciel Lavoisiera, który wykładał własne koncepcje oparte na założeniach Stahla, świadom był znaczenia dla chemika instrumentu jakim jest waga. (Por. R. Rappaport, G. F. Rouelle: *An Eighteenth-Century Chemist and Teacher*. „Czymia” Nr 6/1960 s. 68 in.). Dopiero jednak Lavoisier

jący li tylko na podaniu ich składu jakościowego, okazuje się teraz niewystarczający; jest niespójny z Lavoisierowskim programem tworzenia chemii ilościowej. Ten ewidentny dysonans jest jednym z istotnych elementów sytuacji kształtującej odkrycie Prousta. Usunięcie tego rozdzwieku wymagało bowiem wprowadzenie procedur badania składu ilościowego substancji. To ostatnie skłaniało z kolei do ustalania wagowych relacji pomiędzy poszczególnymi składnikami związku chemicznego.

Nie byłoby łatwo zdać sprawę w kategoriach metodologicznych z tego, na czym wspomniany dysonans polega, mimo że chodzi tu najwyraźniej o relacje pomiędzy poszczególnymi elementami wiedzy danego okresu i dziedziny. Nie można jednak mówić po prostu o sprzeczności logicznej pomiędzy tymi elementami ani o anomaliach; oba określenia są jak gdyby „zbyt mocne”. Badana sytuacja polega raczej na tym, że poszczególne elementy wiedzy nie harmonizują ze sobą skutkiem tego, że jakaś idea nie jest konsekwentnie wprowadzona w całej dziedzinie badań. W każdym jednak razie ów rozdzwiek czy dysonans stanowi jeden z istotnych elementów sytuacji odkryciogennej.

2. ROZWÓJ STATYKI CHEMICZNEJ

Hasło poszukiwania charakterystyk ilościowych dotyczyło tego, jak należy chemię uprawiać, a nie kwestii, co przede wszystkim należy badać. Ta ostatnia kwestia, którą przecież każdy okres rozwoju danej nauki w swoisty sposób rozstrzyga, zawiera w sobie dwa różne pytania. Po pierwsze jest to pytanie, który z problemów uznaje się na danym etapie rozwoju określonej dyscypliny za podstawowy, po drugie zaś za dostatecznie dostępne badaniom.

Wobec ogromu znanych zjawisk chemicznych i ich różnorodności, wobec braku wyraźnej linii granicznej pomiędzy tymi, które należą do chemii, a tymi, które już stanowią domenę fizyki, było to w czasach Prousta pytania pierwszorzędnej wagi.

Odpowiedzi, jakich *implicite* udzielił Proust, były absolutnie wierne ideom Lavoisiera. Dlatego też pewne rysy Lavoisierowskiego programu zasługują na szczególną uwagę, gdy bada się dojrzewanie chemii do Proustowskiego odkrycia prawa stałości składu.

użył wagi przy pomiarach gazów i sformułował prawo zachowania masy, co pozwoliło zrozumieć znaczenie pomiaru. Ukazał on tym samym efektywność metod fizycznych w chemii. Jeszcze Rouelle wyrażał przekonanie, iż ci, którzy — jak R. Boyle — dokonywali pomiarów, byli „tylko” fizykami i nie zasługiwali na miano prawdziwych chemików. (Por. R. Rappaport: *Rouelle and Stahl — The Phlogistic Revolution in France*. „Chymia” Nr 7 (1961 s. 73).

Najogólniej mówiąc, w chemii czasów Lavoisiera można się dopatrzeć dwu nurtów¹⁵. Pierwszy nurt cechuje zainteresowanie sprawami substancji chemicznej: badanie jej ilościowego i jakościowego składu związane jest tu z analizą cech tej substancji przejawiających się w reakcjach opisywanych w sposób swoisty. Badano mianowicie substraty reakcji, jej produkty, a ich zestawienie pozwalało wysunąć określone wnioski. Temu nurtowi, koncentrującemu się na statycznych badaniach związku chemicznego, można przeciwstawić nurt zainteresowań przebiegiem samego procesu chemicznego. Badanie sposobu zachodzenia reakcji chemicznej wymagało analizy sił chemicznych, owej „miłości” i „nienawiści” starożytnych, przyciągania i odpychania czy sił powinowactwa — by przywołać terminy, których używano później.

Istnienie dwu wspomnianych możliwości stwarza konieczność wyboru. Podejmując konkretne badania chemik musiał rozstrzygnąć pytanie, którą grupę zagadnień należy podjąć w pierwszej kolejności. Należało więc, zgodnie z tym, co napisano na wstępie tego paragrafu, zdecydować, którą z grup uznaje się aktualnie za bardziej podstawową oraz która z nich jest w dostatecznym stopniu, głównie ze względów technicznych, dostępna badaniom.

Przemozny, reformatorski wpływ, jaki wywarł na chemię Lavoisier skłania do poszukiwań w jego dziele idei ułatwiających dokonanie niezbędnych tu ocen i wyboru, tym bardziej, że zaledwie kilka lat minęło od jego śmierci do opublikowania przez Prousta *explicito* już sformułowanego prawa.

Jakie sugestie niesie w tym względzie Lavoisierowski *Traité élémentaire de chimie*? Otóż w rozprawie wstępnej znajdujemy szereg ogólnych idei dotyczących sposobu uprawiania chemii. Autor boleje nad tym, że zbyt często w naukach fizycznych snuto domysły miast wnioskować, a owe domysły, przekazywane z pokolenia na pokolenie, wspierane autorytetem swych wyznawców, zyskiwały stopniowo status prawd podstawowych. Jednym tylko sposobem można uniknąć owych ryzykownych spekulacji, a mianowicie poprzez nałożenie rygorów na rozumowanie, uproszczenie go i ciągle poddawanie jego wyników próbom doświadczenia. Rozumowanie bowiem, tylko ono, może nas wprowadzić w błąd, w przeciwieństwie do faktów, które są darami natury; one nie mogą nas mylić. Teoriopoznawcze idee francuskiego Oświecenia¹⁶ raz po raz dają znać o sobie w wywodzie Lavoisiera, cytującego zresztą wprost Condillaca. Twierdzi więc dalej autor *Traité élémentaire...*, że tam, gdzie mil-

¹⁵ Nie znaczy to oczywiście, że wśród chemików tamtych czasów można dokonać podziału na dwie rozłączne klasy uczonych podejmujących odmienną problematykę. Idzie raczej o dominację określonej grupy zagadnień.

¹⁶ W sprawie stosunku Lavoisiera do tradycji filozoficznej, patrz: E. Pietruska-Madej: *Metodologiczne problemy rewolucji chemicznej...* s. 132 i n.

czą fakty, na nic zdadzą się konstrukcje myślowe. I przyjmując takie założenie Lavoisier decyduje nie podejmować w książce problemu powinowactwa chemicznego. Mimo że zajmowało się nim wielu czołowych badaczy (Geoffroy, Gellert, Bergman, Scheele, Morveau) — podkreśla — znane fakty nie są ani dość precyzyjne, ani dość pewne, by można je było uznać za dostateczną bazę nauki o powinowactwie. Nadto Lavoisier sugeruje, że dopiero w następnej kolejności, gdy chemia upora się z problemami bardziej podstawowymi oraz bardziej bezpośrednio dostępnymi, będzie można stworzyć wiedzę o powinowactwie chemicznym i uczynić zeń gałąź nauki ścisłej¹⁷.

Na razie jednak Lavoisier odsuwa sprawę powinowactwa, natury sił działających w toku reakcji, na plan dalszy jako problem, do którego ówczesna chemia jeszcze nie dojrzała, w przeciwieństwie do ilościowych relacji pomiędzy substratami i produktami reakcji i ilościowych charakterystyk składu poszczególnych związków chemicznych.

Z punktu widzenia analizy wątków wiodących ku odkryciu prawa stosunków stałych ta okoliczność ma kapitalne znaczenie. Stanowi ona jeden z istotnych składników sytuacji, z której to odkrycie wyrosło. Świadczy o tym dzieło Prousta. Zorientował on swe badania dokładnie w wyżej opisany sposób. To przecież badanie dokładnych ilościowych charakterystyk poszczególnych substancji chemicznych i relacji pomiędzy ilością poszczególnych komponentów związku pozwoliło mu przedstawić w znany dziś sposób prawo stosunków stałych. Co więcej, o tym, jak dalece przejęty był Proust racjami Lavoisiera, świadczy sam sposób, w jaki wypowiada się na tematy związane z badaniem sił chemicznych. Z punktu widzenia koncepcji Prousta ważne było odróżnienie roztworów i związków chemicznych. Proust sugerował, że w obu przypadkach działają siły odmiennej natury: w drugim są one silniejsze, co daje połączenie o niezmiennym składzie. Proust nie spieszy jednak z odpowiedzią na pytanie dotyczące bliższej charakterystyki owych sił chemicznych, wyjaśniając, iż obawia się zbłądzić w dziedzinie, która nie jest jeszcze dostatecznie naświetlona przez fakty¹⁸.

¹⁷ A. Lavoisier: *Traité Élémentaire du Chimie*. Paris 1793 s. 8, 9.

¹⁸ W tej sprawie por. J. Partington, dz. cyt. s. 650. Oczywiście niektórzy chemicy, uprzednio blisko związani z Lavoisierem, zajęli się później badaniem reakcji chemicznych w ich dynamice. Można jednak przytoczyć ich historię jako dodatkowy argument na rzecz tezy, że sytuacja w ówczesnej nauce nie dojrzała jeszcze do rozwiązania problemów tego typu. Np. prekursorskie (w stosunku do późniejszego odkrycia prawa działania mas) badania Bertholleta nie zostały docenione. Również idea zmienności składu pewnych chemicznych — co do swej natury — połączeń na drugi czas upadła. Na nieszczęście dla Bertholleta jego spór z Proustem dotyczył obszaru, na którym istotnie obowiązuje stałość składu. Brak było bowiem teoretycznych, a zwłaszcza technicznych możliwości badania połączeń

Reasumując powyższe wymieńmy raz jeszcze kolejny element sytuacji w nauce, generujący odkrycie prawa stosunków stałych. Są nim precyzyjnie ustanowione przez chemię Lavoisiera kryteria oceny i wyboru tego, co w pierwszej kolejności badać należy. Należy — albowiem w centrum pola widzenia ówczesnego chemika miały znaleźć się — po pierwsze — problemy podstawowe, które ze względów teoretycznych winny być w pierwszej kolejności rozstrzygnięte, po drugie zaś te, które są rzeczywiście dostępne z punktu widzenia technicznych możliwości ówczesnej chemii.

3. PRZESŁANKI EMPIRYCZNE

(a) W miarę rozwoju metod analitycznych coraz większa ilość substancji (znanych wcześniej jako kompleks określonych cech fizykochemicznych) uzyskiwała charakterystykę jakościową poprzez wskazanie i wyodrębnienie elementów składowych. Określenie składu jakościowego wydawało się, o czym była już wyżej mowa, podstawą operacji chemicznej identyfikacji każdej substancji. Zwróćmy jednak uwagę na założenie, które tkwi u podstaw takiego przekonania. Przyjmuje się tu, iż wszystkie — identyczne z punktu widzenia interesujących ówczesnego chemika fizycznych i chemicznych cech — substancje muszą być złożone z takich samych elementów składowych. W ślad za tym szło powszechne przekonanie o potrzebie określania tego jakościowego składu jako istotnego wyznacznika własności substancji.

Jednym z istotnych elementów sytuacji w chemii czasów Prousta, elementów generujących odkrycie prawa stosunków stałych, był fakt, że traktowanie jakościowego składu związku jako wyznacznika jego cech okazało się ze wszech miar niewystarczające. Stwierdzono bowiem empirycznie, że te same pierwiastki mogą tworzyć różne związki chemiczne, słowem, że substancje o odmiennych cechach fizycznych i chemicznych mogą mieć ten sam skład jakościowy.

Przykłady tego typu związków znano już dawniej, ale teraz rosła ich liczba, a wraz z rozpowszechnianiem się w chemii metod ilościowych przesuwają się one coraz bardziej ku centrum pola widzenia.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, iż już Lavoisier uznał, że o odmienności cech związku decydują, w przypadkach ich identycznego składu jakościowego, ilościowe relacje, w jakich pozostają do siebie elementy składowe. Dotyczyło to np. w jego koncepcji takiej cechy jak moc kwasów. Przyjmując, że tlen jest pierwiastkiem kwasotwórczym,

chemicznych, które nie czynią zadość prawu Prousta, a zachowują się zgodnie z założeniami Bertholleta (Dzieje odkrycia zjawisk chemicznych nie czyniących zadość klasycznym prawom stechiometrii omawia: W. I. Kuzniecowa: *Podstawowe prawa chemii — ewolucja poglądów...* R. III.

Lavoisier wyjaśniał, że mniejsza lub większa moc kwasu zależy od ilości związanego tlenu. Przekonanie, że nie tylko skład jakościowy, lecz i ilościowe proporcje decydują o własnościach związku chemicznego znalazło zresztą wyraz w opracowanych przez Levoisiera i jego współpracowników zasadach tworzenia nowej nomenklatury¹⁹. Przypomnijmy chociażby określenia „l'acide sulfurique”, „l'acide sulfureux” czy nazwy soli odzwierciedlające nie tylko skład jakościowy, lecz także stopień nasycenia.

Występowanie różnych stopni neutralizacji kwasów i zasad dostrzegł J. B. Richter. Nieprzypadkowo też on właśnie, autor terminu „stechiometria” — wprowadzonego dla określenia nauki poszukującej ilościowych praw połączeń chemicznych — uczyony, który pojmował chemię jako dziedzinę matematyki stosowanej²⁰, zauważył, że pewne metale (np. żelazo, rtęć) mogą łączyć się z tlenem w dwu różnych proporcjach. Jest to już, zauważmy, konkluzja niemal jednobrzmiąca z wnioskami sformułowanymi przez Prousta w 1797 r. (*Recherches sur le Blue de Pruse*), na dwa lata przed datą powszechnie związaną z odkryciem prawa stosunków stałych. Proust wykazał wówczas, że żelazo wiążąc się z tlenem podlega prawu natury, które wyznacza stałe proporcje, w jakich metal i tlen mogą się łączyć, tworząc dwa odmiennie związki. J. R. Partington twierdzi, że to odkrycie Prousta antycypował Richter. I choć nie jest to opinia powszechnie wśród historyków podzielona²¹, warto zwrócić uwagę, w jaki sposób program chemii ilościowej prowadził ku odkryciu prawa stałości składu. Jeśli bowiem stwierdzono, że identyczne pierwiastki mogą tworzyć połączenie o odmiennych własnościach — różne związki chemiczne, to łatwo o wniosek, że w badaniach chemicznych nie należy poprzestać na ustaleniu składu jakościowego. Fakt, że ten sam skład jakościowy odpowiada odmiennym substancjom, skłania do poszukiwania jakichś dodatkowych charakterystyk związku za ową odmienną odpowiedzialnych. W nowej ilościowej chemii w sposób naturalny nasuwa się idea, że grają tu rolę propozycje, w jakich owe elementy składowe się łączą. Do tej idei wiodło zresztą wiele wątków ówczesnej chemii, spośród których tutaj zdołaliśmy wymienić tylko niektóre.

(b) Chemia empiryczna odnotowała również inny rodzaj zjawisk, które mogły wskazywać, że proporcje, w jakich wiążą się składniki związku, nie są dowolne. Znano bowiem i opisywano także reakcje, w których substraty żywo ze sobą reagują, a mimo to pewna część jednego z nich pozostaje w stanie nie zmienionym.

¹⁹ L. Lavoisier, G. de Morveau, G. L. Berthollet, A. F. de Fourcroy: *Méthode de Nomenclature Chimique*, Paris 1787.

²⁰ Idee te zawiera klasyczna praca: J. B. Richter: *Anfangsgründe der Stechiometrie*, T. I, II, III, Breslau 1792—1794.

²¹ Por. J. R. Partington, dz. cyt. s. 675—678.

Miało to miejsce np. w opisywanych wielokroć (Boyle, Priestley, Lavoisier i inni (eksperymentach ze „zwapnianiem” metalu (np. cyny) w zamkniętym naczyniu. Odnotowano, że jeśli wziąć do reakcji większą ilość metalu i przeprowadzać ją pod zamkniętym kloszem, to obok oczekiwanego produktu („wapna” czy tlenku) pozostaje czysty metal. Jeśli zaś spala się metal na wolnym powietrzu lub w kloszu z wielką ilością tlenu, wówczas cały metal ulega reakcji.

Opisywano też, by powołać się na inny przykład, reakcje neutralizacji, w wyniku których obok neutralnej soli, pozostawała pewna ilość kwasu lub zasady. Dodatkowo znacząca była obserwacja, że niekiedy udawało się jednak uzyskać wyłącznie neutralną sól. Te i podobne obserwacje mogły wskazywać, że proporcje ilościowe grają istotną rolę przy tworzeniu się związku chemicznego. Z prawa zachowania masy w reakcjach chemicznych wiadomo już bowiem było, że suma mas produktów oraz substratów reakcji pozostają równe. Jeśli więc na ową dopuszczoną przez prawo sumę mas produktów składa się, między innymi, część masy związku, liczonego już po stronie substratów, to wolno wnosić, że idzie o jego część zbędną z punktu widzenia danej reakcji. Inaczej mówiąc, jeśli wprowadzimy w nadmiarze któryś z substratów, to odnajdziemy go wśród produktów reakcji w stanie nie przereagowanym. Co jednak oznacza tu słowo „w nadmiarze”? Z całą pewnością musiało się w tej sytuacji pojawić pytanie, dlaczego w pewnych przypadkach odnajdujemy wśród produktów reakcji pewną ilość jednej substancji wziętej do reakcji, czasem pewną ilość drugiej, kiedy indziej zaś udaje się uzyskanie czystego produktu. Skłaniając do szczegółowych pomiarów pytanie to współokreślało obszar zainteresowań chemika w przededniu sformułowania prawa stałości składu.

(c) Wśród przesłanek empirycznych współtworzących tło, z którego wyłonić się miało prawo stałości składu związku chemicznego, na specjalne odnotowanie zasługują wyniki badań reakcji neutralizacji. Najczęściej historycy chemii piszą o tych badaniach, przedstawiając racje przemawiające za prawem równoważników, jednakże miały one, jak się zdaje, istotne znaczenie także ze względu na kształtowanie się wyobrażeń o stałości składu.

Szczególnie wymowne są, oczywiście, ilościowe analizy reakcji neutralizacji. Spośród wielu chemików, interesujących się tą sprawą, wymienimy dla przykładu takich jak K. F. Wenzel, R. Kirwan, W. Homberg. Ostatni z wymienionych — badając alkaliczne własności potażu — dostrzegł, że dla zneutralizowania określonej ilości tego związku zużyć trzeba określone, nie zaś dowolne ilości kwasów, przy czym ilości te zależą od rodzaju kwasu. Wielu innych chemików, np. Cavendish, badało także stosunki ilościowe, przy których zachodzi pełna neutralizacja określonego kwasu daną zasadą. Stwierdzano zawsze, że nie są to stosunki dowolne i że dla uzyskania czystej soli trzeba ściśle dobrać ich

ilości. Najgłośniejsze w tym względzie były prace Richtera. Zainteresowany on był niezmiennością proporcji pomiędzy masami nieobojętnych kwasów i zasad tworzących neutralną sól. Richter przedstawił tabelaryczny zestaw owych stałych równoważących się ilości dla poszczególnych kwasów i zasad. Tabela jego miała wymiar ogólny; można było na jej podstawie obliczyć skład soli jeszcze nie znanych, a utworzonych z uwzględnionych w tabeli reagentów. Autor tabeli sugerował zresztą, że analogicznie rzecz ma się z innymi związkami (np. z tlenem w tlenkach) ²².

Te i tym podobne dane ilościowe, dotyczące reakcji chemicznych, mogły nasunąć wniosek, że skoro powstający związek „zużywa” określone ilości substratów, to w każdym związku pomiędzy jego składnikami zachowane być muszą określone proporcje wagowe.

4. PRZESŁANKI PRAKTYCZNE

Chemia zainteresowana statyką chemiczną, a zarazem hołdująca postulatowi badań ilościowych, koncentrowała się więc na badaniach relacji ilościowych pomiędzy substratami i produktami reakcji, ilościowej zawartości poszczególnych pierwiastków w związkach, ilościowych stosunkach pomiędzy składnikami poszczególnych związków. Zarówno w sferze praktycznych zastosowań, jak i w chemii analitycznej, tego rodzaju badania mają doniosłe znaczenie. Dążąc tu do uchwycenia sytuacji poznawczej, która generowała koncepcję prawa stałości składu, spróbujemy zdać sobie sprawę, czym dla tego typu badań stać się miało to ważne prawo stechiometrii.

Wyobraźmy sobie fragment operacji analizy nieznannej substancji chemicznej. W celach analitycznych przeprowadzono, na znanej ilości tej substancji reakcję, w wyniku której uzyskano x gramów związku $A_m B_n$ (dla uproszczenia przyjmijmy, że $A_m B_n$ jest jedynym produktem reakcji zawierającym interesujący nas tu pierwiastek A , składnik badanej substancji). Bezpośrednim zadaniem eksperymentatora będzie określenie ilości x_A pierwiastka A w xg uzyskanego związku $A_m B_n$. Bowiem dysponując już prawem zachowania masy poszczególnych pierwiastków w reakcjach chemicznych może on wywnioskować, iż taka sama ilość pierwiastka znajdowała się w wyjściowej porcji nieznanego związku. Aby ową wielkość x_A oznaczyć, nie wystarczy jednak znać wielkość x . Dodatkowo zachodzi konieczność dokonania nierzadko bardzo złożonych operacji analitycznych dla określenia x_A pierwiastka A w uzyskanej porcji x związku $A_m B_n$. Co więcej, analogiczne, żmudne badania tego rodzaju trzeba przeprowadzać zawsze i od nowa w każdym przypadku, gdy tenże

²² Dokładniej mówiąc, w tabeli Richtera występują reszty kwasowe i kationy.

związek $A_m B_n$ znajdzie się wśród produktów reakcji. Słowem chemik, który nie dysponuje narzędziem teoretycznym, które stanowi prawo stałości składu, winien w każdym przypadku od nowa ustalać stosunek wagowy, w jakim pozostają do siebie pierwiastki w aktualnie badanej porcji określonego związku. Bezsadane byłoby bowiem założenie, że dla

danego związku, powiedzmy $A_m B_n$, stosunek $\frac{m_A}{m_B}$ jest stały i wystarczy

go raz poprawnie określić. Natomiast przyjęcie prawa Prousta, mówiącego o stałości tego stosunku, eliminuje konieczność dokonywania każdorazowo, gdy mamy do czynienia ze związkiem $A_m B_n$, analogicznych pomiarów. W przypadku naszego przykładowego zadania wystarczy wyznaczyć wielkość x (masa uzyskanego związku $A_m B_n$) oraz znać ów

dany raz na zawsze dla danego związku stosunek $\frac{x_A}{x_B}$, aby w prosty

sposób oznaczyć ilość pierwiastka A w znanej ilości produktu reakcji $A_m B_n$

$\left(x \cdot \frac{x_A}{x_B}\right)$. Następnie zaś, czyniąc pełny użytek z praw zachowania masy,

dowiadujemy się, jaka ilość badanego pierwiastka znajduje się w znanej nam porcji wziętej do analizy wyjściowej substancji.

Efekt upraszczający jest tak znaczny, że wolno przypuszczać, iż idea stałości składu musiała nasuwać się stopniowo badaczom zainteresowanym tego typu procedurami. Było ewidentne, że przyjęcie założenia o stałości składu, gdyby okazało się ono prawdziwe pozwalałoby wyeliminować szereg żmudnych operacji analitycznych na rzecz prostych operacji myślowych. Dodajmy, że owe uproszczenia dotyczyły tych właśnie procedur i operacji teoretycznych, które po Lavoisierze znalazły się w centrum zainteresowań badaczy, a zarazem wiązały się ze sprawą stosowania wiedzy chemicznej dla celów praktycznych.

* *

*

Przedstawiając tu niektóre rysy sytuacji w chemii w przededniu odkrycia prawa stałości składu, chcę zwrócić uwagę na następującą okoliczność. Prawo to wyłaniało się z wiedzy chemicznej stopniowo w sposób niejako naturalny, zanim jeszcze zostało sformułowane i nim przeprowadzono serię empirycznych badań, które miały odpowiedzieć na pytanie, wyrażone już *explicite*, czy związek chemiczny cechuje stałość składu. Do takiego wniosku prowadzi bowiem analiza, nie tyle poszczególnych elementów wiedzy chemicznej tego czasu wziętych oddzielnie, ile badane współzależności pomiędzy nimi z uwzględnieniem celów i zasad uprawiania nauki. Stopniowe dojrzewanie chemii do odkrycia polegało na kształtowaniu się odpowiedniej konstelacji owych przesłanek, a raczej poszlak dających świadectwo nieznaney dotąd naukowej praw-

dzie. A dodatkowym argumentem na rzecz tej tezy niech będzie fakt, że idea stałości składu, jeszcze przed odkryciem dokonany przez Prousta, pojawiała się coraz częściej jako milcząco przyjmowane założenie. Przekonuje o tym analiza stanu wiedzy chemicznej w badanym okresie, jak również logiczna rekonstrukcja toku postępowania badawczego chemików.

5. PRAWO STAŁOŚCI SKŁADU JAKO ELEMENT WIEDZY NIE WYARTYKUŁOWANEJ

W pracach wielu wybitnych chemików możemy odnaleźć nie sformułowaną wprost, lecz przyjętą milcząco ideę stałości składu związku. Dotyczy to oczywiście tych badaczy, którzy przywiązywali należytą wagę do badań ilościowych. Analizując związek chemiczny nie poprzestawali oni na określaniu składu jakościowego, ale badali również stosunki ilościowe pomiędzy poszczególnymi składnikami związku. Raz określwszy w sposób niewątpliwy owe proporcje, nie ponawiali tych badań. Milcząco przyjmowali, że w tym samym związku, otrzymanym kiedy indziej i w wyniku innej reakcji, stosunki ilościowe między składnikami będą takie same. A oto w jaki sposób idea stałości składu funkcjonowała w słynnych badaniach Lavoisiera, dotyczących składu wody.

Lavoisier, ustalając skład chemiczny wody, dokonał jej rozkładu; a następnie przeprowadził ponowną syntezę domniemanych jej składników. Wykazał w ten sposób, że woda jest złożoną substancją i określił jej skład. Jeden z jego głośnych eksperymentów polegał na tym, że w odpowiednim urządzeniu przeprowadzony został rozkład wody z użyciem węgla aktywnego. Wśród produktów reakcji oznaczył ilości „bardzo lekkiego gazu, który pali się łatwo w powietrzu” (wodór) oraz „kwasu węglowego” (faktycznie: bezwodnika tego kwasu czyli dwutlenku węgla). Z tego ostatniego produktu Lavoisier musiał wyodrębnić ilościowo tlen — albowiem tylko ten ostatni jest składnikiem analizowanej przez niego wody. Czyniąc to Lavoisier nie przeprowadzał już badań empirycznych, ale powołał się na analizy „kwasu węglowego” dokonane przy innej okazji²³. Pisze on: „już wcześniej stwierdziłem, że dla utworzenia 100 g kwasu węglowego trzeba zużyć 72 g tlenu i 28 g węgla”. Zauważmy, że tylko założenie stałości składu ilościowego związku (w tym przypadku dwutlenku węgla) czyni sensownym tego typu postępowanie. Określiwszy tą drogą ilość tlenu, który był związany z oznaczoną wcześniej ilością wodoru, Lavoisier sformułował wniosek końcowy o charakterze ogólnym: woda jest związkiem wodoru i tlenu połączonych w takim a takim stosunku wagowym. Generalizacja uzyskanego wyniku

²³ Upřednio skład dwutlenku węgla — zwanego „powietrzem związanym” — został określony przez J. Blacka. W tej sprawie patrz: J. R. Partington; *J. Black's Lecture on the Elements of Chemistry*. „Chymia” Nr 6/1960 s. 21 i n.

świadczy również o tym, że uczony akceptował milcząco ideę stałości składu. Kiedy w kolejnym eksperymencie przeprowadzał syntezę wody, wziął do reakcji już ściśle określone ilości obu gazów — słusznie oczekując odpowiadającej im ilości produktu²⁴.

Podobnie postępował Lavoisier podczas innych badań. Raz ustalwszy w sposób wiarygodny i sprawdzalny stosunek wagowy pomiędzy składnikami związku, zakładał jego stałość i w dalszych badaniach korzystał z tak uzyskanych danych. Ilościową charakterystykę związku Lavoisier przedstawiał odnosząc ją do 100 g związku bądź wymieniając procent wagowy poszczególnych składników.

Przykład Lavoisiera nie jest bynajmniej odosobniony. Równie dobrze można powołać się na prace innych chemików, milcząco przyjmujących stałość składu. Kuźniecowa wymienia w tym kontekście M. W. Łomonosowa²⁵. Można się też powołać na T. Bergmana, który przedstawił charakterystyki ilościowe wielu substancji chemicznych²⁶, a także na innych badaczy osiemnastego stulecia. Na tę ważną okoliczność zwraca uwagę J. R. Partington w następujących słowach: „Założenie, że związki cechuje stałość składu daje się być milcząco uznawane w ciągu XVIII w. przez wszystkich chemików zajmujących się badaniami ilościowymi”²⁷. Lecz nawet, jeśli to uogólnienie uznać za nazbyt śmiałe, to z pewnością usprawiedliwiona będzie następująca opinia. Wśród czynników kształtujących sytuację odkryciotwórczą znajdują się nie tylko elementy wiedzy wyartykułowanej, ale także funkcjonująca w nauce danej epoki wiedza przyjęta milcząco²⁸. Wiedzę tę można ujawnić i wydobyć badając logiczne zależności pomiędzy poszczególnymi elementami wiedzy wyartykułowanej i rekonstruując stosowane procedury badawcze.

6. NOWE PYTANIA DOPEŁNIENIA

Metologiczna analiza złożonego procesu kształtowania się sytuacji odkryciotwórczej w nauce nie może pomijać kwestii pytań, w których znajdują wyraz naukowe problemy danej chwili. Analiza tego procesu w kategoriach wypracowanych przez logikę pytań wydaje się niezbędną dla jego zrozumienia. Sprawa ta wykracza poza ograniczone ramy tej

²⁴ A. Lavoisier, dz. cyt. s. 91. Por. także: M. Daumas, D. Duveen: *Lavoisier's Relatively Unknown Large-scale Decomposition and Synthesis of Water*, „Chymia” Nr 5/1959 s. 113 i n.

²⁵ W. I. Kuźniecowa, dz. cyt. s. 15.

²⁶ J. R. Partington, dz. cyt. s. 187.

²⁷ J. R. Partington: *A Short History of Chemistry*. London 1948 s. 153.

²⁸ Przychodzi tu na myśl „tacit knowledge” M. Polanyiego (M. Polanyi: *Knowing and Being*. London 1969 r.). Porównanie intuicji Polanyiego i przedstawionej tu idei wykraczałoby jednak poza ramy tej pracy.

pracy, jednak nie sposób nie wspomnieć o doniosłej roli, jaką pełnią z punktu widzenia rozważanego problemu pytania złożone. W przypadku tzw. pytań dopełnienia²⁹ poprawność lub ich niepoprawność zależy w sposób istotny od założenia pytania³⁰. Jako założenia świadomie przyjmowane mogą funkcjonować różne tezy uznane na danym etapie historycznego rozwoju nauki (niekiedy do zbioru założeń wprowadza się hipotezy pomocnicze). W ten sposób poszczególne elementy wiedzy, którą uczeni dysponują, mogą wyznaczać *datum quaestionis*, kierując tym samym uwagę badaczy na ściśle określoną dziedzinę.

Trzeba jednak zaznaczyć, że założenia pytania nie zawsze są przyjmowane świadomie. Niekiedy można je wyodrębnić dopiero w wyniku logicznej analizy pytań, nierzadko owe założenia ujawniają się dopiero w świetle późniejszych odkryć. Wobec powyższego analiza sytuacji odkryciotwórczej wymaga uwzględnienia dwu odmiennych grup pytań: (a) pytania, których założenia stanowią tezy formułowane *explicite* i uznawane faktycznie, chociaż milcząco przyjęte, nie przynależały do zbioru tez świadomie w danym okresie w nauce uznanych. Zaczynijmy od pytań pierwszego rodzaju.

(a) Po rewolucji w chemii dokonanej przez Lavoisiera i jemu współczesnych pojawiła się — po pierwsze — znaczna ilość nowych problemów naukowych znajdujących wyraz w pytaniach dopełnienia. Ich założeniami były nowo w chemii odkryte idee. Np. pytanie: „jakie będzie zużycie tlenu podczas spalania określonej ilości danej substancji” zakłada Lavoisierowską interpretację spalania jako łączenia się z tlenem. (Byłoby ono pytaniem bezsensownym, gdyby akceptowano nadal opinię, że spalanie jest wydzielaniem flogistonu). Po drugie — pewne pytania — dopuszczalne na gruncie wiedzy poprzednio akceptowanej — okazały się w świetle nowej wiedzy niepoprawne. Z punktu widzenia naszego problemu ta druga okoliczność jest szczególnie ważna. Lavoisierowskie prawo zachowania masy w reakcjach chemicznych, powszechnie już przyjęte i stosowane, głosząc, że suma mas produktów równa jest sumie mas substratów reakcji, ustanawiało w istocie zakaz formułowania wszelkich pytań dopuszczających możliwość swobodnej kreacji materii w toku procesu chemicznego. Mocniejsze sformułowanie tego prawa, którym posługiwał się Lavoisier, mówi, że masa każdego z pierwiastków uczestniczących w reakcji ulega zachowaniu. Tak rozumiane prawo ustanowiło zakaz dodatkowy: wyeliminowało możliwość formułowania pytań dotyczących tworzenia się podczas reakcji pewnej ilości jednego pierwiastka kosztem zmniejszenia ilości drugiego. Lavoisier pisał wszak wp.ost, że

²⁹ Objasnienie tego terminu, szeroko dziś stosowanego, znajdzie czytelnik w pracy: K. Ajdukiewicz: *Logika pragmatyczna*, Warszawa 1963 s. 86 i n.

³⁰ Sprawę kryteriów poprawności pytań rozważa: Z. Cackowski: *Problemy i pseudoproblemy*, Warszawa 1965 s. 172 i n.

w toku reakcji chemicznej ilość i jakość pierwiastków nie ulega zmianie, zachodzą zaś tylko zmiany i modyfikacje³¹. Eliminując pewne pytania jako pozbawione sensu Lavoisier umożliwiał zarazem formułowanie nowych pytań dopełnienia. Otwiera się mianowicie droga dla pytań o sposób realizowania się wspomnianych „zmian i modyfikacji”. Przyjmując bowiem, że w toku reakcji nie ulega zmianie ilość i jakość pierwiastków, wolno wyobrażać sobie, że mogą one łączyć się swobodnie w dowolnych proporcjach zależnie — powiedzmy — od warunków reakcji. Bądź też można przypuszczać, że dowolność ta podlega jakimś ograniczeniom czy też, w skrajnym przypadku, że proporcje, w jakich łączą się pierwiastki tworząc dany związek, są stałe. Pytanie, jakiego rodzaju jakościowych zmian i ilościowych modyfikacji we wzajemnych połączeniach pierwiastków można w wyniku reakcji oczekiwać, wyrosło w sposób naturalny z chemii Lavoisierowskiej i jej elementy zawiera jako swe założenia. *Explicite* dał temu pytaniu wyraz Proust i on też sformułował odpowiedź: pierwiastki nie mogą łączyć się w proporcjach dowolnych, ale w stałych, „wyróżnionych przez naturę” i określonych dla każdego związku chemicznego.

(b) Przejdźmy do pytań drugiej grupy, tych mianowicie, których faktycznie i milcząco przyjętymi założeniami były tezy nie formułowane *explicite* i nie wchodzące w skład uznanej wiedzy chemicznej badanego okresu historycznego. Otóż zanim Proust przedstawił prawo stałości składu, wykonywano liczne badania empiryczne pozwalające odpowiedzieć na pytania typu: „jaki jest skład substancji n”. Ponieważ określano nie tylko składniki substancji n, lecz także proporcje ilościowe między nimi, chodziło faktycznie o skład jakościowy i ilościowy. Istotna jest dla nas okoliczność, że pytania te dotyczyły ogólnej charakterystyki związku chemicznego danego typu, a odpowiedź formułowana na podstawie badań empirycznych miała zwykle postać: „substancja n jest połączeniem pierwiastków A i B w stosunku a : b”. Odpowiedź więc, jak widać, nie odnosiła się do konkretnej porcji substancji wytworzonej w wyraźnie określonych warunkach (powiedzmy temperatury, ciśnienia, działających mas itp.). Miałoby to miejsce, gdyby dopuszczano uzależnioną od tych warunków zmienność składu związku. Nie czyniono tak jednak, a przeciwnie, wnioskom z tego rodzaju badań empirycznych nadawano wymiar ogólny. Łatwo dostrzec, że milcząco przyjętym założeniem rozstrzyganego tu pytania dopełnienia jest teza o stałości składu związków i tylko jej zasadność czyni tak rozumiane pytanie sensownym.

Tak więc przejawem dojrzewania nauki do tego, aby odkrycie mogło się dokonać, byłoby i to, że nowa idea, nie sformułowana jeszcze *explicite*, zaczyna funkcjonować jako założenie pytań dopełnienia. Kwestia

³¹ A. Lavoisier: *Oeuvres*. Paris 1864 s. 101.

ta wiąże się zresztą ściśle ze sprawami omówionymi w punkcie 5, poświęconym wiedzy nie wyartykułowanej.

Stopniowe „zagęszczanie się” czynników odkryciotwórczych sprawia ostatecznie, że w pewnym momencie owa wiedza nie wyartykułowana, milcząca dochodzi do głosu. Wówczas historyk nauki stwierdza: nastąpiło odkrycie. Odnotowuje jego datę i skoncentruje uwagę na osobie odkrywcy. Filozof nauki natomiast zauważy, że sformułowano nową hipotezę i spyta o jej uzasadnienie. Złożony proces kształtowania się nowej wiedzy, jej stopniowe wyłanianie się za sprawą swoistych mechanizmów nauki, wymyka się uwadze tradycyjnego badacza nauki. Dostrzegając jedynie subiektywny aspekt odkrycia naukowego, zadawała się on jak dotąd ideą mistycznego aktu — odkrycia i rezygnuje z badania obiektywnych praw rządzących odkryciem — procesem.

III. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiona powyżej analiza procesu dojrzewania odkrycia naukowego nie jest zapewne kompletna. Nie stanowi też dostatecznej podstawy dla wniosków o charakterze ogólnym, choć dodać trzeba, że do podobnych konkluzji prowadzi analiza odkrycia prawa zachowania masy w reakcjach chemicznych. Prawo to również wyłaniało się stopniowo z XVIII-wiecznej chemii i znacznie przed jego opublikowaniem (przez Lavoisiera w 1789 r.) pojawiło się w nauce jako milcząco przyjmowane założenie — czy, jak kto woli, jako element wiedzy nie wyartykułowanej³².

Pomimo to przedstawiona wyżej analiza ukazuje wyraźnie, że geneza tego, co zwykliśmy nazywać odkryciem, jest procesem nader złożonym. Jakie zatem rysy sytuacji odkryciogennej pozwala wyróżnić przedstawiony materiał? Otóż charakteryzując taką sytuację można odnotować zarówno zmiany na poziomie nauki (w specjalistycznej wiedzy dotyczącej dziedziny, w której nastąpiło odkrycie), jak i nierzadko na poziomie metanauki (wzorce postępowania badawczego). Nadto zmienia się geografia obszaru badań: odsłaniają się i nabierają znaczenia te obszary, na których zlokalizuje się interesujące nas odkrycie. Następnie kształtują się sprzyjające temu odkryciu kryteria wyboru i oceny tego, co w pierwszej kolejności należy badać ze względu na teoretyczne i praktyczne potrzeby oraz tego, co aktualnie badać można ze względu na istniejące techniczne możliwości. Ukierunkowane już w ten sposób badania wzbogacają zasób wiedzy empirycznej. To z kolei w coraz znacześniejszym stopniu określa przestrzeń możliwych rozwiązań problemu, którego faktycznym rozstrzygnięciem jest rozważane odkrycie. Nie proponuje się

³² Por. E. Pietruska: *Découverte de la loi de conservation de la masse. Analyse méthodologique*. „Organon” Nr 12—13/1977 s. 211 i n.

bowiem rozwiązań ewidentnie sprzecznych ze znajdującymi się w dyspozycji uczonych danymi, i przyjmuje się, że rozwiązania owe będą spełniać pewne określone logiczne kryteria.

Dodajmy, że dojrzewanie sytuacji w nauce do tego, by odkrycie mogło się dokonać, następuje nie tylko na skutek pojawiania się faktów czy nawet praw empirycznych nowych, lecz także poprzez przesuwanie się ku centrum pola widzenia badaczy odpowiednich danych, znanych już dawniej. Szczególną rolę odkrywają w omawianym procesie takie empiryczne i teoretyczne przesłanki odkrycia naukowego, które będą mogły spełniać względem nowej idei rolę instancji uzasadniającej (uzasadniającej empirycznie lub teoretycznie, bezpośrednio lub poprzez dłuższe łańcuchy zapośredniczeń).

Nowa idea zacząć może funkcjonować jako element wiedzy nie wyartykułowanej, stanowić milcząco przyjmowane założenie określonych operacji teoretycznych. Pojawiają się w nauce takie pytania złożone, w których owa idea jest logicznie zawarta jako faktycznie, chociaż nieświadomie przyjęte założenie.

Spostrzeżenie, że nim określona idea pojawi się w zbiorze wyartykułowanych, przyjętych twierdzeń naukowych, funkcjonuje nierzadko jako element wiedzy niewyartykułowanej, ma doniosłe znaczenie. Przemawia ono dodatkowo na rzecz tezy o potrzebie filozoficzno-naukowej analizy sytuacji, poprzedzającej pojawienie się w nauce nowej koncepcji. Nadto spostrzeżenie to umożliwia wyjaśnienie faktów odnotowywanych przez historię nauki, że często postęp osiągnęto poprzez ujawnienie i sformułowanie milcząco przyjmowanych założeń (tak jak to miało miejsce w przypadku odkryć prawa stałości składu czy prawa zachowania masy w reakcjach) bądź przez ich ujawnienie i rewizję, co prowadzi zwykle do odkryć rewolucyjnych (np. Einsteinowska rewizja „oczywistych” wyobrażeń dotyczących przestrzeni i czasu). Wreszcie wspomniane spostrzeżenie stanowi usprawiedliwienie postulatu o charakterze metodologicznym, nakazującego specjalistom zwracanie baczonej uwagi na sprawę milcząco przyjętych założeń, albowiem wolno oczekiwać, iż taka postawa będzie poznawczo płodna.

Te, a zapewne i inne, nie wymienione tu czynniki generujące odkrycie, można wyróżnić wtedy, gdy traktuje się naukę jako pewną całość, której części wzajem się warunkują, a także podlegają uwarunkowaniom ze strony innych dziedzin kultury, całość — posiadającą swą własną dynamikę. Tylko taka perspektywa umożliwi zrekonstruowanie owej sytuacji zbiegających się poszlak prowadzących ku nowemu odkryciu, to znaczy poszlak, których skojarzenie za pomocą nowej idei stanowi postęp z punktu widzenia aktualnych celów nauki. Jedynie filozofia nauki, wyposażona w kategorie logiki, zdolna jest wydobyć rzeczywiste, obiektywne racje determinujące zmianę naukową.

Wymieniając tu szereg elementów generujących odkrycie, wypada podkreślić, że nie każdy z tych czynników z osobna, ale dopiero one wszystkie łącznie wzięte, konstytuują konstelację przesłanek, z których wyłania się nowa idea. Razem więc współtworzą one nową wiedzę i współdeterminują jej treść. Te determinanty, w szczególności wspomniane dane empiryczne uzasadniające rodzącą się nową koncepcję, nie są zrazu, rzecz oczywista, identyfikowane jako takie i nie muszą w tym sensie stać się psychologicznym motywem odkrycia. Ich miejsce w ramach wewnętrznego mechanizmu nauki, kształtującego nową ideę, ujawnia w pełni dopiero dokonana *ex post* analiza obiektywnej sytuacji w nauce, analiza ukazująca wzajemne logiczne relacje pomiędzy poszczególnymi elementami wiedzy badanego okresu. Analiza taka nie opisuje więc po prostu faktów na podstawie historycznych dokumentów epoki, a tym bardziej nie przedstawia psychicznych przeżyć odkrywcy. Opierając się na danych historii, rekonstruuje ona obiektywną sytuację w nauce, odsłaniając takie logiczne zależności pomiędzy poszczególnymi elementami wiedzy, których być może nikt nie dostrzegł, nikt *explicite* nie opisywał, lecz których uchwycenie wydaje się niezbędne dla zrozumienia mechanizmów kształtowania się nowej wiedzy.

W tym też sensie faza kształtowania się nowej wiedzy może być — wbrew tradycyjnym poglądom — przedmiotem badań filozofii nauki. Co więcej do najpilniejszych jej zadań należy potraktowanie z wnikliwą uwagą nie dostrzeganego przez nią dotąd obiektywnego aspektu odkrycia naukowego.

Recenzenci: Roman Mierzecki i Irena Szumilewicz-Lachman

Э. Петруска-Мадей

НАУКА IN STATU NASCENDI И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

В философии науки господствует ошибочное — по мнению автора — мнение о том, что вопросы, связанные с формированием нового научного знания, не относятся к философии науки и что их полностью следует отдать в руки психологов.

Однако из факта, что в формировании нового знания важное значение имеют творческие акты, происходящие в сознании (или даже в подсознании) индивида, отнюдь не следует, что этот процесс в таких актах исчерпывается. Противно, открывание новых правд в науке — это не простой психический акт, но сложный многосторонний процесс, имеющий также внесихологическое измерение.

Изучение объективных аспектов научного открытия — это весьма срочная задача, стоящая перед философией науки. Приведенный в статье анализ исторического материала об открытии закона постоянных отношений Пруста, показывающее череду своеобразных черт объективной ситуации, способствующей научному открытию.

E. Pietruska-Madej

SCIENCE IN STATU NASCENDI AND THE PHILOSOPHY OF SCIENCE

There is a generally accepted view in the philosophy of science — erroneous in the author's opinion — that the problems having to do with the formation of new knowledge do not belong to the philosophy of science and should be the concern of the psychologists. But from the fact that there are acts of creation in the formation of new knowledge, taking place in the conscious or sub-conscious of the individual, it does not follow that there is no more to that process. On the contrary, the discovery of new laws in science is not a simple psychic act but a complicated, multi-aspect process having also a non-psychological dimension. A study of the objective aspects of scientific discovery is the most urgent task of philosophy of science. The analysis, made in article, of the historical material on the discovery of the Prou's law of the definite proportions indicates a number of features of the objective situation generating scientific discovery.