

Jolanta Kruk

Uniwersytet Gdański
Instytut Pedagogiki

Grzegorz Karwasz

Uniwersytet w Trydencie

REPREZENTACJA, PRZYCZYNOWOŚĆ
I BADANIA EKSPERYMENTALNE JAKO ZNACZĄCE PUNKTY
„MAPY POZNAWCZEJ” DYDAKTYKI OGÓLNEJ

WPROWADZENIE: PROBLEM POZNANIA W HUMANISTYCE
I NAUKACH PRZYRODNICZYCH

Tekst ten, pisany z perspektywy dydaktyki ogólnej, jest wynikiem poszukiwań wspólnych miejsc w naukach humanistycznych i przyrodniczych (w szczególności w fizyce), związanych ze specyfiką poznawania w tych dziedzinach. Tym wspólnym mianownikiem w rozumieniu autorów może być współcześnie dające się zauważyć coraz powszechniejsze traktowanie procesu dochodzenia do wiedzy jako nieuniknionej interwencji w przedmiot badania. Wątek ten wydaje się istotny z punktu widzenia refleksji nad poznaniem: o ile często w ujęciu humanistyki i nauk społecznych fizyka postrzegana była jako obszar, w którym mieliśmy do czynienia z pewnością i obiektywizmem poznawczym, o tyle w tej drugiej dziedzinie założenie pewnego subiektywizmu wydawało się naturalną konsekwencją wynikającą z uwikłania badacza w świat ludzkiego działania i wartościowania. Problem ten przejawiający się niegdyś pod postacią sporu pomiędzy naturalizmem a antynaturalizmem, doprowadził do zbudowania opozycji pomiędzy przyrodniczym wyjaśnianiem a humanistycznym rozumieniem. Obecnie, mimo iż zasygnalizowany spór wydaje się być przebrzmiały,

m.in. z powodu wyodrębnienia się w naukach społecznych różnych metod posługujących się schematami interpretacyjnymi a jednocześnie nie stroniących od strategii wyjaśniająco-ilościowych, co szczególnie zaznacza się w obszarze badań pedagogicznych – warto jednak, zdaniem autorów, sięgnąć do argumentów uzasadniających takie strategie poznawcze z dawniej opozycyjnej metodologicznie wobec humanistyki dziedziny, jaką jest fizyka. Dla przedstawicieli dydaktyki ogólnej i dydaktyk szczegółowych argumentacja ta byłaby zaproszeniem do dyskusji nad procesami budowania wiedzy w poszczególnych dyscyplinach, które są objęte ich zainteresowaniem. Dalsze możliwe implikacje dotyczą zatem nie tylko kontekstu badawczego, właściwego dla tworzenia wiedzy, ale także sposobu prezentowania wyników badań naukowych i przekładania ich na teorię nauczania.

Nasze poszukiwania rozpoczynają się od pytania o współczesne rozumienie eksperymentu, stanowiącego podstawowy sposób dochodzenia do wiedzy w obrębie fizyki. W oparciu o doniesienia z nurtu tzw. nowego eksperymentalizmu staramy się przy tej okazji zmodyfikować pojęcie reprezentacji w nauce, niesłusznie – naszym zdaniem – utożsamianej z ideą odzwierciedlenia. Idea ta, łączona z obiektywizmem i pewnością poznawczą pod wpływem współczesnej praktyki eksperymentalnej, nabiera charakteru otwartej poznawczo perspektywy związanej z częściowo tylko przybliżającym do pewności ujęciem wyników badawczych uzyskanych w drodze eksperymentu. Wynika to z natury współcześnie prowadzonych badań eksperymentalnych, w trakcie których mamy do czynienia nie tyle z przedmiotem fizycznym, co z jego reprezentacją (zarówno w sensie teoretycznym jak i z powodu niemożności jego realnego uchwycenia w trakcie eksperymentu).

Końcowe rozważania dotyczą praktyki badawczej i wynikających z niej możliwych konsekwencji dla procesu poznawania a także uczenia się.

POZNAWCZA WARTOŚĆ EKSPERYMENTU A KRYTYKA IDEI REPREZENTACJI

Reprezentacja w rozważaniach nad nauką jest określeniem ściślej związanym z zasadami postępowania badawczego niż reguły, które w filozofii próbował ustalać dla zasad obiektywnego poznania Kartezjusz. Szczególnie widoczne stało się to w dociekaniach z zakresu fizyki, zwłaszcza w kwestii praktyki eksperymentalnej. Uznanie eksperymentu za fundament wiedzy naukowej ma długą historię, sięgającą czasów Bacona, który jako pierwszy sformułował teoretyczny opis tej metody (Bacon, 1995, s. 35 i n.). W jego ujęciu eksperyment oznaczał ingerencję w prawa przyrody w celu zbadania właściwości materialnych

obiektów. W trakcie eksperymentu są one poddane oddziaływaniom badacza i manipulacjom, pozwalającym wykryć związki przyczynowe w przyrodzie. Jednak współczesne rozumienie przedmiotu i jego realności jest odmienne w nauce i w filozofii. O różnicy tej pisze m.in. Hacking, dla którego pojęcie obserwacji ma inne konotacje w sferze fizyki a inne w filozofii. (Hacking, 1983). Tak zwany nowy eksperymentalizm w filozofii nauki zakwestionował dotychczasowe rozumienie reprezentacji jako teorii wywodzącej się z eksperymentu. Jej adekwatność wobec rzeczywistości została podważona z punktu widzenia wymagań powszechnego obiektywizmu, przedstawiciele nowego eksperymentalizmu twierdzą, że teoria ta zbliża się nie tyle do prawdy w rozumieniu pragmatycznym, co raczej do pragmatycznego punktu widzenia¹. Filozofia nauki koresponduje także z nowym eksperymentalizmem szczególnie na płaszczyźnie realizmu wewnętrznego H. Putnama (por. Putnam, 1998).

Wiedza powstająca jako rezultat eksperymentu tworzy tzw. *wiedzę realną*, przy czym określenie to odnosi się do użytych narzędzi i sposobu prowadzenia obserwacji, jeśli więc do doświadczenia zastosowalibyśmy kryterium prawdziwości, to zgodnie z założeniami nowego eksperymentalizmu musiałoby ono mieć charakter koherencyjny.

Krytyka idei reprezentacji odzwierciedlającej w nauce rozpoczęła się na długo przed dyskusją zapoczątkowaną przez przedstawicieli nowego eksperymentalizmu; nawet wśród przedstawicieli logicznego empiryzmu nie było zgody co do tego, czy teoria naukowa jest reprezentacją faktów obserwowalnych a wprowadzony przez nich szereg zastrzeżeń dotyczący formułowania tzw. zdań protokolarnych będących bazą teorii miał być gwarancją poprawnej reprezentacji ujętej w system obiektywnej i poddającej się weryfikacji wiedzy.

Kontynuacją pozytywistycznego podejścia do konstruowania poprawnej (odzwierciedlającej) reprezentacji w nauce był indukcyjny model badania

¹ Dyskusja ta znalazła m.in. wyraz w koncepcji filozofii nauki zaproponowanej przez A. Franklina, P. Galisona i przywołanego wyżej I. Hackinga, prekursora nurtu krytycznego w filozofii nauki powstałego na bazie doświadczeń i eksperymentów przeprowadzonych w zakresie fizyki. Określenie *intervening* oznaczało praktykę eksperymentalną wykluczającą pomiar i obserwację nie zawierającą w sobie ingerencji w badany obiekt, wszelkie działanie poznawcze zdaniem badaczy taki element w sobie zawsze zawiera, co powoduje, że każde badanie jest obciążone jakimiś założeniami teoretycznymi, a ponadto za każdym razem w celu uzyskania precyzyjniejszych wyników dokonuje się manipulacji technicznych w trakcie eksperymentu, zmieniając jego kontekst. Szerzej pisze o tym D. Sobczyńska, *Nowy eksperymentalizm i jego miejsce w refleksji nad eksperymentem*, [w]: *Nowy eksperymentalizm – teoretycyzm – reprezentacja*, red. D. Sobczyńska, P. Zeidler, Wyd. Naukowe Instytutu Filozofii UAM, Poznań 1994, s. 57–86.

w ujęciu C. G. Hempela, który poddał krytyce wąski indukcjonizm a następnie zaproponował szersze jego rozumienie, uwzględniające nieuniknioną niepełność procesu gromadzenia danych empirycznych. W tym ujęciu reprezentacji, której sens sprowadzał się do weryfikacji hipotez, istotne jest, jakie fakty wcześniej znane stanowiły podstawę dla sformułowania hipotezy. W pracy Hempela nastąpiło ważne z punktu widzenia poprawności uzasadnienia odróżnienie konkluzywnej weryfikacji wymagającej pełnego poparcia w indukcji od konfirmacji, która oznacza jedynie „poparcie” testowanych hipotez: *Tak więc jakkolwiek badanie naukowe nie jest z pewnością indukcyjne w rozważanym tu, wąskim sensie, to jednak można nazwać je indukcyjnym w sensie szerszym, zawiera bowiem akceptację hipotez na podstawie danych, które nie dostarczają im konkluzywnych dowodów, lecz udzielają w rozmaitym stopniu indukcyjnego poparcia czyli konfirmacji*, (Hempel, 2001, s. 41).

Bazę empiryczną dla wnioskowania indukcyjnego stanowią poddawane obserwacji fakty dane w doświadczeniu zmysłowym: autor używa wprawdzie określenia „obserwacja”, jednakże w dalszym wywodzie ma zasadnicze wątpliwości związane z jej zakresem: *założenia za pomocą których nauka tłumaczy te zjawiska powinny odnosić się tylko do takich przedmiotów i procesów, które są co najmniej faktami możliwymi, potencjalnie dostępnymi naszym zmysłom* (ibidem, s. 166).

Hempel wprowadził do dyskusji nad źródłami wiedzy zagadnienie dotyczące tego, jak daleko sięga tzw. bezpośrednia obserwacja i czego ona dotyczy. Wszystkie rzeczy, własności i procesy, które obserwator może stwierdzić bez uciekania się do pomocy specjalnej aparatury i hipotez interpretacyjnych, byłyby przedmiotami takiej obserwacji. Jednak rzadko zdarza się, by ten sposób obserwacji był jedynym źródłem danych, na ogół badacze za pomocą hipotez pośrednio wnioskuje o fizycznych własnościach badanego obiektu, zazwyczaj też wykorzystują instrumenty wspomagające bezpośrednią percepcję. Określenie „przedmioty obserwowalne” oznaczać ma zatem wszystkie przedmioty dostępne zmysłom wspomaganym odpowiednią aparaturą. Stąd wniosek Hempela, iż podział na tzw. przedmioty fizyczne i fikcyjne jest nieuprawniony, gdyż nie sposób zakreślić granicę oddzielającą je w trakcie szeroko rozumianej obserwacji. *Na tej podstawie powinniśmy zaliczyć do obserwowalnych przedmioty, które można tylko obejrzeć przez mikroskop, a dalej – przedmioty dające się obserwować tylko za pomocą licznika Geigera, komory Wilsona, mikroskopu elektronowego i innych urządzeń tego rodzaju* (ibidem, s. 169).

Reprezentacja badanych przedmiotów jest konstruowana na podstawie obserwacji, która może mieć charakter pośredni; jest ona jednak zawsze punktem wyjścia dla wiedzy pozytywnej. Pomimo zniesienia podziału na

przedmioty fizyczne i teoretyczne w tak rozumianym procesie badawczym ukryte jest założenie o realnym istnieniu przedmiotów/obiektów poddanych badaniom. Określenie „przedmioty teoretyczne” nie oznacza zawieszenia ich fizycznego, czasoprzestrzennego bytu, lecz niedostępność bezpośredniej percepcji, która odpowiednio wspomagana potwierdzić może ich fizyczne istnienie i właściwości. *Istnieje więc stopniowe przejście od makroskopowych przedmiotów codziennego doświadczenia do bakterii, wirusów, cząsteczek, atomów i cząsteczek podatomowych; wszelki ich podział na rzeczywiste przedmioty fizyczne i przedmioty fikcyjne byłby zgola arbitralny* (ibidem, s. 169)². Utrzymana w ten sposób idea reprezentacji ma charakter częściowo odzwierciedlający; w tym zakresie w jakim badacz może mieć zaufanie do użytej aparatury i stopnia confirmacji hipotez³.

Powstająca teoria ma za zadanie wyjaśnienie badanych zjawisk przedstawiając je w postaci wiedzy obiektywnej uzyskiwanej w drodze systematycznej unifikacji. Jak stwierdza Hempel, głównym zadaniem nauki jest *osiąganie przejrzystego, systematycznego obrazu zjawisk empirycznych* (ibidem, s. 191).

Nie tylko nauki przyrodnicze uznają to stwierdzenie za jeden ze swych podstawowych celów; także naturalistyczny odłam nauk społecznych posługuje się takimi kategoriami jak: obiektywne poznanie, intersubiektywna weryfikowalność, metody ilościowe (versus jakościowe). Ten pogląd mocno zakorzeniony od czasów przełomu antynaturalistycznego nadal utrzymuje się w dyrektywach metodologicznych dotyczących zarówno pomiaru ilościowego jak i metod jakościowych. Należy jednak poddać pod dyskusję założenia leżące u podstaw modelu wyjaśniania a także związanej z nim przyczynowości.

WSPÓŁCZESNY KONTEKST PRZYCZYNOWOŚCI W NAUCE

Spór o wyjaśnianie i jego miejsce w nauce, który znalazł swój finał w przełomie antynaturalistycznym, związany był z tradycją zapoczątkowaną przez Arystotelesa i Galileusza. Wyjaśnianie teleologiczne miało być celem nauki, umożliwiającym przewidywanie zjawisk w kategoriach przyczynowo-skutkowych, zaś wiedza miała przybrać postać zmatematyzowanych praw. Siedemnastowieczny model przyrody zawarty w pracach Keplera, Bacona i Newtona charakteryzował się dążeniem do tego, co konieczne, ogólne

² W kwestii przedmiotów teoretycznych i ich statusu pisze także. E. Nagel, por. *Struktura nauki: zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*, przeł. J. Giedymin, B. Rassalski, H. Elstein, PWN, Warszawa 1970.

³ Współczesna aparatura jest nie tylko przedłużeniem naszych zmysłów, ale czasem je wręcz zastępuje.

i absolutne, zaś metody naukowe uznano za jednakowe we wszystkich dziedzinach. Tradycja ta, zapoczątkowana przez Arystotelesa, opierała się na przyczynowości, z wyróżnionych czterech przyczyn: materialnej, formalnej, celowej i sprawczej, tylko ta ostatnia przeniknęła do nowożytnej nauki dając podstawy współczesnego jej rozumienia, zwłaszcza w ujęciu empiryzmu logicznego. Niegdysiejsza matematyzacja naukowego modelu świata fizycznego miała objąć z czasem wszystkie dziedziny poddające się naukowemu opisowi. Kartezjański dualizm można traktować jako podstawę dla tych dążeń; świadczy o tym dualna struktura człowieka, gdzie ciało oddzielone od umysłu jest nośnikiem idei przez niego generowanych. „*Uczy mnie także natura przez owe wrażenie bólu, głodu, pragnienia.. że nie jestem obecny tylko w moim ciele jak żeglarz na okręcie lecz że jestem z nim jak najściślej złączony i jak gdyby zmieszany, tak, że tworzę z nim jedną całość* (Descartes, 1958).

Wydaje się, że utrwalenie tego modelu i późniejsza wobec niego opozycja antynaturalistyczna na długo zahamowała dyskusję nad reprezentacją w filozofii nauki⁴. Powstały w XIX wieku spór o odrębność metodologiczną humanistyki i przyrodoznawstwa spowodował sytuację zafałszowania metodologicznego, w tym sensie, że determinowanie w rozumieniu mechanistycznym stało się obowiązującą dyrektywą także w dziedzinie nauk społecznych. W dobie fizyki kwantowej i badań statystycznych wzorzec ten w fizyce dawno uległ zmianie. Pod wpływem tych faktów doszło do paradoksalnego odwrócenia stanowisk: podczas gdy w przyrodoznawstwie, zwłaszcza w fizyce na przełomie XIX i XX wieku zaczęto odchodzić od założeń reprezentacji odzwierciedlającej – w humanistyce długo jeszcze model ten utrzymywał się w postaci paradygmatu metod ilościowych, odwołujących się do przebrzmiałego schematu, a odróżnienie ich od metod jakościowych wydawało się ten schemat podtrzymywać. Pytanie o przyczynowość w naukach społecznych zostało poddane dyskusji nie tyle z punktu widzenia metody, co raczej ze względu na problematyczność opozycji pomiędzy wyjaśnianiem a rozumieniem, będącej fundamentem przełomu antynaturalistycznego. Jak zauważył Richard Rorty, *pomysł, że wyjaśnianie*

⁴ Szerzej na ten temat pisali m.in.: Z. Krasnodębski, *Rozumienie ludzkiego zachowania*, PIW, Warszawa 1986, s. 26; Kryzys i schizma: *Antyścjentystyczne tendencje w socjologii współczesnej*, przeł. E. Mokrzycki, PIW, Warszawa 1984; S. Ossowski, *O osobliwościach nauk społecznych*, PWN, Warszawa 1983, oraz P. Sztompka, *O osobliwościach nauk społecznych raz jeszcze*, Studia Filozoficzne, 1984, nr 8; J. Giedymin *Różne interpretacje stanowisk naturalizmu i antynaturalizmu*, [w:] *Metodologia badań psychologicznych*, cz. I, Katowice 1978; M. Ziółkowski, *Znaczenie, interakcje, rozumienie*, PWN, Warszawa 1981; E. Mokrzycki, *Założenia socjologii humanistycznej*, PWN, Warszawa 1971; J. Kmita, *Wykłady z logiki i metodologii nauk*, cz. II, PWN, Warszawa 1973.

i rozumienie są przeciwstawnymi sposobami uprawiania nauk społecznych, jest błędny, tak jak koncepcja, że mikroskopowe i makroskopowe opisy organizmów stanowią przeciwstawne sposoby uprawiania biologii⁵ (Rorty, 1998, s. 245–246). Pomimo to, opozycja ta wciąż ma znaczenie metodologiczne i warto w tym miejscu wskazać na argumenty zaczerpnięte z obszaru fizyki, które mogłyby – zdaniem autorów – osłabić sens prowadzenia tego sporu i wskazując przy tym na inne, płodne poznawczo zagadnienia.

Zasadnicza zmiana współczesnego rozumienia przyczynowości widoczna w fizyce pozwala zauważyć, że obecnie szereg zjawisk jesteśmy w stanie „wyjaśnić”, co nie oznacza, że jesteśmy w stanie je zrozumieć⁶.

Takim przykładem mogą być doświadczenia dotyczące tzw. „teleportacji”, w których opis matematyczny jest jasny, wynik doświadczenia jest jasny, ale tzw. „przyczyna”, lub „sens” zjawiska nie jest już jasny. Teleportacja została przeprowadzona zaledwie dziesięć lat temu, stanowi doświadczalną odpowiedź na pytanie postawione przez N. Rosena, B. Podolsky’ego i A. Einsteina w 1935 roku. Ten tak zwany paradoks EPR miał na celu wykazanie, że kwantowy opis materii jest co najmniej niewłaściwy, jeśli nie zupełnie błędny (Einstein, Podolsky, Rosen, 1935).

⁵ Jeśli przyjąć za Rortym, że wyjaśnianie jest rodzajem rozumienia, rzeczywiście dawny spór naturalizm – antynaturalizm nabrałby innego wymiaru, a z punktu widzenia humanistyki taka nobilitacja nauk społecznych byłaby czymś niezwykłym. Jednak dalsze słowa Rorty’ego budzą już wątpliwości, gdyż sugerują rozstrzygnięcie kwestii ontologicznych za pomocą ustalenia, jakim słownikiem operuje się w danym obszarze wiedzy. Jest to mimo wszystko unik, choć sam Rorty wskazałby zapewne na źródło, które do takich wniosków musi prowadzić. Jest nim pragmatyzm rozumiany przez autora jako takie radzenie sobie z rzeczami i ich opisami, gdzie słowniki są po prostu narzędziami adekwatnymi do podjętego celu poznawczego. Jak pisze autor: *„Wyjaśnianie” to wyłącznie pewien rodzaj rozumienia potrzebnego, gdy chce się przewidywać i kontrolować. Nie przeciwstawia się ono czemuś innemu zwanemu „rozumieniem”, tak jak to, co abstrakcyjne przeciwstawia się temu co konkretne, sztuczne naturalnemu, lub represyjne wyzwajającemu. Powiedzenie, iż coś jest lepiej „zrozumiałe” w tym a nie innym słowniku, jest eliptycznym stwierdzeniem oznaczającym, że opis w preferowanym słowniku jest do określonych celów użyteczniejszy.* Ibidem, s. 246.

⁶ Opis rozumiemy tu jako stwierdzenie, że np. planety poruszają się po elipsach. Ale nie jest to „wyjaśnienie”. Powiedzenie, że poruszają się pod wpływem siły grawitacji, która działa jak kwadrat odwrotności odległości – to już lepiej, ale pojawia się pytanie, dlaczego zachodzi taka zależność. Teoretycy powiedzą, że dlatego, iż grawitony (cząstki grawitacji) mają spin „2”. Niestety, grawitonów nikt nie widział. Czyli tak naprawdę, Keplera poszukiwania „brył magicznych” do opisu orbit planet może nie było takie zupełnie bezsensowne.

Mechanika kwantowa nakłada ściśle ograniczenia na własności niektórych cząsteczek, gdzie przez własności rozumiemy np. „dół” i „górze” cząsteczek. Cząsteczki światła, fotony, lub zwykłe elektrony z kabla elektrycznego stanowią elementarne „bączki” (czyli spiny), tak, że można wyróżnić kierunek ich obrotu wokół własnej osi w lewo albo prawo. Mechanika kwantowa nakłada ścisłą korelację na kierunek obrotu dwóch cząstek „bliźniaczych”, tzn. powstających w tym samym procesie. Korelacja ta powinna być zachowana, przy braku oddziaływań z obiektami zewnętrznymi w stosunku do badanej pary, nawet kiedy cząstki znajdują się bardzo daleko od siebie. W ten sposób, przeprowadzając doświadczenie nad jedną z dwóch cząstek, dowiadujemy się *natychmiast*, jaki jest stan kwantowy drugiej cząstki. Na przykład, mierząc orientację (czyli określony stan kwantowy) cząstki w Nowym Jorku, można by natychmiast poznać stan kwantowy cząstki w Moskwie. Rosen i Podolsky zwrócili uwagę, że taka korelacja na *nieskończoną odległość* stanowi pogwałcenie zasady stałej prędkości światła, leżącej u podstaw teorii względności. Rozchodzenie się informacji z prędkościami ponadświatłymi stanowiłoby pogwałcenie prawa przyczynowości – można by na podstawie uzyskanej (*ukradzionej z przyszłości*) informacji zmieniać przebieg wydarzeń, które *mają dopiero zajść*.

Okazuje się jednak, że co prawda można uzyskać z lokalnego doświadczenia (w Nowym Jorku) informacje o stanie kwantowym cząstki odległej (w Moskwie) ale to nie oznacza bynajmniej możliwości *zmiany* stanu kwantowego tej cząstki. Możliwość zmiany stanu cząstki w Moskwie wymagałaby *przekazania informacji* do Moskwy, np. za pomocą zwykłego telefonu, a jak dobrze wiemy, kiedy się nam spieszy, linia telefoniczna jest zazwyczaj zajęta.

Mamy zatem tu do czynienia z wyraźnym rozgraniczeniem przyczyn w ujęciu podanym u Arystotelesa. Znamy (i kontrolujemy) przyczynę materialną – rozchodzące się fotony, formalną – ich stan kwantowy oraz sprawczą – to my wykonujemy doświadczenie, ale mimo to na jego wynik nie możemy tak do końca wpłynąć. Wydaje się, jakby zachowaniem się fotonów rządziła jakaś „wyższa” zasada przyczynowości – one „wiedzą” co zrobić, a nawet jeśli nam uda się poznać stan kwantowy jednego z nich, to na drugi nie mamy wpływu.

W kategoriach przyczyn Arystotelesa pozostałaby przyczyna celowa – raz puszczony foton podąża losem, który *jest im przypisany*: raz podjęte działania poprowadzą do ściśle określonego skutku, my go z wyprzedzeniem nie znamy ani też nie jest możliwe „odwrócenie biegu wydarzeń”. Można by to rozgraniczenie przyczyn porównać z matematycznym twierdzeniem Gödla, w tym sensie, że przyczyna formalna jest znana, ale nie wynika z niej prawdziwe w sensie dowodu twierdzenie.

Twierdzenie Gödla rozumiemy tutaj w sposób następujący: w każdym zespole twierdzeń (teoretycznych) jest coś nieweryfikowalnego (matematycznie). Wynika to stąd, że matematyka jest typową nauką operującą na reprezentacjach. Co więcej, ta „nieweryfikowalność” nie musi znaczyć, że twierdzenie jest błędne. W fizyce doświadczalnej powiedzielibyśmy, że nie jest możliwe przeprowadzenie pomiaru z absolutną pewnością, co byłoby stwierdzeniem „słabym”. Paradoks EPR pokazuje, że nie możemy w *ogóle* przewidzieć, ale mimo to związek jest określony. Korzystając z pojęcia reprezentacji zauważamy, że ruch fotonu przez nas opisywany to właściwie reprezentacja tego, co nie podlega obserwacji w „klasycznym rozumieniu, zatem i tory jego ruchu są takimi reprezentacjami”, przełożonymi na liczby.

Skoro Gödel dowodzi, że w każdym zbiorze takie nierozstrzygalne zdania istnieją, więc nie ma ścisłego determinizmu (a raczej może taki determinizm istnieć, ale dla nas jest on nierozstrzygalny).

Paradoks EPR zmienia też zakres pojęcia „rozumienia” w fizyce. *Rozumiemy* matematycznie wszystkie składniki równań matematycznych, które określają wynik doświadczenia EPR, ale „prawdziwej przyczyny” takiego czy innego wyniku doświadczenia nie znamy. Przez „prawdziwą” przyczynę rozumiemy tu np. niewidzialny kabel, który łączy dwie cząstki na odległość, wspólny protokół zachowania, jaki ze sobą uzgodniły przed rozłączeniem się lub inny, podobny mechanizm. Paradoks EPR zaledwie więc kilka lat po sformułowaniu zasady nieoznaczoności przywrócił ponownie znacznie mocniejszą postać determinizmu, niż potocznie przywykliśmy to przyjmować po twierdzeniach Heisenberga.

Krytyka dotychczasowego rozumienia przyczynowości pojawiła się także w filozofii nauki w tekstach Poppera, Wittgensteina, Oppenheimera i także Hempela. Wskazując na anachroniczność dawnego ujęcia przyczynowości, wzmocnili oni jednocześnie pozycję filozofii nauki, krytycznej wobec radykalnego empiryzmu, opartej na hipotetyzmie i ograniczonej bazie empirycznej oraz odmiennym podejściu do formułowania praw. Zwrócono uwagę, że poza prawami przyczynowymi nauka posługuje się także prawami rozwojowymi, funkcjonalnymi, synchronicznymi i diachronicznymi. Nastąpiła też zmiana w rozumieniu eksperymentu jako metody badania naukowego. W przywołanej pracy Hempela pojawiają się także odniesienia do sporu o odrębność metodologiczną dyscyplin, postawione zostało też pytanie o redukowalność w psychologii oraz o doktrynę metodologicznego indywidualizmu w naukach społecznych (Hempel, s. 216–225). Moc wyjaśniająca eksperymentu została poddana dyskusji, w trakcie której Hempel argumentował, że ani hipotezy, ani teorie naukowe nie mogą być ostatecznie (konkluzywnie) dowiedzione wyłącznie za

pomocą świadectw empirycznych. Tym samym klasyczne, pozytywistyczne rozumienie wyjaśniania przyczynowego zostało zmodyfikowane przy jednoczesnym utrzymaniu jako obowiązującego wymogu testowalności empirycznej (ibidem, s. 171)⁷. W tym sensie dowodzenie empiryczne dotyczyłoby właśnie reprezentacji, a nie abstrakcyjnego, doskonałego i jednocześnie realnie obserwowalnego prawa, zjawiska lub pojęcia: ruch jednostajny Newtona jest jedynie reprezentacją możliwych ruchów – składnikiem *częściowym*, chwilowym ruchów rzeczywistych. Pierwsza zasada dynamiki Newtona – prawo fizyczne opisuje reprezentację a nie ruch rzeczywisty (przy czym inny dostęp poznawczy do ruchu rzeczywistego jak przez reprezentację w zasadzie jest niemożliwy).

Niedługo później przedstawiciele nowego eksperymentalizmu uzupełnili te twierdzenia sięgając jeszcze dalej do praktyki badawczej w zakresie fizyki, świadczącej o zasadniczej roli interwencji w badane zjawisko, i jej wpływie na uzyskaną reprezentację. Wspomniany wcześniej Hacking – podobnie jak Hempel – wyróżnił przedmioty obserwowalne i teoretyczne (nieobserwowalne) uznając realność tych ostatnich w przypadku, gdy potraktowane zostaną jako narzędzia poznania naukowego. Badacz odniósł się również do związku statusu przedmiotów z teorią naukową; teza realizmu naukowego głosi, że status ten należy uznać za prawdziwy (w sensie reprezentacji odzwierciedlającej), natomiast antyrealizm jest stanowiskiem kwestionującym możliwość uzyskania adekwatnej reprezentacji. Nowy eksperymentalizm koncentruje się bardziej na analizie działalności badaczy niż na jej efektach. *Działalność naukowców, w ujęciu autora „Representing and Intervening”, polega w zasadniczej mierze na świadomym interweniowaniu w świat a w znacznie mniejszym stopniu na jego reprezentowaniu w teoriach naukowych* (Zeidler, 1994, s. 97).

Należy jednak spojrzeć krytycznie na powyższe twierdzenie. Nieuniknioność ingerencji w badane zjawisko jest podawana w podręcznikach fizyki jako jedno z wyjaśnień np. zasady nieoznaczoności Heisenberga. Aby zmierzyć położenie przelatującego elektronu, należy wysłać w jego kierunku cząstkę światła, czyli foton. Foton ma określoną długość fali, np. za pomocą fotonów światła widzialnego nie można mierzyć rozmiarów ani położenia z dokładnością większą niż 0,3 mikrona. Aby zwiększyć dokładność pomiaru, należy zmniejszyć długość fali, używając np. promieniowania Roentgena, ale wiąże się to ze zwiększeniem energii (i pędu) fotonu. Fotony o większym pędzie, zderzając się

⁷ Jak pisze dalej Hempel, celem naukowego wyjaśniania jest dostarczenie obiektywnej wiedzy, którą osiąga się za pomocą systematycznej unifikacji zjawisk przez pokazanie, że są one zewnętrznymi przejawami wspólnych, podstawowych struktur i procesów spełniających określone i testowalne zasady podstawowe. Ibidem, s. 171.

elektronem, w większym stopniu zmieniają jego trajektorię. Wskutek tego znamy lepiej położenie elektronu, ale nie znamy jego oryginalnej, „prawdziwej” prędkości. Pomiar położenia odbywa się kosztem dokładności pomiaru prędkości, tak że iloczyn dwóch niedokładności pozostaje stały. To jest klasyczne wyjaśnienie zasady nieoznaczoności Heisenberga.

W rzeczywistości, Heisenberg zaczerpnął inspirację do swej zasady z innej, banalnej obserwacji, czysto wizualnej, fenomenologicznej: ślad elektronu w doświadczeniu Wilsona to szereg oddzielnych kropelek. Kropelki te powstają oddzielnie, ponieważ kondensacja wody jest procesem skomplikowanym, do końca niezrozumiałym. I wiąże się to nie tylko z poprzednim rozumowaniem o fotonach.

Oryginalne rozumowanie Heisenberga to tylko przyznanie się do *nieumiejętności obserwacyjnej*, a nie kategoryczne stwierdzenie o *niemożności*. Tyle uwagi historycznej. Oczywiście, uwaga ta nie rozwiązuje problemu 1) *istnienia* lub 2) *obserwowalności* toru elektronu *samemu w sobie*, ale znowu zwraca uwagę, że odpowiedź na 1) i/lub 2) może nie dać rozstrzygnięcia. Większość naukowców przychylił się do tezy, że „dokładny” tor elektronu nie istnieje, jednakże różnego rodzaju, coraz doskonalsze komory detekcyjne mają na celu maksymalnie dobrze ten (nieistniejący) dokładny tor zmierzyć. Fizyk doświadczalny w tych próbach natychmiast zapyta, z jakim błędem *potrzebne jest* wyznaczenie toru elektronu. Czyli: procentowe (matematyczne) określenie zadanej dokładności natychmiast określa przebieg doświadczenia, rodzaj użytej aparatury, koszt itd. Poszczególne grupy badaczy zgodzą się, że *starają się* zmierzyć tę samą wielkość fizyczną, ale nikt nie będzie się upierał, że rzeczywiście *mierzą* tę samą wielkość fizyczną. Oczywiście, nadawanie torom elektronu mierzonym różnymi metodami oddzielnych bytów ontologicznych byłoby nieporozumieniem — to są właśnie reprezentacje, pojęcia niejako *ad hoc*: „tor elektronu, ale mierzony komorą Wilsona, a ten drugi — komorą pęcherzykową”.

Klasyczne wyjaśnienie Heisenberga traci więc niejako swą moc jako wiążącą: zakładamy, że istnieje precyzyjny tor elektronu. Fakt, że nie mamy możliwości precyzyjnego oznaczenia położenia cząstki, a więc i przewidywanie jej toru nie jest w pełni możliwe, zostaje zredukowany do naszego *wyboru* reprezentacji: możemy zdecydować, że interesuje nas położenie i *zrezygnować* z wyznaczenia prędkości (dokonać rzutowania kształtu bryły trójwymiarowej na jeden tylko kierunek), ale nie oznacza to, że elektron *nie wie*, co dalej zrobi. Móc „przewidywać” byłoby tu tylko *naszym* pobożnym życzeniem: wejściem w prawa elektronu, który naszej zwierzchności nie zamierza się poddać. Jeśli więc Hacking przychyliła się do tez realizmu naukowego, przydającego przedmiotom teoretycznym (nieobserwowalnym) status realnego istnienia, to można to przyjąć tylko jako hipotezę.

Może więc mechanika kwantowa? Nie jest z nią dużo lepiej: według mechaniki kwantowej przekrój czynny może nie jest nieskończony, ale na pewno jest niezupełnie (!) określony. No dobrze, ale przekrój czynny jest miarą procesów elementarnych w plazmie, jak na przykład lampie neonowej pod sufitem. Jeśli lampa neonowa mimo trudności interpretacyjnych działa, to znaczy, że jednak przekrój czynny można określić, czyli *prawie* że istnieje. No tak, ale cząsteczki gazu w lampie neonowej są blisko siebie, więc fakt, że przekrój jest nieskończony, nie ma *dla gazu* w końcu żadnego znaczenia. Czyli: mierzymy coś, co nie ma znaczenia?

SPECYFIKA WSPÓŁCZESNYCH BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH I ICH PRZEDMIOTU

Wygląda na to, że uczeni od ponad 100 lat zajmują się mierzaniem czegoś, co być może nie istnieje, a na pewno nie ma, koniec końców, tak zasadniczego znaczenia praktycznego. Mierzmy coś, co sami naukowcy *wymyślili sobie jako kategorię pojęciową* i przy niej się upierają, a Przyrodzie jest tak mniej więcej wszystko jedno.

Przedmioty teoretyczne są „pożyteczną hipotezą roboczą”, do czasu zmiany tej hipotezy na inną, bardziej użyteczną i potwierdzają niejako swój status w trakcie eksperymentu, zaś dyskusja filozoficzna dotycząca ich istnienia powinna raczej skoncentrować się na samym potwierdzeniu doświadczalnym. Uciekając się do terminologii filozoficznej można przyjąć, że kryterium potwierdzenia istnienia przedmiotów ma silne zakorzenienie w pragmatycznej koncepcji prawdy. *Fizyka eksperymentalna dostarcza najbardziej przekonujących argumentów na rzecz realizmu naukowego. Przedmiotami, których w zasadzie nie można obserwować, można po prostu manipulować, aby wytwarzać nowe zjawiska i badać inne aspekty przyrody. Stają się one narzędziami, nie naszego myślenia, lecz działania* (Hacking 1994, s. 9)⁸. Biorąc pod uwagę rozluźnienie związku pomiędzy przedmiotem a jego reprezentacją, można zadać pytanie o to, czy przy tej okazji kategoria przyczynowości została wyeliminowana ze współczesnej filozofii nauki? Wydaje się że nie; wprawdzie rozumienie eksperymentu uległo od czasów Bacona zasadniczej zmianie, szczególnie w zakresie zasięgu obserwacji a także jej zapośredniczenia przez aparaturę, jednak opisywany współcześnie

⁸ I. Hacking, *Eksperymentowanie a realizm naukowy*, [w:] *Nowy eksperymentalizm – teorycyzm – reprezentacja*, red. D. Sobczyńska, P. Zeidler, Wyd. Naukowe Instytutu Filozofii UAM, Poznań 1994, s. 9.

mechanizm interwencji w porządek przyrody oznacza, że zasada determinowania jest podstawą do budowania reprezentacji badanego obiektu. Protezy służące lepszej obserwacji takie, jak np. mikroskopy elektronowe, dostarczają wyników, które w trakcie manipulacji potwierdzają istnienie związku przyczynowego pomiędzy badanymi zjawiskami. *Nazbyt często filozofowie wyobrażają sobie, że mikroskopy zapewniają weryfikację, ponieważ pomagają nam lepiej widzieć. Lecz to tylko część prawdy. Przeciwnie, liczy się to, co możemy z preparatem zrobić pod mikroskopem [...]* J. Dewey mógłby rzec, że fascynacja widzenia gołym okiem jest częścią teorii wiedzy według naocznego świadka, która była plagą filozofii wcześniejszych czasów (Hacking, 1994, s. 16, 17). „Przejście” przedmiotów teoretycznych w stan rzeczywistości odbywa się podczas zaobserwowanego oddziaływania ich na inne zjawiska, co pośrednio tę rzeczywistość potwierdza.

Podział na przedmioty obserwowalne i nieobserwowalne bywa kwestionowany; co jest spowodowane nieostrą granicą pomiędzy początkową niewidocznością danego przedmiotu a późniejszą możliwością jego zlokalizowania za pomocą odpowiednio dobranej aparatury: *jeśli więc gwiazd nie ma tam, gdzie przewiduje teoria, oskarżać należy teleskop a nie niebo* (Hacking, 1994, s. 32). Pogląd ten wzmocniony licznymi wypowiedziami fizyków zapoczątkował nurt realizmu naukowego, eliminując skutecznie naiwność poznawczą sprawdzającą postulat gromadzenia danych empirycznych wyłącznie do danych obserwowalnych w klasycznym, pozytywistycznym rozumieniu. Dopuszczalna jest, zdaniem realistów, akceptacja istnienia przedmiotów, nieobserwowalnych (wynioskowanych).

W kwestii, że niektóre przedmioty mogą być (często chwilowo jeszcze) nieobserwowalne nie ma wątpliwości, choć należy z tym być bardzo ostrożnym. Historia fizyki jest pełna pojęć, jak nośnik ciepła „cieplik”, które następnie zostały wyeliminowane, bo były zbyteczne, lub po prostu błędne. Chwilowo więc można zawiesić działanie brzytwy Ockhama, choć naukowiec musi mieć świadomość, że ona gdzieś wisi, i może być *konieczne wkrótce jej użycie* (Karwasz, 2003).

To, co istotne dla utrzymania idei reprezentacji zarówno w nauce jak i w filozofii, to fakt, że tożsamość obiektu obserwowanego i jego obrazu jest dla realisty naukowego problemem drugorzędym. Istotną cechą reprezentacji staje się już nie odwzorowanie, lecz przewidywalność zachowania obiektu w trakcie obserwacji — naukowiec pracuje na reprezentacjach, które sam sobie stwarza w sposób taki, aby obiekt dał się mierzyć. Posługując się obrazowaniem, można przyjąć, że to przedmiot obserwowany „wysła sygnały” świadczące o jego istnieniu, które podlegają następnie interpretacji. Znacznie ważniejsze niż wierność odwzorowania staje się dla tak rozumianej reprezentacji zachowanie

badanego obiektu zgodne z teoretycznymi założeniami. Badany obiekt odpowiada na pytanie zadane wcześniej, niejako *a priori*. Ponieważ „sygnały” z przedmiotu w trakcie poznania przestają w pewnym momencie odpowiadać reprezentacji, tworzy się nową reprezentację i ponownie formułuje pytania.

IMPLIKACJE DYDAKTYCZNE – OD REPREZENTACJI DO MAPY POZNAWCZEJ

Przedstawione doniesienia z zakresu fizyki pozwalają też na odmienne spojrzenie na sam proces poznawania i obserwacji prowadzonej w trakcie badań eksperymentalnych. Odwołując się do myśli Hackinga warto zauważyć, że idea eksperymentu zmieniła się współcześnie w tym sensie, iż w jego trakcie manipulacjom poddawane są nie tyle realne przedmioty, co ich reprezentacje (Hacking, 1994, s. 149). Jednak sam mechanizm eksperymentu (i interwencji) od czasów Bacona nie uległ zmianie i nadal sprowadza się do zadawania pytań przyrodzie o jej sekrety. *Kiedy obraz jest mapą interakcji między okazem i obrazem promieniowania i ta mapa jest dobra, wówczas widzimy za pomocą mikroskopu. Czym jest dobra mapa? Po likwidacji lub przez zaniedbanie aberracji bądź artefaktów mapa powinna reprezentować pewną strukturę w okazie, o zasadniczo takim samym, dwu- albo trójwymiarowym zestawie relacji, jakie są akurat w nim obecne* (Hacking, 1994, s. 54).

Patrząc na tę kwestię z perspektywy dydaktyki można pokusić się o próbę zarysowania „mapy poznawczej”, która nie będąc drogowskazem, wyznacza jednak pewne ramy dla poszukiwań badawczych – a w konsekwencji – dla budowania i korygowania teorii poznania i kształcenia. Główne punkty orientacyjne proponowanej mapy wyznaczają następujące zagadnienia:

1. Odejście w badaniach eksperymentalnych od reprezentacji odzwierciedlającej wskazuje, że warto ponownie podjąć dyskusję nad modelem wyjaśniania i jego kształtem w naukach humanistycznych. Na uwagę zasługuje fakt rozerwania dotychczas utrwalonej więzi pomiędzy przyczynowością a determinowaniem. Jak wskazują badania w zakresie fizyki, mamy do czynienia z sytuacją, kiedy znajomość przyczyn zjawiska nie zawsze przesądza o możliwości przewidywania jego przebiegu. Możemy mieć do czynienia z silniejszą – ale nieznaną – postacią determinizmu. Poznanie wpisane w schemat wyjaśniania, w mniejszym zakresie współcześnie odwołuje się do determinizmu niż do zasady przyczynowości.

2. Badania obserwacyjne prowadzone z założeniem obiektywnego pomiaru zazwyczaj łączą się z nieuniknioną przez badacza interwencją, która wystąpi

w tym procesie niezależnie od tego, jak dalece badacz ten fakt uwzględnia w swych założeniach.

3. Dyskusja nad przyczynowością w nauce nie powinna sprowadzać się tylko do pytania o opozycję pomiędzy wyjaśnianiem a rozumieniem. Pominięcie istotnych poznawczo zagadnień, jakimi są: związek pomiędzy przyczynowością a determinizmem, możliwości badania przedmiotów nieobserwowalnych oraz znaczenia odejścia od reprezentacji odzwierciedlającej dla sposobu konstruowania teorii – może spowodować wyłączenie tego obszaru z „mapy” dydaktyki ogólnej i krytycznej refleksji nad granicami poznania.

LITERATURA

- Bacon F., *Novum Organum*, przeł. J. Wikarjak, PWN, Warszawa 1955.
- Descartes R., *Medytacje o pierwszej filozofii*, przeł. M. K. Ajdukiewiczowie, PWN, Warszawa 1958.
- Einstein A.; Podolsky, B., and Rosen N., *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?*, *Phys. Rev.* 47, p. 777–780, 1935.
- Hacking I., *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, New York–Cambridge 1983.
- Hacking I., *Ekspertymentowanie a realizm naukowy*, [w:] *Nowy eksperymentalizm – teoretycyzm – reprezentacja*, red. D. Sobczyńska, P. Zeidler, Wyd. Naukowe Instytutu Filozofii UAM, Poznań 1994.
- Hacking I., *Czy widzimy przez mikroskop?*, [w:] *Nowy eksperymentalizm – teoretycyzm – reprezentacja*, red. D. Sobczyńska, P. Zeidler, Wyd. Naukowe Instytutu Filozofii UAM, Poznań, 1994.
- Hempel C. G., *Filozofia nauk przyrodniczych*, przeł. B. Stanosz, wyd. Aletheia, Warszawa 2001.
- Karwasz G., *Droga do Fizyki Współczesnej*, XXXVIII Zjazd Fizyków Polskich, Gdańsk, 14–17.09.2003, <http://www.karwasz.it/modern/wstep.html>.
- Nagel E., *Struktura nauki: zagadnienia logiki wyjaśnień naukowych*, przeł. J. Giedymin, B. Rassalski, H. Elstein, PWN, Warszawa 1970.
- Putnam H., *Wiele twarzy realizmu i inne eseje*, przeł. A. Grobler, PWN, Warszawa 1998.
- Rorty R., *Konsekwencje pragmatyzmu*, przeł. Cz. Karkowski, wyd IFiS PAN, Warszawa, 1998.
- Zeidler P., *Nowy eksperymentalizm a teoretycyzm. Spór o przedmiot i sposób uprawiania filozofii nauki*, [w:] *Nowy eksperymentalizm – teoretycyzm – reprezentacja*, red. D. Sobczyńska, P. Zeidler, Wyd. Naukowe Instytutu Filozofii UAM, Poznań 1994.