

Szumilewicz, Irena

Metodologiczne problemy historii nauki i rewolucji naukowych w fizyce: na marginesie pracy Elie Zahara "Why did Einstein's Programme Supersede Lorentz's?"

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 21/3, 497-507

1976

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.



Irena Szumilewicz
(Gdańsk)

METODOLOGICZNE PROBLEMY HISTORII NAUKI I REWOLUCJI NAUKOWYCH W FIZYCE

(NA MARGINESIE PRACY ELIE ZAHARA: WHY DID EINSTEIN'S
PROGRAMME SUPERSEDE LORENTZ'S? ¹)

Artykuł ma na celu zainicjowanie dyskusji na temat metodologii naukowych programów badawczych (MSRP). Kilkakrotnie powołujemy się tu na pracę Elie Zahara, która stanowi twórcze zastosowanie tej metodologii do analizy einsteinowskiej rewolucji w fizyce.

Burzliwe zmiany w metanauce związane są z potrzebą zrozumienia twórczych procesów, które zachodzą w samej nauce, a zwłaszcza w przodujących jej dziedzinach, np. w fizyce. Ogromna i wciąż rosąca rola nauki we wszystkich dziedzinach działalności ludzkiej znacznie rozszerzyła krąg ludzi, którzy nie tylko są nią zafascynowani, ale odczuwają również potrzebę jej zrozumienia i stosowania. Jednocześnie, znaczne przyspieszenie tempa rozwoju wiedzy umożliwia dostrzeżenie cech i właściwości takich procesów, które w poprzednich epokach powolnego tempa rozwoju nauki mogły być znacznie trudniej dostrzegane.

W ostatnich latach dają się zaobserwować interesujące procesy w zakresie filozofii nauki. Stare teorie poddawane są ostrej krytyce, a jednocześnie z różnych stron wysuwane są nowe i ciekawe pomysły i koncepcje ². Jedną z nowych propozycji jest metodologia naukowych programów badawczych (Methodology of Scientific Research Programmes — MSRP). Jej autorem jest Imre Lakatos ³, przedwcześnie zmarły uczeń i następca (w London School of Economics) Karla Poppera, jed-

¹ Elie Zahar: *Why did Einstein's Programme supersede Lorentz's?* „Brit. J. Phil. Sci.” T. 24:1973.

² Por. np. T. S. Kuhn: *Struktura Rewolucji Naukowych*. Warszawa: PWN 1968; N. Feyerabend: *Problems of Empiricism*. part 2, W: N. Colony (Ed): *Nature and Function of Scientific Theory*. 1969.

³ I. Lakatos: *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes*. W: *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press 1970.

nego z najbardziej wpływowych filozofów nauki. MSRP stanowi swoiste połączenie empiryzmu z konwencjonalizmem i metodologicznym instrumentalizmem. Mimo, iż ta oryginalna i pod wieloma względami cenna i odkrywcza teoria powstała w opozycji zarówno wobec falsyfikacjonizmu Karla Poppera⁴ jak i paradygmatów Thomasa Kuhna⁵, stanowi ona swoistą filiację obu wymienionych koncepcji. Podczas, gdy Lakatos z naciskiem podkreśla swe związki z Popperem, to wydaje się nie dostrzegać pokrewieństwa swego pomysłu z ideą Kuhna.

A oto w głównych zarysach treść i aparat pojęciowy MSRP:

Historia nauki to dzieje następujących po sobie — lub występujących jednocześnie (rywalizujących ze sobą) — programów badawczych. Naukowy program badawczy składa się z *twardego jądra* (*hard core*) heurystyki oraz z hipotez pomocniczych. Program badawczy także przechodzi różne etapy rozwoju w trakcie rozwoju nauki. Jego poszczególne elementy ulegają zmianie, jednak trzon tj. *hard core* pozostaje niezmienny. Ów trzon łączy następujące po sobie stadia rozwoju w jedną całość. Jądro programu jest więc zbiorem twierdzeń, które na mocy decyzji metodologicznych nie są poddawane krytyce. Na podstawie niepisanej konwencji zespołu uczonych pracujących w oparciu o dany program, omawiany zbiór uznawany jest za nienaruszalny. Na przykład w programie badawczym Newtona owym trzodem były trzy prawa dynamiki.

Charakteryzując metodologiczny instrumentalizm Lakatosa zauważamy, że nie stawia on pytania o prawdziwość twierdzeń wchodzących w zakres *trzonu* badawczego. Ze względów metodologicznych Lakatos przyjmuje funkcję *trzonu* jako instrumentalną. Jak wyznaje jednak sam Lakatos, żywi on przekonanie, że w miarę rozwoju nauki, kolejno następujące po sobie programy badawcze coraz bardziej zbliżają naukę do prawdy. Gdyby ktokolwiek żywił odmienne przekonanie, to — zdaniem autora MSRP — nie stanowiłoby to przeszkody w wypełnianiu przez *hard core* swoich funkcji.

Bardzo ważnym elementem programu jest jego heurystyka. Stanowi ona zbiór wskazówek i sugestii zalecających określone sposoby postępowania w badaniu naukowym. P o z y t y w n a heurystyka zaleca metodę skutecznego postępowania w badaniu naukowym. N e g a t y w n a heurystyka zabrania stosowania określonego sposobu postępowania. Heurystyka pozwala nakreślić strategię i taktykę uczonego, pracującego w oparciu o dany program. Umożliwia ona dokonanie wyboru problemów, ustalenie ich hierarchii i kolejności rozważań. Szczególnie ważną rolą heurystyki jest ochrona programu przed destrukcyjnym działaniem faktów doświadczalnych, które mogłyby go podważyć. Heurystyka pomaga w formułowaniu hipotez, które tworzą „pas ochronny” wokół *trzonu* programu. Gdy w nauce pojawiają się anomalie czy też kontrprzykłady, wówczas w kierunku pomocniczych hipotez — a nie w stronę *trzonu* — zostaje skierowany modus tollens. Każda nowa teoria wchodząca w skład programu musi być:

- a. teorią progresywną,
- b. nie może mieć charakteru teorii *ad hoc*.

⁴ K. R. Popper: *The Logic of Scientific Discovery*. London 1974 oraz inne liczne prace tegoż autora.

⁵ T. S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions* (second edition, enlarged) The University Press of Chicago 1972.

Ad a. „progresywność” jest relacją trójczłonową między dwiema następującymi po sobie teoriami T_1 i T_2 oraz faktami F .

Nowa teoria T_2 może zostać zaakceptowana przez naukę tylko wówczas, gdy ta teoria jest progresywna teoretycznie lub empirycznie w porównaniu z teorią T_1 .

Nową teorię T_2 uznaje się za progresywną pod względem teoretycznym, gdy pozwala ona przewidzieć nowe fakty. Teoria T_2 jest progresywna pod względem empirycznym, gdy fakty przewidziane teoretycznie zostaną potwierdzone empirycznie. Teoria może być uznana za naukową, gdy jest ona progresywna przynajmniej pod względem teoretycznym.

Ad b. Koncepcja ma charakter *ad hoc*, gdy nie jest ona progresywna pod względem teoretycznym (*ad hoc*₁) lub gdy nie jest progresywna pod względem empirycznym (*ad hoc*₂), i wreszcie, jeśli jest ona niezgodna z duchem heurystyki programu (*ad hoc*₃). (Do tej sprawy powrócimy pod koniec artykułu.)

Jak widać, MSRP nie ocenia poszczególnych teorii, lecz ich serię. Teoria istnieje tak długo, dopóki nie pojawi się inna bardziej progresywna pod względem empirycznym lub przynajmniej teoretycznym. Dopóki nie ma lepszej od niej, teoria może spełniać swe funkcje, nawet gdy otoczona jest „morzem anomalii”. W takiej sytuacji, heurystyka programu umożliwi uczonym uniknięcie frustracji i stopniowe wyjaśnianie anomalii oraz ewentualne ich przekształcanie — poprzez odpowiednią interpretację — w przykłady potwierdzające program. Za ilustrację może tu służyć ten okres panowania programu Newtona, gdy jeden po drugim kontrprzykłady przekształcano w świetne, imponujące potwierdzenia teorii Newtona. W świetle MSRP problem *experimentum crucis* przedstawia się inaczej niż poprzednio. Według MSRP nie istnieją eksperymenty potwierdzające jedną teorię i zarazem falsyfikujące drugą. Eksperyment rozstrzygający stanowi proces przebiegający w czasie i na ogół trwa dość długo. Dopiero gdy teoria poprzednia (T_1) zostanie zastąpiona przez następną (T_2), wówczas w świetle nowej teorii (T_2) — która, jak pamiętamy, jest bardziej progresywna — dany eksperyment interpretuje się jako *experimentum crucis*. Ten pogląd na *experimentum crucis* jest konsekwencją nie uznawania przez Lakatosą tzw. „momentalnej falsyfikacji”.

Lakatos, zgodnie z Popperem, przypomina, że nie do przyjęcia jest teza indukcjonizmu jakoby fakty uzasadniały prawo czy teorię. Zdaniem Lakatosa nie można uznać — wbrew Popperowi — że fakty mogą sfalsyfikować prawo czy teorię.

Przejsście — w toku rozwoju nauki — od jednego do drugiego programu, charakteryzuje się przede wszystkim zmianą *trzonu* tj. *hard core*, a w ślad za tym i heurystyki. Przejsście następuje wówczas, gdy pojawi się nowy program, bardziej progresywny niż poprzedni. Nie jest natomiast warunkiem koniecznym, aby nowy program nie napotykał anomalii. Co więcej, oba programy — tak zwycięski jak i ustępujący — mogą być niepokojone przez anomalie. Ów fakt nie stanowi przeszkody w uznaniu jednego z nich za bardziej progresywny od drugiego.

Gdy stary program badawczy nie umożliwia już przewidywania nowych faktów, a tylko z opóźnieniem, *post hoc*, wyjaśnia odkrywane fakty lub też fakty przewidywane na podstawie rywalizującego z nim programu, wówczas uważa się, że ten stary program znajduje się

w stanie stagnacji i powinien być zastąpiony innym. Lakatos uważa, że nie jesteśmy w stanie określić kiedy program powinien przejść do lamusa historii, a trwanie uczonego przy z dawna obranym programie należy uznać już za nieracjonalne (por. artykuł E. Zahara i problem racjonalności trwania Lorentza przy swoim programie po roku 1905)⁶. Nakreślanie jakichkolwiek norm czy dyrektyw w tym względzie jest według autora MSRP nie do przyjęcia. Lakatos z naciskiem deklaruje się jako przeciwnik monotetyczności czy też dyktatury w nauce.

Jak widzimy, w świetle MSRP niezmiernie trudno uchwytany jest ten moment, w którym należałoby zrezygnować z poprzedniego programu. Dla rezygnacji z programu nie wystarcza, iż przestał on być progresywny. Zawsze bowiem może pojawić się twórcza hipoteza pomocnicza, która galwanizuje stary program i daje mu nowe możliwości twórcze (progressive problemshift). Ilustracją tej tezy w artykule Zahara jest rola, jaką hipoteza sił molekularnych odegrała wobec programu Lorentza⁷.

Gdyby jednak wszyscy uczeni zrezygnowali ze starego programu, nie byłoby szansy pojawienia się w nim twórczej pomocniczej hipotezy.

⁶ Racjonalność uprawiania przez Lorentza jego programu po 1905

„Nastąpienie sukcesu teorii względności może łatwo wywołać wrażenie, że Lorentz miał źle w głowie, bądź, że był dziwaczny, ponieważ nie zaakceptował od razu idei Einsteina, nie potrafił szybko dostrzec światła prawdy. Ale Lorentz był wszak szermierzem klasycznego programu elektromagnetycznego zainicjowanego przez Maxwella. Nie trzeba przypominać, że mechanika tego programu została zapożyczona od Newtona. Twardy rdzeń programu składał się z trzech praw Newtona i równań Maxwella. (...)

Ontologia Lorentza składała się z nieskończonego nieruchomego eteru, w którym ładunek rozmieszczony był w sposób ciągły (...) ruch elektronów wytwarzał pole, które wędrowało poprzez swobodną przestrzeń (eter) ze stałą szybkością c . (...)

Widzimy więc jak podstawową rolę odgrywają: ładunek, absolutny czas, absolutna przestrzeń (tj. eter). Są one ostatecznymi składnikami fizycznego świata, podobnego do świata Newtona, który można nazwać klasycznym światem.

Dla Lorentza przejście do programu relatywnego wiązało się z ogromną zmianą w jego metafizycznym światopoglądzie. Dlaczego miałyby on dokonać takiej zmiany? Gdyby teoria Einsteina niezwłocznie dotknęła nowych faktów, z którymi system Lorentza nie radził sobie, albo radził sobie w sposób ad hoc, wówczas obstawianie Lorentza przy klasycznej ontologii nie mogłoby być uważane za racjonalne. Ale było odwrotnie. Podejście Lorentza oparte na klasycznej ontologii umożliwiło mu dokonanie teoretycznych i empirycznych postępów często przed Einsteinem. Na przykład Lorentz wyjaśnił rezultat Michelsona w sposób nie ad hoc; był on pierwszym, który odkrył prawa transformacji pola elektromagnetycznego; opisał sposób, w jaki bezwładność elektronu zależy zarówno od jego energii jak i od prędkości; wyjaśnił niezmiennosc c . Fakt, że Lorentz trwał przy własnym programie po 1905 r. był najzupełniej racjonalny”. E. Zahar, dz. cyt. s. 121–122.

⁷ Elie Zahar polemizuje z rozpowszechnionym poglądem jakoby tzw. skrócenie Lorentza-Fitzgeralda (LFC) było hipotezą ad hoc spreparowaną przez Lorentza wyłącznie w celu uzyskania zgodności klasycznego programu z zerowym wynikiem eksperymentu Michelsona-Morley'a. Zgodnie z owym obiegowym poglądem, charakter ad hoc LFC miał rzekomo być jednym z powodów, dla których Einstein postanowił porzucić koncepcję klasyczną i wysunąć swój własny program naukowy. Zahar wykazuje, w oparciu o badania historyczne, że skrócenie długości ciał w kierunku ruchu stanowi konsekwencję hipotezy sił molekularnych, jaką przyjmuje Lorentz. W roku 1892 Lorentz wysunął hipotezę sił molekularnych (MFH), do której doprowadziła go transformacja współrzędnych użyta w pracy z roku 1892. MFH głosi, że przy przejściu od układu stacjonarnego S' do układu S będącego w ruchu, siły molekularne podlegają takiej transformacji, jak siły elektrostatyczne. Innymi słowy, siły molekularne stacjonarne i w ruchu, związane są równaniem: $\vec{F} = (1, 1/\beta, 1/\beta) \cdot \vec{F}_1$. E. Zahar, dz. cyt. s. 114.

Historia nauki wskazuje, że programu nie kompromituje nawet jego niespójność, może ona bowiem być usunięta w trakcie ewolucji. Fakt występowania anomalii nie może również uzasadniać konieczności rezygnacji z programu. Historia nauki dostarcza przykładów programów badawczych, które funkcjonowały i dobrze prosperowały mimo istnienia anomalii. Występowanie anomalii nie jest sytuacją wyjątkową lecz stanowi raczej normalny stan nauki.

Wielu krytyków zarzucało Lakatosowi, że jego koncepcja nie daje żadnych wskazówek uczonym, kiedy należałoby zrezygnować ze staro- go programu. Na zarzuty tego typu Lakatos odpowiada, że jego teoria nie ma charakteru normatywnego, a tylko opisowy. Ta odpowiedź musi jednak budzić pewne wątpliwości. Nie wydaje się bowiem, aby meto- dologia mogła ograniczać swą funkcję wyłącznie do opisu, nawet jeśli twórca danej koncepcji stawia sobie tylko tego rodzaju cel.

Dla przykładu, gdy MSRP jeden program nazywa progresywnym, a drugi, rywalizujący z nim, opisuje jako znajdujący się w stanie stagnacji, to — czy sobie tego Lakatos życzy czy nie — sugeruje się uczonym przyłączenie do pierwszego z wymienionych programów.

Ilustracją normatywnego aspektu MSRP są np. rozważania Zahara, gdy ocenia on w swoim artykule, że obstawanie Lorentza przy swoim programie było racjonalne do roku 1905, a przestało być racjonalne z chwilą, gdy program Einsteina wyjaśnił precesję perihelionu Merku- rezgo i „w ten sposób wyparł empirycznie program Lorentza”.

Generalnie rzecz biorąc wydaje się, że nie jest możliwe wyjąłowie- nie rozważań metodologicznych od ich aspektu normatywnego i ograni- czanie ich wyłącznie do strony opisowej — analizy gotowych teorii — mimo, iż Lakatos taki cel stawia przez MSRP.

Mimo swoich wielu zalet, MSRP prowadzi do pewnych trudności. Jest to przecież koncepcja stosunkowo młoda. Wymaga ona dopraco- wania i — w szczególności — dalszego uściślenia aparatu pojęciowego. Lakatos wprowadza szereg nowych pojęć, a niektórym starym nadaje znaczenie odmienne od zazwyczaj przyjętego. Racjonalna rekonstrukcja historii nauki w świetle MSRP jest w pewnym sensie „empirycznym” sprawdzianem też Lakatosa.

„Filozofia nauki bez historii nauki jest pusta; historia nauki bez filozofii jest ślepa” — pisze Lakatos trawestując znaną formułę Kan- ta⁸. Nic więc dziwnego, że zarówno wysiłki Lakatosa jak i jego uczniów, np. Elie Zahara, idą w kierunku racjonalnej rekonstrukcji historii nauki w świetle MSRP.

Aktualny rozwój MSRP idzie w dwóch zasadniczych kierunkach:

- Analiza i uściślenie aparatu pojęciowego.
- Zastosowanie MSRP do racjonalnej rekonstrukcji historiografii nauki, a w szczególności rewolucji naukowych.

Artykuł Elie Zahara stanowi twórczy wkład w historiografię i me- todologię nauki. Jest to zarazem ilustracja obu wymienionych kierun- ków rozwoju. Jednocześnie ujawnia on zarówno mocne jak i słabe stro- ny MSRP.

Nasze poglądy zilustrujemy przykładami. Zahar w swoim artykule wysuwa dwie podstawowe tezy:

- Program klasyczny był progresywny do roku 1905. Koncepcja Lorentza spełniała bowiem najsurowsze wymagania, jakie wysuwa się

⁸ I. Lakatos: *History of Science and its Rational Reconstructions*. „Boston Studies in the Philosophy of Science” T. 8 s. 91.

wobec teorii naukowej. Była ona empirycznie równoważna szczególnej teorii względności i pod żadnym względem nie była „ad hoc”. Wyjaśnienie eksperymentu Michelsona-Morley’a nie miało charakteru ad hoc. Ergo, niezadowolające wyjaśnienie owego eksperymentu przez Lorentza nie mogło być — wbrew rozpowszechnionej opinii na ten temat — inspiracją dla Einsteina do porzucenia klasycznego programu i sformułowania nowego programu badawczego.

• Program Einsteina wyparł program Lorentza empirycznie dopiero w momencie, gdy została sformułowana ogólna teoria względności. Decydujące znaczenie miał tu sukces w wyjaśnieniu precesji perihelionu Merkurego, będącej anomalią w świetle klasycznego programu. Zgodnie z definicją Zahara⁹ precesja perihelionu Merkurego była „nowym faktem” przewidzianym na podstawie szczególnej teorii względności, a więc stanowiła poparcie dla tej teorii.

Przypominamy, że zgodnie z założeniami MSRP, zaakceptowana może być tylko taka teoria naukowa, która nie jest teorią ad hoc oraz jest bardziej progresywna niż poprzednia — tj. umożliwia przewidywanie nowych faktów.

W wymienionych wyżej tezach występują dwa pojęcia, którym Zahar — poprawiając nieco w tym względzie Lakatosa — nadaje nowe znaczenia. Są to pojęcia „ad hoc” oraz „nowy fakt”.

Zdaniem Zahara¹⁰ istnieją trzy rodzaje koncepcji ad hoc:

• Koncepcja ad hoc₁: jest to teoria, która nie prowadzi do nowych konsekwencji w porównaniu ze swą poprzedniczką (nie jest progresywna teoretycznie).

• Koncepcja ad hoc₂: jest to teoria, w której żadna z nowych prognoz nie została potwierdzona, lub co gorsza eksperyment, który miał tę teorię potwierdzić dał wynik negatywny (nie jest progresywna empirycznie).

• Koncepcja ad hoc₃: jest to teoria otrzymana przez zabieg niezgodny z duchem heurystyki programu badawczego.

Warto od razu zauważyć, że — jak przyznał sam Lakatos (pod wpływem krytyki Noretty Koertge¹¹ — przypisanie hipotezie cechy ad hoc₃ nie zawsze musi mieć walor negatywny. Jak wykazuje historia nauki, niektóre hipotezy pomocnicze, które nadawały programom charakter twórczy były mimo to, niezgodne z duchem jego heurystyki¹².

Przypisanie danej koncepcji cechy ad hoc — co prowadzi zdaniem Zahara do dyskwalifikacji danej koncepcji — w dwóch przypadkach (ad hoc₁ i ad hoc₂) zależy od znaczenia, jakie nadaje się terminowi „nowy fakt”. W dyskutowanym artykule Zahar definiuje również ten termin, poprawiając w tym względzie Lakatosa.

Nowość faktu jest relacją trójczłonową pomiędzy dwiema kolejnymi teoriami T_1 i T_2 oraz faktem F. Fakt F jest nowy względem teorii T_2 , jeśli nie wynika on z teorii T_1 (poprzedniej) i nie został wykorzystany przy konstrukcji teorii T_2 (następnej).

Zgodnie z powyższym określeniem, fakt wykorzystany przy konstrukcji teorii nie może już spełniać funkcji jej potwierdzenia. Nie

⁹ Zahar, dz. cyt. s. 101—103.

¹⁰ Istnieją pewne różnice między koncepcją „ad hoc” Lakatosa i Zahara.

¹¹ Noretta Koertge: *Inter-Theoretic Criticism and the Growth of Knowledge*. „Boston Studies in the Philosophy of Science” T. 8. s. 160—173.

¹² I. Lakatos: *Replies to Critics*. „Boston Studies in the Philosophy of Science” T. 8 s. 176—177.

może on występować raz w procesie konstruowania, a drugi raz dla jej potwierdzenia.

Zgodnie z określeniem Zahara, należy uważać, że jeśli dany fakt został wykorzystany w procesie konstrukcji teorii T_1 , a nie został wykorzystany przy konstrukcji teorii T_2 , to ów fakt może być nowy względem teorii T_1 , a jednocześnie może nie być faktem nowym względem teorii T_2 współczesnej z teorią T_1 . [Pod warunkiem, że wynika on zarówno z T_1 , jak i z T_2].

W myśl propozycji Zahara, czasowa nowość faktu jest wprawdzie warunkiem wystarczającym, ale nie jest warunkiem koniecznym uznania danego faktu za nowy.

W oparciu o przytoczone określenie Zahar uznaje eksperyment Michelsona za fakt nowy względem programu Lorentza, a w szczególności względem hipotezy sił molekularnych. Jednocześnie precesja perihelionu Merkurego, aczkolwiek znana przed sformułowaniem ogólnej teorii względności, mimo tego zostaje uznana za fakt nowy względem tej ostatniej teorii.

Propozycja Zahara budzi jednak pewne wątpliwości. Nie jest jasne co należy rozumieć przez „wykorzystanie faktu w procesie konstrukcji teorii”.

Oczywiście Zahar nie ma tu na myśli takiej konstrukcji teorii T_2 , która stanowiłaby prostą koniunkcję teorii T_1 i faktu F ¹³. Z koniunkcji:

$$T_2 = T_1 \cdot F$$

faktu F i teorii T_1 — prawidłowość faktu F wynika w sposób trywialny: $T_1 \cdot F \rightarrow F$

Co w takim razie należy rozumieć przez wykorzystanie faktu w procesie konstrukcji teorii? Jak wiadomo, nawet na niskim poziomie ogólności teorii, opisy faktów nie wchodzą w zakres teorii. W zakres teorii mogą natomiast wchodzić racje, których następstwami (koniunkcji racji i warunków początkowych) są owe fakty.

Niezmiernie trudne, a niekiedy wręcz niemożliwe wydaje się stwierdzenie czy racja została dobrana do następstwa (spreparowana), czy też została ona sformułowana w sposób niezależny. Tym niemniej moglibyśmy sięgnąć do „zeznań” uczonego, a więc do psychologii. Zahar, *expressis verbis*, odżegnuje się od zastosowania psychologii odkryć naukowych. Nie sądzimy, aby nawet psychologia odkryć naukowych mogła być tu zawsze pomocną. Sam uczoney nie zawsze zdaje sobie sprawę z tego, jaka była kolejność ogniw jego rozumowania. Nie można również wykluczyć sytuacji, gdy uczoney — człowiek ambitny i nie zawsze pozbawiony ludzkich słabostek — znając definicję Zahara, „zacierając ślady” po wykorzystaniu faktu poprzez odpowiednią zmianę struktury teorii.

W odniesieniu do heurazy sprawa jest również niezmiernie skomplikowana. Najczęściej uczoney prezentuje wyniki swoich dociekań w postaci gotowej teorii. Poszczególne etapy dochodzenia do pełnej teorii na ogół pozostają nie znane. Jeśli nawet wynik pewnego eksperymentu odegrał heurystyczną rolę w procesie formułowania określonej teorii, to gotowa teoria nie koniecznie musi tę rolę odzwierciedlać.

¹³ Przedstawiony sposób formułowania jest uproszczony. Nie sądzimy jednak, aby mogło to być przyczyną nieporozumień. Zrozumiałym jest, że nie fakty, tylko ich opisy wynikają z koniunkcji teorii oraz warunków początkowych i brzegowych.

Każdą teorię można przecież sformułować na wiele różnych sposobów. Aksjomaty i wnioski mogą się zamieniać miejscami, ilość aksjomatów może być większa lub mniejsza przy odpowiedniej zmianie elementów teorii¹⁴.

Jak widzimy, sprawa jest bardzo trudna. Wyjaśnia to w pewnej mierze brak zdecydowania wśród uczonych, gdy mają oni wybrać jeden z dwóch rywalizujących programów.

Mimo omówionych słabości MSRP posiada szereg niewątpliwych zalet. Szczególnie cenne jest rozpatrywanie historii nauki jako dziejów następujących po sobie całych programów badawczych, a nie izolowanych teorii. Analiza twierdzeń wchodzących w zakres *trzonu* programu, rola heurystyki, problem hipotez *ad hoc* i ich ochronnej roli — dają nowe spojrzenie na historię nauki i umożliwiają bardziej odkrywczą, racjonalną rekonstrukcję dziejów nauki.

MSRP pozwala dostrzegać ciągłość między szeregiem kolejnych teorii, jeśli należą one do jednego programu badawczego. Takie ujęcie pozwala również na uchwycenie relacji między kolejnymi programami. Analiza heurystyki i jej funkcji pozwala wyjaśnić mechanizm przechodzenia rozważanego programu badawczego przez kolejne etapy rozwoju.

W tym miejscu warto przypomnieć omawianą w artykule Zahara interesującą analizę ciągłości programu badawczego Einsteina przy przejściu od szczególnej do ogólnej teorii względności¹⁵. Mechanizm

¹⁴ Na przykład algebra Boole'a może być przedstawiona przy pomocy 19 postulatów albo w uzupełnionym systemie Hnutingtona przy pomocy 21 postulatów.

¹⁵ „Na zakończenie powtórzę założenia i metody wspólne dla szczególnej i ogólnej teorii względności. Te wspólne założenia i metody są pomostami łączącymi dwa stadia rozwoju programu. Zaakcentujemy, co jest oczywiste, że w obu teoriach szczególna teoria względności obowiązuje lokalnie, tj. w nieskończonej małych obszarach wokół każdego punktu. Einstein rozpoczął konstruowanie obu teorii od analizy dobrze znanych „faktów”, że wszystkie ciała mają takie samo przyspieszenie. Wspólne w obu teoriach jest prawo zmienności masy i energii. Równanie $E=mc^2$ było wstrząsającym wynikiem szczególnej teorii względności; co więcej, był to właśnie ten rezultat, który doprowadził Einsteina do porzucenia szczególnej teorii względności i wybrania ogólnej teorii jako układu obejmującego grawitację. Widzieliśmy, że prawo zamiany masy w energię odegrało kluczową rolę w umożliwieniu Einsteinowi modyfikacji jego równań pola $R_{ij} = +kT_{ij}$. Zarówno szczególna jak i ogólna teoria czynią użytek z zasady kowariancji: kowariancji Lorentza w przypadku szczególnej teorii i ogólnej kowariancji w przypadku ogólnej teorii. Na obu stadiach programu uczeni wykorzystują założenie, że klasyczne teorie powinny być granicznymi przypadkami nowych relatywistycznych praw. W szczególnej teorii względności, prawo bezwładności, równania Maxwella, drugie prawo Newtona, prawo zachowania energii i pędu, były użyte dla sformułowania nowych równań kowariantnych zgodnie z transformacją Lorentza. W ogólnej teorii względności równanie Poissona zostało wykorzystane: ponieważ równanie Poissona miało być granicznym przypadkiem prawa grawitacji, od tego ostatniego oczekiwano, że będzie się składało z układu równań cząstkowych różniczkowych drugiego rzędu, które byłyby liniowe w różniczkach drugiego stopnia. Jedynie istotnie nową metodą, specyficzną dla ogólnej teorii względności, dla której nie ma analogii w szczególnej teorii względności, było heurystyczne posłużenie się zasadą ekwiwalencji. (...) Istnieje wyraźna ciągłość między szczególną a ogólną teorią względności. Ta ostatnia może być uznana za bardziej twórcze zastosowanie tego samego w istocie, punktu widzenia i tej samej heurystyki, które uprzednio doprowadziły Einsteina do szczególnej teorii względności. W trakcie wcześniejszej fazy różnice między programami Lorentza a Einsteina były początkowo heurystyczne (i oczywiście metafizyczne). Dopiero z rozwojem ogólnej teorii względności, znajdujący się u podstaw konflikt między dwoma programami, znalazł swe odbicie na poziomie empirycznym: z uwagi na perihelion Merkurego, ugięcie promieni

oddziaływania heurystyki i aparatu matematycznego przy tym przejściu przedstawiono w sposób odkrywczy¹⁶.

Mimo, iż metodologia naukowych programów badawczych nie stanowi panaceum, sądzimy, że jest ona warta przemyślenia i przedyskutowania. Do dyskusji zapraszamy wszystkich zainteresowanych tą problematyką.

I. Шумилович

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИИ НАУКИ И НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ

(Дискуссия над трудом Эле Захара: Почему программа Эйнштейна заменила программу Лоренца?)

Целью статьи является положение начала дискуссии на тему *Методологии Научно-исследовательских программ (МСРП)*. Эта оригинальная и, во многих случаях, делающая открытие концепция — которая возникла в оппозиции: одинаково в отношении фальсификационизма К. Поппера и парадигматов Т. Куна — составляет своеобразную преемственность обоих названных теорий. Автором концепции является Имре Лакатос, преждевременно умерший ученик и последователь К. Поппера в London School of Economics.

В соответствии с МСРП история науки — это история исследовательских программ, вытекающих одна из другой. Исследовательская программа состоит из твёрдого ядра (hard core) т.е. сборника утверждений, которые в силу методологических суждений, остаются

światlnych i przesunięcie prążków widma ku czerwieni, ogólna teoria dała prognozy, którym teorie Lorentza (czy Ritz'a) nigdy nie dorównały". E. Zahar, dz. cyt. s. 258—259.

¹⁶ Bardzo interesujące są rozważania Zahara na temat roli, jaką odgrywa aparat matematyczny w fizyce. „Istnieją dwie doniosłe drogi, jakimi matematyka przyspiesza rozwój odkryć w fizyce.

Uczony może wyjść od intuicyjnej zasady fizycznej. Poprzez „przetłumaczenie” na jeden z będących do dyspozycji, w danym czasie języków, zasada ta podlega modyfikacji. W szczególności może ona uzyskać dodatkową strukturę i otrzymać silniejsze założenia fizyczne. Na przykład Fresnel postanowił dać matematyczne sformułowanie swemu przypuszczeniu, że światło jest procesem falowym w eterze. Instynktownie wybrał on periodyczną funkcję, którą znał najlepiej, a mianowicie sinusoidę.

Jego początkowe przypuszczenie, że światło jest zjawiskiem falowym było oczywiście słabsze aniżeli hipoteza, którą się aktualnie posłużył, że fala jest prezentowana przez funkcję

Istnieje jeszcze jedna metoda, za pośrednictwem której matematyka odgrywa fundamentalną rolę w fizycznych odkryciach. W fizyce teoretycznej zwykła metoda polega na dawaniu matematycznego wyrazu pewnym hipotezom fizycznym, a następnie na wyciąganiu konsekwencji z hipotez, przy pomocy zabiegów logiczno-matematycznych. Postępując w ten sposób fizycy uciekają się do szeregu operacji matematycznych. Operacje te mają w swej naturze coś z trików, „sztuczek”, które mogą być konieczne dla umożliwienia dedukcji. Duhem akcentuje, że byłoby głupotą naleganie na to, aby dawać fizyczną interpretację wszystkim matematycznym wielkościom i operacjom użytym w teorii naukowej. (...) Jednakże usiłowania znalezienia „realistycznych” interpretacji pewnych wielkości matematycznych, które zrazu wydają się być pozbawione wszelkiego znaczenia fizycznego, mogą doprowadzić uczonego do nowych hipotez. Zobaczymy, że Lorentz wprowadził swą słynną transformację jako narzędzie matematyczne do rozwiązania pewnego równania różniczkowego.

Poprzez interpretację tej transformacji jako fizycznego rozszerzenia współrzędnych, Lorentz został doprowadzony do swej LFC (skrótowiec Lorentza — Fitzgeralda — przyp. I. S.), albo raczej do teorii o siłach molekularnych MFH (hipoteza o siłach molekularnych — przyp. I. S.), z której LFC wynika. (...)

Ta podwójna heurystyczna rola matematyki pojawi się w trakcie rozwoju programu Einsteina. Tamże s. 109—111.

неизменными, а также из положительной и отрицательной эвристики. Положительная эвристика предлагает определённые методы в научном прогрессе, тогда как отрицательная запрещает некоторые методы процесса. Эвристика позволяет наметить тактику и стратегию учёных, работающих по данной программе. Опираясь на аппарат понятий МСРП, остаётся сформулировать понятия: „ad hoc” и „новость”.

Эти формулировки вызывают некоторые сомнения. Например, „новость” является реляцией между данным фактом и научной теорией. Факт является новым по отношению к данной теории, если он не был использован в процессе конструкции данной теории. Что же, однако, необходимо понимать под использованием описания факта в процессе конструкции теории? Хорошо известно, что описание фактов не входит в структуру теории. В структуру теории входят обоснования, последствиями которых (объединение обоснований и условий) являются описания фактов. Констатирование того, соответствовало ли обоснование последствию (препарированное) или же было сформулировано независимо оказывается чрезвычайно трудным а иногда совершенно невозможным. Если даже результат данного эксперимента сыграл некоторую эвристическую роль в процессе формирования теории, то законченная теория не обязательно должна отражать эту роль. Каждую теорию можно, сформулировать различными способами.

Основными упреками в адрес МСРП являются упреки в том, что эта концепция не даёт никаких указаний учёным когда следует отказаться от старой программы.

Кроме некоторых слабых сторон, МСРП заключает ряд несомненных достоинств. Особенно ценным является рассматривание истории науки как истории всех исследовательских программ, вытекающих одна из другой, а не изолированных теорий. Анализ утверждений, входящих в область ядра программы, роль эвристики, проблема вспомогательных гипотез и их защитная роль — дают новые взгляды на науку и делают возможной более открывательскую, рациональную реконструкцию истории науки.

Несмотря на то, что методология не является панацеей, считаем, что её следует продумать и обсудить.

I. Szumilewicz

LES PROBLÈMES MÉTHODOLOGIQUES DE L'HISTOIRE DE LA SCIENCE ET LES RÉVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

(En marge de l'ouvrage d'Elie Zahar: Why did Einstein's Programme supersede Lorentz's?)

Le but du présent article consiste à initier une discussion sur la Méthodologie des Programmes Scientifiques de Recherches (MSRP). Cette conception, originale et révélatrice sous plusieurs points — qui a été créée en opposition avec le falsificationisme de K. Popper ainsi qu'avec les paradigmes de T. Kuhn — elle constitue une sorte de filiation de deux théories citées. L'auteur de la conception est Imre Lakatos décédé avant le temps, disciple et successeur de K. Popper à London School of Economics.

Selon MSRP, l'histoire de la science c'est l'histoire des programmes de recherche successifs. Le programme de recherche se compose du noyau dure (hard core), c'est-à-dire de l'ensemble des thèses qui restent inchangées en vertu des décisions méthodologiques, ainsi que de l'heuristique positive et négative. L'heuristique positive recommande les méthodes déterminées dans le procédé scientifique; négative, en revanche, interdit certains moyens de procéder. L'heuristique permet de tracer la tactique et la stratégie des savants qui travaillent en se basant sur le programme déterminé. A la base de la conception de MSRP, on définit les notions „ad hoc” et „la nouveauté”.

Ces définitions éveillent certains doutes. Par exemple, „la nouveauté” est une relation entre un fait donné et une théorie scientifique. Le fait est nouveau par rapport à la théorie, à condition qu'on n'en ait pas abusé dans le processus de la construction de la théorie. Qu'est-ce qu'on doit cependant entendre par là? On sait bien que les descriptions des faits ne sont pas les éléments de la théorie. La théorie comprend les raisons dont les conséquences (conséquences des conjonctions des raisons et des conditions) sont les descriptions des faits. La constatation si la raison a été assortie (préparée) selon la conséquence ou bien si elle a été formulée de la façon indépendante — cette constatation semble être très difficile et parfois elle est impossible. Même si le résultat d'une expérimentation donnée a joué un certain rôle heuristique dans le processus de la formation d'une théorie, la théorie une fois faite, elle ne doit pas obligatoirement refléter ce rôle. Puisque toute théorie peut être formulée de diverses façons.

De principaux reproches contre MSRP consistent en ce que cette conception ne donne aux savants aucune indication quand il faudrait renoncer à l'ancien programme.

Malgré certains points faibles, MSRP possède sans doute plusieurs valeurs. Ce qui est le plus important c'est le fait qu'on traite l'histoire de la science comme l'histoire des programmes de recherche qui se suivent les uns après les autres, et non comme des théories isolées. L'analyse des thèses qui forment le fond du programme, le rôle de l'heuristique, le problème des hypothèses auxiliaires et leur rôle de protection — tout cela donne de la lumière nouvelle sur la science et permet de reconstruire l'histoire de la science de la façon plus révélatrice et rationnelle.

Bien que la méthodologie de la science ne soit pas une panacée, nous croyons qu'elle est digne de nos réflexions et discussions.