

Światy indeterministyczne Franza-Serafina Exnera i Mariana Smoluchowskiego¹

Jacek Rodzeń

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
Instytut Dziennikarstwa i Informacji

Indeterministic worlds of Franz-Serafin Exner and Marian Smoluchowski

Abstract

The paper presents philosophical views which have been propagated in the first decade of the 20th-century by Austrian experimental physicist Franz-Serafin Exner (1846–1926). According to Exner all apparently deterministic laws are only a kind of the macroscopic limit of the indeterministic random events and processes in nature. The paper attempts to show whether Exner's ideas have influenced the views on randomness and probability developed by renowned

¹ Szczere podziękowania składam na ręce dr. hab. Pawła Polaka prof. UPJPII za pomoc w pozyskaniu korespondencji Mariana Smoluchowskiego oraz inspirującą wymianę myśli w trakcie przygotowania niniejszego artykułu. Za cenne uwagi dotyczące jego końcowej wersji wdzięczny jestem także prof. dr. hab. Zenonowi E. Roskalowi.

Polish physicist Marian Smoluchowski (1872–1917) who belonged to informal circle of Exner's students and assistants (so-called *Exner-Kreis*).

Keywords

laws of nature, chance, indeterminism, Franz-Serafin Exner, Marian Smoluchowski

1. Wprowadzenie

Postać i myśl austriackiego fizyka Franza-Serafina Exnera (1849–1926) wzbudziły w ostatnich latach spore zainteresowanie ze strony historyków i filozofów nauki, nie tyle z powodu jego dokonań z zakresu przyrodoznawstwa, lecz z racji propagowanej przez niego oryginalnej filozoficznej koncepcji przyrody i rządzących nią praw (Hanle, 1979; Stöltzner, 1999; 2003; Hiebert, 2000; Coen, 2007). Exner nie miał na swoim koncie przełomowych prac fizycznych, choć niewątpliwie należy w nim widzieć wybitnego organizatora życia naukowego na Uniwersytecie Wiedeńskim przełomu XIX i XX w., mającego wyjątkowy dar gromadzenia wokół siebie utalentowanych młodych fizyków (Karlik i Schmid, 1982). Jednak austriacki fizyk przez kolejne pokolenia został zapamiętany głównie przez to, że na dwie dekady przed stworzeniem podwalin pod mechanikę kwantową, jakby przeczuwając nadchodzącą rewolu-

cję w podstawach nauki i zarazem w obrazie przyrody, rozwinął koncepcję świata, u jego podstaw na wskroś indeterministycznego. Choć zaskakująca, nie była to koncepcja nieprzemyślana i naiwna. Exner zbyt dobrze znał fizykę swego czasu, by nie dostrzegać jej problemów badawczych i interpretacyjnych, w szczególności związanych z dynamicznym rozwojem mechaniki statystycznej, termodynamiki i zastosowaniem metod probabilistycznych w nauce.

Jak już wspomniano powyżej, postać Franza Exnera jest interesująca nie tylko z racji rozwiniętej przez niego koncepcji przyrody indeterministycznej. Do grona jego uczniów i asystentów należało wielu wybitnych uczonych, w tym dwóch późniejszych noblistów – Victor F. Hess (1883–1964) i Erwin Schrödinger (1887–1961). Wśród współczesnych fizyków i historyków nauki rozpowszechniona jest opinia o realnym wpływie idei Exnerowskich zwłaszcza na myśl tego drugiego wymienionego uczonego, jednego ze współtwórców mechaniki kwantowej i – przynajmniej w chwili jej powstania – zwolennika jej interpretacji indeterministycznej (Hanle, 1979; Hörz, 1992; Bitbol, 1996). Nie można w końcu zapomnieć o tym, że do ścisłego „kręgu Exnera” (tzw. *Exner-Kreis*) na Uniwersytecie Wiedeńskim był również zaliczany jego uczeń i doktorant Marian Smoluchowski (Karlík i Schmid, 1892).

W poniższych refleksjach, przybliżając pokrótce ideę świata indeterministycznego według Exnera, zostaje postawione pytanie o możliwy wpływ jego myśli na doniosłe z punktu widzenia fizyki i filozofii rozważania Smoluchowskiego dotyczące sta-

tusu przypadku i praw przyrody, obejmujące w tle również pojęcia determinizmu i indeterminizmu.

2. Świat indeterministyczny według Exnera

Franz-Serafin Exner wywodził się ze znanej i wpływowej rodziny o długich tradycjach akademickich w monarchii austro-węgierskiej. Jego ojciec – Franz Serafin Exner (1802–1853) na niwie naukowej zajmował się filozofią (m.in. był krytykiem myśli Hegłowskiej), prawem i edukacją, w praktyce był urzędnikiem państwowym i reformatorem szkolnictwa austriackiego. Patrząc na działalność Franza-Serafina niewątpliwie można u niego dostrzec, oddziedziczone po ojcu, zarówno talenty organizacyjne oraz praktyczno-badawcze jako fizyka eksperymentalisty, jak i skłonność do myśli spekulatywnej, wyrażoną głównie w jego oryginalnych koncepcjach o charakterze filozoficznym.

Z dzisiejszej perspektywy należy stwierdzić, że Franz-Serafin Exner stosunkowo długo zwlekał z upublicznieniem swoich poglądów filozoficzno-przyrodniczych. Dopiero jako 59-latek, najpierw w popularnej, dwutomowej pracy *Der Schlichten Astronomie (Łatwa astronomia)* po raz pierwszy ujawnił niektóre rysy własnej wizji przyrody, opartej w znacznej mierze na stochastycznej perspektywie Maxwella i Boltzmanna (Exner, 1908). W tej perspektywie wszechświat złożony jest z układów fizycznych, w których decydującą rolę odgrywają zjawiska losowe, począwszy od trzęsień ziemi, biegu rzek, a na tworzeniu

układów planetarnych i ewolucji organizmów kończąc. Według austriackiego fizyka decydującą rolę odgrywa w nich przypadek, a co za tym idzie wiedza o ich powstaniu i ewolucji nie może być pewna.

Popularną astronomię Exner wydał własnym sumptem w lutym 1908 r. W tym samym roku został wybrany na rektora Uniwersytetu Wiedeńskiego, co oznaczało m.in., że w październiku, w czasie uroczystego rozpoczęcia nowego roku akademickiego będzie musiał wygłosić wykład inauguracyjny. Zgodnie z długą tradycją uniwersytecką wykład inauguracyjny wiąże się zwykle z co najmniej trzema wymogami. Po pierwsze powinien w jakimś stopniu nawiązywać do idei *universitas*. Po drugie musi uwzględnić obecność wśród słuchaczy laików naukowych, choć należących również do lokalnego establishmentu. Po trzecie wreszcie niejednokrotnie inauguracja roku akademickiego jest okazją do zaprezentowania możliwie nowej i uniwersalnej idei. Exner jako nowy *Rector magnificus* doskonale wyczuł potrzebę chwili i wygłosił wykład pod pozornie niewiele obiecującym tytułem: *O prawach w naukach przyrodniczych i humanistyce* (Exner, 1909).

Odwołując się do tytułu wykładu inauguracyjnego nowy rektor Uniwersytetu Wiedeńskiego swoją przemowę rozpoczął od stwierdzenia, że nawet jeśli wszystkim uczonym przyświeca ten sam cel poszukiwania „prawdy obiektywnej”, niezmiennie pozostaje poczucie zasadniczego rozdwojenia między wiedzą naukowo-przyrodniczą a humanistyczną. Jego zdaniem wyraża ono nieporozumienie zakorzenione w przekonaniu o fundamental-

nym podziale świata na nieprzystające do siebie obszary, jeden charakteryzowany przez ciągłość i prawidłowości oraz drugi zanurzony w nieciągłości i losowości. Tymczasem – według Exnera – różnice między zjawiskami w obu tych obszarach nie mają charakteru fundamentalnego, lecz jedynie stopniowalny. W rzeczywistości wszystkie prawa rządzące zjawiskami z obydwu obszarów są tylko przybliżeniami. Prawa nie istnieją w przyrodzie, ale są formułowane przez człowieka, który „wykorzystuje je jako środki werbalne lub obliczeniowe, przez co daje on do zrozumienia, iż procesy przyrodnicze zachowują tak, jak gdyby materia, niczym racjonalna istota, była posłuszna tym prawom” (Exner, 1909, s. 49).

Powołując się na dokonania Ludwiga Boltzmanna (1844–1906) z zakresu fizyki statystycznej Exner wskazywał na niego, jako tego, który pokazał, w jaki sposób fundamentalne nieregularności w przyrodzie prowadzą do stwierdzalnych prawidłowości empirycznych. Choć w obserwacjach fizycznych odnotowuje się pewne prawidłowości, są one jednak efektem wzajemnego wpływu wielkiej liczby, pozbawionych prawidłowości zdarzeń losowych. Biorąc pod uwagę na przykład gaz i badając zespół jego wielu molekuł przez dłuższy czas można zaobserwować prawidłowości w jego parametrach makrofizycznych. Stanowi to efekt działania wielkiej liczby zdarzeń molekularnych, które leżą u podstaw tego, co jest objęte pomiarem. Jednak „droga przemierzana przez pojedynczą molekułę jest całkowicie przypadkowa. Zależy ona od tego, jak często molekuła zderza się z innymi molekułami i w których kierunkach się porusza, przy

czym z każdym zderzeniem jej własny kierunek ruchu i prędkość ulegają zmianie” (tamże, s. 54).

Jakkolwiek Boltzmann po 1868 roku wykorzystywał metody probabilistyczne w wyjaśnieniu mechanicznym drugiej zasady termodynamiki (Boltzmann, 1868), aby zrekompensować brak wiedzy o pojedynczych zdarzeniach na poziomie molekularnym, Exner w swoim wykładzie inauguracyjnym nadał interpretacji statystycznej znacznie bardziej dalekosiężny wymiar. Jego zdaniem nie tylko nie możemy opisać pojedynczych zdarzeń na tym poziomie, ale „nawet gdybyśmy byli w stanie spowołnić ruchy molekularne w takim stopniu, by móc śledzić pojedyncze procesy, to i tak nic więcej nie zaobserwowalibyśmy, jak tylko chaos przypadkowych zdarzeń, w których na próżno by szukać prawidłowości” (Exner, 1909, s. 55). Dla Exnera pojedyncze zdarzenia molekularne są zasadniczo niepoznawalne. Tym samym prawa fizyki makroskopowej wydają się ściśle tylko dlatego, że stanowią rezultat uśrednienia, w którym liczba zdarzeń w zespole statystycznym zmierza do „nieskończoności”². Dla nowego rektora Uniwersytetu Wiedeńskiego konsekwencją przyjęcia formy indeterminizmu na poziomie

² Według Stöltznera w wykładzie inauguracyjnym Exnera można zauważyć również myśl o ewolucji praw przyrody (ściślej prawidłowości) mającej zachodzić w skali kosmicznej (bez możliwości jej detekcji w „lokalnych” eksperymentach fizycznych) – idei przypuszczalnie nawiązującej do rozważań filozoficzno-przyrodniczych Gustava T. Fechnera (1801–1887) (Stöltzner, 2003, s. 129). Podobną ideę głosili przed Exnerem także Charles S. Peirce (1839–1914) (Heidelberger, 1993, s. 268) oraz Henri Poincaré (Poincaré, 1908, s. 164).

molekularnym stało się twierdzenie, zgodnie z którym w ogóle nie ma ścisłych praw w przyrodzie.

Aby doprowadzić do jakiegoś rozstrzygnięcia poruszanej na wstępie wykładu inauguracyjnego kwestii dwutorowości nauk przyrodniczych i humanistycznych, Exner odniósł się do swej maksymy, zgodnie z którą „nie ma ścisłych praw przyrody” i usiłował ją przyłożyć do badań biologicznych, społecznych i humanistycznych. Skoro „ścisłość” jest następstwem „prawa wielkich liczb”³, stopień dokładności wymienionych badań jest wypadkową wielkości próby statystycznej. Dlatego dla Exnera ekonomia, która operuje stosunkowo dużymi liczbami analizowanych obiektów, jest najbardziej ścisłą w grupie nauk społecznych. Z kolei biologia, której przedmioty zainteresowania są ograniczone w liczbie, zajmuje się raczej „prawidłowościami” niż twardymi prawami (tamże, s. 74–78). Jeszcze niższą skalą stwierdzanych prawidłowości charakteryzuje się historia jako nauka, zajmująca się pojedynczymi przypadkami i z trudnością sugerująca jakiegokolwiek uogólnienia. Charakterystyczne w Exnerowskiej perspektywie było jego spojrzenie na uprawianie sztuki. Nie dostrzegał w niej żadnych prawidłowości, ponieważ „człowiek działa z wolną wolą – to jest prawda, ale czego on pragnie; czego pragnie w każdej chwili swojego życia – to zależy od tysiękrotnego łańcucha przypadków” (tamże, s. 68).

³ Dla Exnera rachunek prawdopodobieństwa jest oparty na tzw. prawie wielkich liczb – „jedynym prawie, które faktycznie rządzi wszystkimi zdarzeniami w przyrodzie” (Exner, 1908, s. 19).

Przy końcu swojego wystąpienia Exner wyprowadzał kolejne wnioski nawiązujące do fizyki statystycznej, porównując m.in. równowagę ekonomiczną oraz dystrybucję dóbr w społeczeństwie, a nawet stan społeczności uniwersyteckiej do efektów fizycznych związanych z drugą zasadą termodynamiki (tamże, s. 81–87). Spełnił tym samym wspomniane powyżej wymogi towarzyszące wykładowi inauguracyjnemu. Przez barwne ukazanie dynamiki życia i kultury na uczelni wiedeńskiej, a także przez próbę rozwiązania wielowiekowego dylematu między przyrodoznawstwem i humanistyką opartego na jednoczących je probabilistycznych właściwościach wszystkich obszarów świata, Exner usiłował uzyskać efekt nowego rozumienia pojęcia *universitas*. Jak donosiła wiedeńska popołudniówka *Neue Freie Presse* uniwersytecka aula była szczelnie zapełniona „senatem akademickim, tłumnie przybyłymi profesorami, jak również wieloma damami” (Rektorsinauguration, 1908, s. 3). Nie zabrakło też echa oryginalnych idei i rozwiązań zaprezentowanych przez nowego rektora, które – jak pisał później były uczeń Exnera Hans Benndorf – „w tamtym czasie wywołały spore poruszenie” (Benndorf, 1927, s. 403).

Relacjonowanie poglądów Exnera ograniczamy w tym miejscu do dość zwięzłego omówienia zasadniczych rysów jego wystąpienia rektorskiego z 1908 r. Ich rozwinięcia austriacki fizyk dokonał w wydanych w 1919 r. *Wykładach o fizykalnych podstawach nauk przyrodniczych* (Exner, 1919). Exner pisał je w czasie trwania działań wojennych i wcześniej nigdy ich nie prezentował na forum publicznym. Z racji na to,

że Smoluchowski zmarł w 1917 r., nie będziemy się do nich odwoływać i ich komentować.

Choć w swoim wykładzie inauguracyjnym, poza wyróżnieniem dokonań zmarłego niedawno Boltzmann, Exner nie odwoływał się imiennie do idei i osiągnięć innych uczonych, można w nim jednak usłyszeć echa toczących się na przełomie wieków dyskusji naukowych i filozoficznych. Dominowała w nim interpretacja statystyczna drugiej zasady termodynamiki, ale w uogólniającej wizji rektora Uniwersytetu Wiedeńskiego można także dostrzec ślady wpływu znanych mu doskonale rozwiązań jego uczniów w zakresie badań fluktuacji mikrostanów w rozpadzie promieniotwórczym (E. von Schweidler)⁴ i ruchach Browna (M. Smoluchowski). W zakresie dyskusji filozoficznych w wystąpieniu Exnera zdają się pobrzmiewać także wpływy empirio-krytycyzmu E. Macha i fizykalizmu Boltzmann, jak również można zauważyć bliskość świeżym rozważaniom C.S. Peirce'a i Poincarégo na temat przypadku i prawdopodobieństwa⁵.

⁴ Odkryta przez Henri'ego Becquerela (1852–1908) w 1896 r. promieniotwórczość naturalna była pierwszym, poznanym przez człowieka, zjawiskiem fizycznym, w którym sam proces fizyczny na poziomie atomowym przebiega w sposób przypadkowy.

⁵ Por. np. słowa Peirce'a z 1893 r.: „absolutny przypadek jest czynnikiem we wszechświecie” lub „przypadek podlega prawom, z których wypływają wyniki statystyczne” (Peirce, 1935–1958, t. 6, s. 301, 606). Exner mógł znać także refleksje Poincarégo z jego popularnej pracy *Wartość nauki*, w której francuski uczony rozważał możliwość statystycznego charakteru wszystkich praw fizyki (Poincaré, 1908, s. 135, 160–169).

Z poglądów Exnera wyłania się obraz świata złożonego z układów o niezliczonych przedmiotach, w których rządzą zjawiska i zdarzenia przypadkowe. Jest to świat indeterministyczny, także w aspekcie ontologicznym. Determinizm może dotyczyć jedynie, traktowanych instrumentalnie, postaci formuł matematycznych opisujących określone obszary świata (prawa fizyki jako efekt działania mas statystycznych). Jakkolwiek eksperymentalista Exner w swojej wizji nie podejmuje (idąc za empiriokrytycyzmem Machowskim) kwestii przyczynowości w przyrodzie, sugerowana przez niego wszechogarniająca przypadkowość zdarzeń zakłada jakąś wersję a-przyczynowości. Jak się wydaje, mimo tego, że austriacki fizyk unikał w swoim wystąpieniu nawiązywania do dyskusji filozoficznych, radykalizm poglądów interpretacyjnych dotyczących aktualnej w tym czasie nauki, zwłaszcza fizyki, spowodował, że jego poglądy przyjęły charakter dyskutowalnych tez metafizycznych. Dlatego w ostatnim paragrafie niniejszego artykułu skonfrontujemy wizję Exnerowską z poglądami na przypadek, prawa przyrody i indeterminizm, których można doszukać się w niektórych pismach Mariana Smoluchowskiego.

3. Relacje między Exnerem a Smoluchowskim

Autorzy jedynej jak dotąd biografii naukowej Franza-Serafina Exnera Berta Karlik i Erich Schmid ukuli w niej wyrażenie „kręgu Exnera” (*Exner-Kreis*) na określenie „grupy jego naj-

ściślejszych współpracowników”. W istocie była to nieformalna grupa złożona z kilkunastu fizyków: byłych studentów, doktorantów i aktualnych asystentów mistrza. Z jednej strony prowadzili oni z Exnerem, albo kontynuowali po nim badania, głównie eksperymentalne, z różnych obszarów fizyki. Niewątpliwą rolę odgrywała tu niekwestionowana charyzma ich nauczyciela i zarazem przyjaciela, która pozwalała im samodzielnie rozwijać skrzydła, a jednocześnie czerpać z jego ogromnego doświadczenia. Z drugiej strony reprezentowali oni wszyscy nowe idee w samej fizyce, głęboko zakorzenione w pracach ich rodaków Josefa Loschmidta (1821–1895) i Boltzmann (nauczycielach Exnera) z zakresu fizyki statystycznej, niepodejmowane jeszcze wówczas powszechnie, co więcej, w innych środowiskach fizyków europejskich niejednokrotnie ostro krytykowane. Do ściślejszego „kręgu Exnera” Karlik i Schmid zaliczyli także Mariana Smoluchowskiego (Karlik i Schmid, 1892, s. 134–138).

Smoluchowski nie był jednak typowym współpracownikiem Exnera z jego kręgu, jak choćby późniejsi nobliści – Viktor F. Hess, który w Wiedniu, w bliskości mistrza dokonywał swoich przełomowych odkryć dotyczących promieniowania kosmicznego (1912), czy Erwin Schrödinger, współpracujący z Exnerem przez kilkanaście lat (1906–1920). Co prawda pod jego okiem Smoluchowski studiował i wykonał swoją pracę doktorską poświęconą badaniom akustycznym sprężystości miękkich ciał (1895), ale zaraz po doktoracie wyjechał do laboratoriów zagranicznych, zdobywając tam dalsze doświadczenie. Po powrocie do Wiednia w 1897 r. uzyskał szybko habilitację,

a uniwersytet zaferował mu *venia legendi* w zakresie fizyki, co zaowocowało stosunkowo krótkim epizodem pracy w roli wykładowcy. Jak wiadomo, niedługo potem Smoluchowski opuścił stolicę monarchii i udał się do Lwowa na tamtejszy uniwersytet (zwany jeszcze wtedy Franciszkańskim).

Wcześniejszy i późniejszy kontakt listowy między Smoluchowskim i Exnerem, jak się wydaje, także nie był zbyt ożywiony⁶. Do dzisiaj zachowało się jedynie pięć listów Exnera do polskiego uczonego oraz trzy Smoluchowskiego do Exnera. Niestety, nie zawierają one jakichkolwiek elementów dyskusji naukowej, a tym bardziej filozoficznej, związanej na przykład z żywionymi przez Exnera, wyżej zrelacjonowanymi jego poglądami na temat indeterminizmu czy też przypadku w przyrodzie. Niemniej jednak można je podzielić na dwie grupy tematyczne. Stroną podejmującą temat w obu przypadkach był fizyk austriacki.

Do pierwszej grupy należy zaliczyć wymianę korespondencji między Exnerem i Smoluchowskim z okresu między końcem kwietnia 1896 roku a początkiem czerwca tego samego roku. Wymianę tę zainicjował Exner, wykorzystując poniekąd okazję pobytu swojego byłego studenta w laboratorium Gabriela Lippmanna (1845–1921) w Paryżu. Exner prowadził w tym czasie zakrojone na szeroką skalę pomiary widm emisyjnych w zakresie

⁶ Można tę ilość porównać choćby do objętości korespondencji Smoluchowskiego z jego przyjacielem Friedrichem Hasenöhrl'em (1874–1915), z której w Bibliotece Jagiellońskiej zachowało się aż 49 listów tego pierwszego (por. Hasenöhrl, 1893–1915).

ultrafioletu wszystkich znanych wtedy pierwiastków chemicznych (Exner i Haschek, 1904; Karlik i Schmid, 1982, s. 74–75). Do tego celu potrzebował próbek pierwiastków o możliwie wysokiej czystości. Część z nich pozyskiwał z laboratorium znanego francuskiego chemika Ferdinanda Moissana (1852–1907). Exner co prawda niezależnie korespondował z Moissanem, ale dla upewnienia się w kwestii zamawianych i przesyłanych do Wiednia próbek „wykorzystał” obecność Smoluchowskiego w Paryżu, prosząc go o kontakt na miejscu z francuskim chemikiem (Exner, 1896; Smoluchowski, 1896).

Druga część korespondencji Exnera z Smoluchowskim (licząca dwa listy Exnera i jeden Smoluchowskiego) obejmuje okres od połowy listopada 1915 roku do początku stycznia 1916 roku. Dotyczyła ona przede wszystkim sprawy możliwego objęcia przez Smoluchowskiego na Uniwersytecie Wiedeńskim katedry fizyki teoretycznej po Friedrichu Hasenöhrlu, który w październiku 1915 roku zginął na froncie włoskim (Exner, 1915–1916; Smoluchowski, 1915). Hasenöhrla ze Smoluchowskim łączyła długa przyjaźń, sięgająca ich edukacji w Theresianum, kształtowana wspólnym zamiłowaniem do fizyki, muzyki i wypraw górskich⁷ (Teske, 1955).

Jeszcze w listopadzie 1915 roku Wydział Filozoficzny Uniwersytetu Wiedeńskiego powołał komisję dla wyłonienia kan-

⁷ Hasenöhrl zyskał wysokie uznanie w środowisku fizyków m.in. przez udowodnienie w 1904 roku szczególnego przypadku prawa proporcjonalności masy i energii, które rok potem Einstein wyraził w słynnej formie uogólnionej.

dydata do objęcia katedry fizyki teoretycznej po Hasenöhrlu. Po pierwszych jej obradach jedynym i bezdyskusyjnym kandydatem na to stanowisko był Smoluchowski. Dwóch z dziewięciu członków komisji – fizycy Franz-Serafin Exner i Ernst Lecher (1856–1926) w podsumowaniu prac tego zespołu stwierdziło wówczas: „Z grona obywateli Austrii można nominować tylko jednego kandydata, który całkowicie spełnia wymagania wiedeńskiej profesury i od którego z bardzo dużym prawdopodobieństwem można oczekiwać, że z powodzeniem będzie kontynuował tradycję szkoły Boltzmannowskiej. Jest nim aktualny profesor fizyki w Krakowie Marian von Smoluchowski” (cyt. za: Hunger, 2008, s. 413). Z czasem jednak pierwotną jednomyślność członków komisji wzmruszyły wątpliwości co do kandydatury Smoluchowskiego, z jednej strony sprowokowane do dziś niejasnymi zarzutami wobec jego poglądów na kwestie narodowościowe, z drugiej zaś związane z nasilającymi się w tym czasie także wśród niektórych członków komisji tendencjami nacjonalistycznymi (uznających, że katedrę fizyki powinien objąć obywatel narodowości niemieckiej). Echa tych dyskusji można także prześledzić w korespondencji Smoluchowskiego z Exnerem. Ostatecznie sprawa obsadzenia katedry fizyki teoretycznej w Wiedniu przeciągnęła się aż do marca 1917 roku, a Smoluchowski, choć pozostał nadal jednym z kandydatów na to stanowisko, nie miał już wtedy na nie większych szans. Należy tylko zauważyć, że w całej tej stosunkowo długiej historii Franz-Serafin Exner niezmiennie opowiadał się za kandydaturą swojego dawnego ucznia, a do cesarskiego ministerstwa nauki

nawet wysłał w tej sprawie *votum separatum*. Tymczasem profesorem fizyki teoretycznej w Wiedniu został wspomniany już Ernst Lecher (Hunger, 2008).

4. Exner, Smoluchowski i „indeterminizm wiedeński”⁸

Jak widać z powyższego, kwestie związane ze statusem praw przyrody i obecności w niej przypadku nie były w żadnej mierze przedmiotem kontaktu korespondencyjnego między Smoluchowskim a Franzem-Serafinem Exnerem. Na podstawie dostępnych świadectw nic nie wiadomo także o wymianie myśli w tym przedmiocie w ramach możliwych kontaktów bezpośrednich (np. w czasie zjazdów naukowych lub spotkań okolicznościowych) obydwu fizyków. Smoluchowski jednak mógł zapoznać się z poglądami Exnera w sposób pośredni, zwłaszcza z tymi, które odbiły się pewnym echem w Europie po jego wystąpieniu rektorskim w 1908 roku. O tym, że polski fizyk miał

⁸ Pojęcie „indeterminizmu wiedeńskiego” wprowadził Michael Stöltzner (1999; 2003) na określenie, dokonanego w jego przekonaniu przez Macha, Boltzmann’a i Exnera, rozdziału między apriorycznie (po Kantowsku) pojętą przyczynowością jako warunku poznawanej empirycznie przyrody a realizmem. W tej części artykułu przez „indeterminizm wiedeński” można rozumieć dyskusję o charakterze filozoficznym, dotyczącą głównie konsekwencji rozwoju fizyki statystycznej (rozwijanej przez środowisko fizyków ściśle związanych z Wiedniem) dla obrazu nauki i przyrody.

jakieś pojęcie o tych poglądach może np. świadczyć jego korespondencja z bratankiem Franza-Serafina – Felixem M. Exnerem (1876–1930), fizykiem specjalizującym się w meteorologii⁹. W jednym z listów do Smoluchowskiego z 1913 roku Feliks Exner pisał: „Dzięki wywodom mego stryja Franciszka Exnera przyszła mi myśl, czy aby anomalie w ogóle dadzą się dokładnie przewidzieć, także jeżeli znane są niektóre z rządzących nimi reguł, innymi słowy, czy istnieją prawa? [...]” (cyt. za: Teske, 1955, s. 222; Exner, 1913).

Mimo że w swoich artykułach, zarówno tych ściśle fizycznych, jak i tych o charakterze filozoficznym Smoluchowski nie odwoływał się imiennie do prac czy myśli Franza-Serafina Exnera, kilku współczesnych historyków i filozofów nauki postawiło tezę, zgodnie z którą artykuły polskiego uczonego poświęcone kwestii przypadku i praw probabilistycznych w fizyce zawierają elementy odpowiedzi, choć skierowanej nie wprost, na poglądy fizyka austriackiego dotyczące praw przyrody, roli przypadku oraz przyczynowości i determinizmu. Co więcej, autorzy ci, obok Smoluchowskiego, jako drugiego nieformalnego dyskutanta Exnera wymieniają zgodnie Maxa Plancka (1858–1947) i jego wystąpienie jako rektora Uniwersytetu Berlińskiego w dniu 3 sierpnia 1914 roku zatytułowane *Prawidłowości dynamiczne i statystyczne* (Forman, 1971; Hanle, 1979; Stöltzner, 1999; Planck, 1944). W tym miejscu pominiemy jednak

⁹ Felix Exner był jednym z pionierów tzw. meteorologii dynamicznej, wykorzystującej metody probabilistyczne (zob. Karlik i Szmid, 1982, s. 151).

„odpowiedź” Plancka¹⁰, koncentrując się wyłącznie na elementach łączących Smoluchowskiego z Exnerem.

Domniemane odniesienie Smoluchowskiego do Exnera najwcześniej dostrzegł autor tyle głośnego, co kontrowersyjnego artykułu poświęconego rzekomemu wpływowi tzw. kultury weimarskiej na powstanie mechaniki kwantowej, Paul Forman (Forman, 1971, s. 67, przypis 158). Amerykański historyk nauki i techniki przywołał słowa Smoluchowskiego z jego najbardziej znanego, choć już pośmiertnego, niemieckojęzycznego artykułu z 1918 roku nt. przypadku w fizyce (*O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw probabilistycznych w fizyce*)¹¹, dotyczące „panującej dziś tendencji sprowadzania – na wzór kinetycznej teorii gazów – wszystkich praw fizyki do statystyki ukrytych zdarzeń elementarnych [...]”, jednocześnie zwracając uwagę na to, że polski fizyk wcale nie wykluczał możliwości „zastąpienia przez prawidłowość statystyczną” (Smoluchowski, 1956, s. 297) także innych znanych ówczesznie teorii i zasad (w tym „zasady względności”). Można podejrzewać, że była to wyraźna aluzja do mocniejszego, w tym przypadku, poglądu Exnera (jako „panującej dziś tendencji”), zgodnie z którym „nie istnieją ściśle prawa przyrody (*Naturgesetze*)” (Exner,

¹⁰ Jest interesujące, że Stöltzner doszukuje się w końcowej części drugiego wydania z 1922 roku *Wykładów o podstawach fizykalnych nauk przyrodniczych* Exnera z kolei ukrytej jego odpowiedzi na zarzuty Plancka (por. Stöltzner, 1999, s. 107).

¹¹ Warto zauważyć pomijany zwykle fakt, iż tekst Smoluchowskiego został opublikowany w *Die Naturwissenschaften* w związku z 60. rocznicą urodzin Maxa Plancka.

1909, s. 58), a jedynie prawidłowości (*Gesetzmässigkeiten*) statystyczne. Jednocześnie Forman podkreślił, że celem artykułu Smoluchowskiego było przede wszystkim pokazanie, iż „przypadek – w tym znaczeniu, w jakim używa się tego wyrazu w fizyce – może być niewątpliwie wywołany przez ściśle określone, prawidłowe przyczyny” (Smoluchowski, 1956, s. 325). Wypada sądzić, że w tym stwierdzeniu polskiego fizyka zawiera się kluczowa różnica między jego pojęciem przypadku, a poglądem na przypadek austriackiego uczonego. Podczas gdy dla Exnera przypadek, a właściwie „chaos zjawisk przypadkowych (*Chaos zufälliger Ereignisse*)” (Rektorsinauguration, 1908, s. 3) w zasadzie nie jest związany z pojęciem przyczynowości, według Smoluchowskiego „nazywamy *przypadkiem* [kursywa M.S.] pewien szczególny rodzaj więzi przyczynowych” (Smoluchowski, 1956, s. 308)¹².

Paul Hanle poszedł za inspiracją Formana dalej i rozwinął analizę myśli Smoluchowskiego konfrontującą wywody Exnera (Hanle, 1979, s. 241, 251–257). Amerykański historyk nauki przypomniał znane stwierdzenie Smoluchowskiego z jego artykułu z 1918 roku, krytykujące pogląd na prawdopodobieństwo

¹² W swojej pracy z 1918 r. Smoluchowski w istocie rozważa także bardziej szczegółowo możliwe źródła zdarzeń przypadkowych, jak np. wtedy, kiedy „mała przyczyna” wywołuje w danym układzie „duży skutek” (nawiązując tym samym do analiz Poincarégo z *Nauki i metody* [Poincaré, 1912, s. 47]). Dokładniejsze omówienie tego zagadnienia można znaleźć np. w pracach: (Polak, 2009; Heller, 2012, s. 161–164).

w fizyce, zakładający pojęcie przypadku jako „nieznanej przyczyny częściowej” (Smoluchowski, 1956, s. 300). W miejsce tego zbyt szerokiego i zależnego od naszej wiedzy pojęcia przypadku, polski fizyk zaproponował węższe i uściślone matematycznie (zobiektywizowane)¹³, ilustrując je następnie przykładami. Zdaniem Hanle’a, z podaną przez polskiego uczonego węższą definicją przypadku mógłby się zgodzić nawet Exner, choć unikała ona zakładanej przez fizyka austriackiego „fundamentalnej nieokreśloności”¹⁴ na podstawowym poziomie przyrody. Z drugiej strony, przyjmując obiektywistyczną charakterystykę przypadku, według amerykańskiego historyka, wbrew poglądom Exnera, Smoluchowski starał się wykazać, iż sama metoda statystyczna nie implikuje a-kausalności molekularnej: „[...] z naszego sposobu pojmowania rzeczy nie wynika naturalnie, aby rachunek prawdopodobieństwa miał wartość jakiejś

¹³ „[...] pewne zdarzenie y zależy od przypadku, gdy jest taką funkcją zmiennej przyczyny lub warunku częściowego x (jej wartość liczbową może być nieznana lub ignorowana umyślnie), że wystąpienie albo niewystąpienie tego zdarzenia zależy od bardzo małej zmiany argumentu x (małej w stosunku do obszaru wahań x)” (Smoluchowski, 1956, s. 308); por. także komentarz (Stawarz 2016, s. 129–132).

¹⁴ W swoim artykule Hanle przypisuje Exnerowi tezę o „fundamentalnej nieokreśloności” przyrody na poziomie molekularnym (np. w przypadku zjawisk fluktuacji opisywanych językiem probabilistyki) analogicznie do nieokreśloności (wyrażonej w zasadzie nieokreśloności lub nieoznaczoności) charakterystycznej dla opisów stanu układów w mechanice kwantowej. Dla Hanle’a fundamentalna nieokreśloność w przypadku mechaniki kwantowej wyraziła się na początkowym etapie jej rozwoju w statystycznej interpretacji mechaniki falowej Borna, zasadzie nieoznaczoności Heisenberga i zasadzie komplementarności Bohra (Hanle, 1979, s. 225).

nowej zasady badania, niezależnej od pozostałej wiedzy o przyrodzie – gdyż stanowi on tylko upraszczającą schematyzację statystyczną pewnych związków funkcjonalnych, bardzo często występujących w świecie zjawisk fizycznych, a tak złożonych, iż dokładne ich badanie natrafia na wielkie trudności” (Smoluchowski, 1956, s. 326–327).

Na koniec tego artykułu warto zauważyć, że choć pojęcie indeterminizmu nie pojawiało się jeszcze zbyt często w komentarzach do fizyki dwóch pierwszych dekad XX w. (w odróżnieniu od literatury antropologiczno-etycznej i problematyki wolnej woli), a także nie posługiwał się nim wprost Franz-Serafin Exner, odwołał się do niego przynajmniej w dwóch swoich pracach Marian Smoluchowski. W pierwszej z nich, zatytułowanej *O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna* z 1914 r. polski fizyk pisał: „badania nad fluktuacjami [...] wiążą się [...] bezpośrednio z zasadniczym rysem teorii kinetycznej, który w przeciwstawieniu do poglądu termodynamicznego podkreśla pewien indeterminizm makroskopijnych zjawisk materialnych, pociągający za sobą wprowadzenie do dziedziny fizyki pojęć przypadku i prawdopodobieństwa i wyrażający się już w zewnętrznej formie tej teorii: używaniem statystycznej metody rozumowania” (Smoluchowski, 1924–1928, t. 2, s. 270). W swojej wymowie zbliżone stwierdzenie polski uczony zawarł także w pracy z 1915 r. *O pewnych brakach w uzasadnieniu prawa entropii oraz równania zasadniczego Boltzmanna w kinetycznej teorii gazów* nazywając także powyżej wspomniany „rys podstawowy kinetyki molekularnej” „momentem indeterministycznym” (Smoluchowski, 1956, s. 220).

Jak widać „moment indeterministyczny” charakteryzujący teorię kinetyczno-molekularną jest także racją dla posługiwania się przez polskiego fizyka pojęciem przypadku i prawdopodobieństwa. Jest on również przede wszystkim pewną właściwością określonej koncepcji naukowej, a nie wprost samej przyrody. Jak pisał Smoluchowski w powyżej cytowanym artykule, w teorii molekularnej „[...] temu samemu obserwowanemu stanowi odpowiada nieskończona różnorodność mikrostanów oraz odpowiadających im kierunków rozwoju w czasie, ponieważ zaś leżących u ich podstaw ‘mikroprzyczyn’ nie można dostrzec przy pomocy środków, jakimi rozporządzamy, zdarzenia fizyczne przybierają częściowo charakter przypadkowości” (tamże). Tym samym „przypadkowość” jest również dla polskiego uczonego pewną formą wyrazu dla mechanizmów zjawisk przyrodniczych, dla których poznanie kompletu fizycznych „mikroprzyczyn” nie jest możliwe z racji poznawczo-technicznych (np. ograniczonej detekcyjnej wykorzystywanej aparatury obserwacyjnej). Nie znaczy to zarazem, że tak pojęty przypadek nie posiada obiektywnych korelatów w przyrodzie, dlatego też Smoluchowski tak zdecydowanie wypowiedział się o jego aspektach obiektywnych oraz uwikłaniu w fizyczne pojęte związki przyczynowe.

Exnerna ze Smoluchowskim połączyła ta sama tradycja naukowa, nawiązująca do wiedeńskiej szkoły badań nad fizyką statystyczną, ugruntowana głównie przełomowymi pracami Boltzmanna. W znacznej mierze łączył ich także klimat intelektualny stolicy monarchii austro-węgierskiej, w której ścierały się po-

głądy na przyrodę i naukę Boltzmanna i Macha (por. Stawarz, 2016), a także F. Brentany i A. Meinonga (por. Coen, 2008). Mimo koleżeńskiej bliskości, może nawet przyjaźni, a na pewno więzi badawczej, w kwestii przypadku, praw fizyki czy indeterminizmu, Exner i Smoluchowski wykazywali w stosunku do swoich własnych poglądów wyraźne różnice. Podczas gdy austriacki fizyk przypisał przypadkowi decydującą rolę nie tylko w przyrodzie, ale i w świecie kultury, polski uczony ograniczył swoje rozważania nad przypadkiem do analizy charakteru teorii fizycznych i naszych możliwości poznawczych. Exner „oddzielił” przypadek od przyczynowości, podczas gdy Smoluchowski określił go jako „szczególny rodzaj więzi przyczynowych”. Jak się wydaje, w kwestii statusu praw fizyki obaj mieli poglądy częściowo zbieżne (prawa fizyki i teorie jako użyteczne instrumenty poznawcze), częściowo jednak odmienne (Smoluchowski jako głównie teoretyk cenił ścisłość matematyczną praw; Exner jako eksperymentalista traktował je bardziej jako przybliżone uogólnienia). W końcu, co do zagadnienia indeterminizmu, podczas gdy Smoluchowski rozważał jego możliwość w obrębie termodynamiki statystycznej i teorii fluktuacji, świat Exnera jest indeterministyczny w swojej najgłębszej warstwie nie tylko fizycznej, ale – jak się wydaje – także ontologicznej. O tym ostatnim świadczy zwłaszcza żywiony przez austriackiego fizyka pogląd o wszechobecności zjawisk i zdarzeń przypadkowych.

Jak wiadomo, w czerwcu 1917 roku Smoluchowski został wybrany na rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego. Jego biograf pisał, że już „w sierpniu zaczął myśleć o wykładzie inauguracyjnym”

(Teske, 1955, s. 266). Według Armina Teskego wystąpienie Smoluchowskiego miało nosić tytuł „O jednolitości praw w przyrodzie”. Prawie dziesięć lat po wykładzie inauguracyjnym Exnera w Wiedniu jego uznany już w świecie nauki uczeń miał w Krakowie ponownie podjąć, intrygującą nie tylko fizyków, kwestię praw przyrody. Czy podjąłby się w tym wystąpieniu dyskusji poglądów swojego dawnego nauczyciela? Tego już nigdy się nie dowiemy, a znając w jakieś mierze poglądy Smoluchowskiego na kwestię praw, przypadku i prawdopodobieństwa w fizyce, jego ewentualnej linii argumentacyjnej możemy tylko się domyślać.

Bibliografia

- Benndorf, H., 1927. Zur Erinnerung an Franz Exner. *Physikalische Zeitschrift*, 28, s. 397–409.
- Bitbol, M., 1996. *Schrödinger's philosophy of quantum mechanics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Boltzmann, L., 1868. Studien über Gleichgewicht der lebendigen Kraft zwischen bewegten materiellen Punkten. *Wiener Berichte*, 58, s. 517–560.
- Coen, D.R., 2008. *Vienna in the age of uncertainty: Science, liberalism, and private life*. Chicago: University Chicago Press.
- Exner, F.M., 1913. List do M. Smoluchowskiego z 18.01.1913. Korespondencja M. Smoluchowskiego z lat 1893–1917. Biblioteka Jagiellońska (BJ) 9414 III, k. 224-225.
- Exner, F.-S., 1896. Listy do M. Smoluchowskiego z 27.04.1896, 8.05.1896, 8.06.1896. Listy do Mariana Smoluchowskiego z lat 1893-1917, BJ 9414 III, k. 226-229.
- Exner, F.-S., 1908. *Der Schlichten Astronomia*. Wien (wydane własnym sumptem).

- Exner, F.-S., 1909. Über Gesetze in Naturwissenschaft und Humanistik. W: *Die feierliche Inauguration des Rektors der Wiener Universität für das Studienjahr 1908/1909*. Wien: Selbstverlag der K.K. Universität.
- Exner, F.-S., 1915–1916. Listy do M. Smoluchowskiego z 17.11.1915, 23.11.1915, 5.01.2016. Listy do Mariana Smoluchowskiego z lat 1893–1917, BJ 9414 III, k. 230–232.
- Exner, F.-S., 1919. *Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften*. Leipzig – Wien: Franz Deuticke.
- Exner, F.-S., Haschek, E., 1904. *Wellenlängen-tabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspektren der Elemente*. Leipzig – Wien: Franz Deuticke.
- Forman, P., 1971. Weimar culture, causality, and quantum theory, 1918–1927: Adaptation by german physicists and mathematicians to a hostile intellectual environment. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, s. 1–115.
- Hanle, P., 1979. Indeterminacy before Heisenberg: The case of Franz Exner and Erwin Schrödinger. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 10, s. 225–269.
- Hasenöhrl, F., 1893–1915. Listy do Mariana Smoluchowskiego z lat 1893–1917, BJ 9415 III, k. 133–223.
- Heidelberger, M., 2004. *Nature from within: Gustav Theodor Fechner and his psychophysical worldview*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Heller, M., 2012. *Filozofia przypadku: Kosmiczna fuga z preludium i codą*. Kraków: Copernicus Center Press.
- Hiebert, E.N., 2000. Common frontiers of the exact sciences and the humanities. *Physics in Perspective*, 2, s. 6–29.
- Hörz, H., 1992. Determination and self-organization: Erwin Schrödinger's view on chance. W: J. Götschl (red.), *Erwin Schrödinger's world view: The dynamics of knowledge and reality*. Dordrecht: Springer.
- Hunger, H., 2008. Smoluchowski and Vienna. W: M. Kokowski (red.), *The global and the local: The history of science and the cultural integration of Europe. Proceedings of the 2nd ICESHS (Cracow, Poland September 6-9, 2006)*.

- <http://www.2iceshs.cyfronet.pl/2ICESHS_Proceedings/Chapter_15/R-7_Hunger.pdf> (dostęp: 28.12.2016).
- Karlik, B., Schmid, E., 1982. *Franz S. Exner und sein Kreis*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Peirce, C.S., 1935–1958. *Collected papers*. C. Hartshorne, P. Weiss, (red.), Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Planck, M., 1944. Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. W: *Wege zur physikalischen Erkenntnis: Reden und Vorträge*. Leipzig: S. Hirzel, s. 54–67.
- Poincaré, H., 1908. *Wartość nauki*. Warszawa: Centnerszwer i Ska.
- Poincaré, H., 1912. *Nauka i metoda*. Warszawa: Centnerszwer i Ska.
- Polak, P., 2009. Koncepcja przypadku w pismach Mariana Smoluchowskiego. W: M. Heller i inni (red.), *Krakowska filozofia przyrody w okresie międzywojennym*, t. 3. Tarnów – Kraków: OBI – Biblos, s. 443–460.
- Rektorsinauguration an der Wiener Universität. *Neue Freie Presse (Abendausgabe)*, 15 października 1908, s. 3.
- Smoluchowski, M., 1896. Listy do Franza-Serafina Exnera z 30.04.1896, 2.05.1896. *Spuścizna listowa F.-S. Exnera*, Austriacka Biblioteka Narodowa (ABN), Autogr. 295/85-1.
- Smoluchowski, M., 1915. List do Franza-Serafina Exnera z 29.12.1915. *Spuścizna listowa F.-S. Exnera*, ABN, Autogr. 295/85-3.
- Smoluchowski, M., 1924–1928. *Pisma z polecenia Akademii Umiejętności zgromadzone i wydane przez Władysława Natansona i Jana Stocka*, t. 1–3. Kraków: Akademia Umiejętności – Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Smoluchowski, M., 1956. *Wybór pism filozoficznych*. Warszawa: PWN.
- Stawarz, M., 2016. *Rekonstrukcja i krytyczna analiza poglądów filozoficznych Mariana Smoluchowskiego*, nieopublikowana praca doktorska, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie.
- Stöltzner, M., 1999. Vienna indeterminism: Mach, Boltzmann, Exner. *Synthese*, 119, s. 85–111.
- Stöltzner, M., 2003. *Causality, realism and the two strands of Boltzmann's legacy (1896–1936)*, nieopublikowana praca doktorska, Uniwersytet w Bielefeld.
- Teske, A., 1955. *Marian Smoluchowski – życie i twórczość*. Warszawa: PWN.