

FINN AASERUD

NAUKA PRZEKIEROWANA:
NIELS BOHR, FILANTROPIA,
I NARODZINY FIZYKI JĄDROWEJ*
(FRAGMENTY)

1. WPROWADZENIE

Fizycy od dawna interesowali się zagadnieniami biologicznymi, a od końca lat trzydziestych XX wieku zainteresowanie to szczególnie przybiera na sile¹. Wśród wybitnych fizyków zainteresowanych biologią znalazł się m.in. Niels Bohr (1885-1962), jeden z najwybitniejszych przyrodników XX stulecia.

Swoje poglądy dotyczące kwestii biologicznych po raz pierwszy w kompletnej formie Bohr zaprezentował na Drugim Międzynarodowym Kongresie Światła, który odbył się w Kopenhadze w 1932 r.² Swoje zainteresowania biologiczne, ukierunkowane filozoficznie, Bohr rozwijał do końca życia³. Ostatnia jego praca, o wymownym tytule *Light and Life Revisited*, była poświęcona kwestiom biologicznym. Nagła śmierć przeszkodziła mu w jej ukończeniu⁴.

Dr FINN AASERUD – studiował fizykę na Uniwersytecie w Oslo oraz historię nauki na Johns Hopkins University w Baltimore. Pracował w AIP Center for History of Physics w Nowym Jorku. Od 1989 r. dyrektor Niels Bohr Archive w Kopenhadze.

* Tłumaczenie na podstawie wydania: F. A a s e r u d, *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics*, Cambridge: Cambridge University Press 1990.

¹ A. U r b a n e k, *Biologia XX wieku – główne nurty rozwoju*, „Kosmos” 3 (2000), s. 308.

² A a s e r u d, *Redirecting Science*, s. 90.

³ Tamże, s. 92.

⁴ D. F a v r h o l d t, *Introduction*, [w:] *Niels Bohr. Collected Works*, vol. 10: *Complementarity beyond Physics (1928-1962)*, ed. by D. Favrholt, Amsterdam: Elsevier 1999, s. [25].

Bohr utrzymywał, że różnica między materią nieorganiczną i żyjącymi organizmami nie dotyczy substancji, z której są złożone⁵. Twierdził, że opisy teleologiczne nie mogą być przetłumaczone, a tym bardziej zastąpione przez opisy mechanistyczne. Zarówno jednych, jak i drugich, w odniesieniu do organizmów żywych, postrzeganych w konkretnych sytuacjach, należy używać jako komplementarnych, uzupełniających się jeden w stosunku do drugiego. Bohr stwierdza: „W samej rzeczy, na tym tle staje się widoczne, że postawy poznawcze, jak mechanistyczna i finalistyczna, nie wyrażają sprzecznych poglądów na problemy biologiczne, ale raczej podkreślają warunki obserwacji wzajemnie się wyłączające, a jednak równie konieczne w naszych usiłowaniach coraz pełniejszego opisu procesów życiowych”⁶. Innymi słowy, odwołując się do słów Bohra, „poglądy, zwane mechanistycznym i finalistycznym, nie reprezentują sprzecznych punktów widzenia, lecz raczej pozostają do siebie w stosunku komplementarnym, związanym z naszym stanowiskiem jako obserwatorów przyrody”⁷.

Poprzez swoje wystąpienia, organizowane seminaria oraz liczne publikacje, poświęcone kwestiom biologicznym, duński fizyk skłonił niektórych młodych fizyków do zajęcia się problemami nauki o życiu⁸. Jednym z nich był fizyk niemiecki Max Delbrück, który głównie za sprawą Bohra przeobraził się z fizyka w biologa eksperymentalnego. Wraz z genetykiem N. Timofeevem-Resovskym, Delbrück prowadził pionierskie badania nad indukowaniem mutacji pod działaniem promieni X.

Za zamieszczeniem w niniejszym numerze „Roczników Filozoficznych” tłumaczenia fragmentu książki Finna Aaseruda *Redirecting science. Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics* przemawiają głównie względy dydaktyczne. Dostępność tego tekstu w języku polskim daje możliwość zapoznania się z biologicznym aspektem pracy naukowej Bohra szerszemu gronu czytelników. Poza tym przetłumaczony fragment pochodzi z książki trudno dostępnej w Polsce, co tym bardziej uzasadnia podjęcie jej przekładu.

W *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics* Finn Aaserud opisuje wielorakie powiązania zachodzące

⁵ Bohr on Biology, [w:] J. F a y e, *Niels Bohr: His Heritage and Legacy. An Anti-Realist View of Quantum Mechanics*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 1991, s. 163.

⁶ N. B o h r, *Fizyka a zagadnienie życia*, [w:] t e n ż e, *Fizyka atomowa a wiedza ludzka*, tł. W. Staszewski, S. Szpikowski, A. Teske, Warszawa: PWN 1963, s. 150-151.

⁷ T e n ż e, *Atomy a wiedza ludzka*, [w:] t e n ż e, *Fizyka atomowa*, s. 138.

⁸ U r b a n e k, *Biologia XX wieku*, s. 308.

między nauką a jej źródłami finansowania w okresie między dwiema wojnami światowymi. Uwaga autora skupiona jest na Instytucie ds. Fizyki Teoretycznej (później przemianowanym na Instytut Nielsa Bohra) w Uniwersytecie Kopenhaskim. Aaserud koncentruje się zwłaszcza na roli dyrektora, znakomitego duńskiego fizyka Nielsa Bohra, w finansowaniu i zarządzaniu Instytutem. Instytut w Kopenhadze był miejscem formułowania zasad mechaniki kwantowej w latach dwudziestych, a później ważnym centrum badań jądrowych. Kwestie biologiczne były dla duńskiego fizyka i jego Instytutu tematem drugoplanowym. Nie więc dziwnego, że autor interesującej nas publikacji zagadnieniom tym poświęca zaledwie niewielki fragment swojej książki.

Skrócony spis treści książki:

Wprowadzenie

Prolog: duch Kopenhagi

1. Polityka naukowa do 1934

2. Duch Kopenhagi w pracy: późne lata dwudzieste do połowy lat trzydziestych

3. Problem uchodźcy: 1933 do 1935

4. Biologia eksperymentalna: późne lata dwudzieste do 1935

5. Utrwalenie przejścia: 1935 do 1940

Konkluzja

Przypisy

Indeks

2. TŁUMACZENIE

ZAINTERESOWANIE BIOLOGIĄ – OD 1929 DO 1936

Jako tło dla biologicznego aspektu zbiorowych zmian w badaniach instytutowych od połowy lat trzydziestych XX wieku druga część rozdziału drugiego będzie poświęcona kwestiom biologicznym podejmowanym przez Nielsa Bohra w okresie aż do przekierowania przezeń badań. Pokażę, że pod koniec 1929 r. Bohr rzeczywiście rozpoczął omawianie tychże kwestii w swoich publikacjach i korespondencji. Chociaż kwestiom biologicznym poświęcał znacznie mniej czasu i mniej wysiłku niż poznawaniu jądra atomowego, to widać, że bodźcem, który pobudził jego zainteresowanie bio-

logią, tak jak w przypadku omawiania fizyki, było w dużym stopniu pragnienie rozpropagowania swojej zasady komplementarności. Owo zajmowanie się biologią przez Bohra wyrażało się w prowadzeniu ważnych dyskusji z młodszymi kolegami fizykami, dostarczając w ten sposób kolejnego przykładu ducha Kopenhagi w pracy. Jak zobaczymy, filozoficznie zorientowane zainteresowanie Bohra biologią, tak jak dyskusje na temat jądra atomowego, nie doprowadziły do naukowej reorientacji w Instytucie, co miało wkrótce nastąpić.

TŁO

W unikalnym autobiograficznym tekście z 1958 r. Bohr zaznaczył, że na jego zainteresowanie biologią wyraźnie wpłynęły dyskusje prowadzone w domu jego rodziców mniej więcej na przełomie wieków. Tam to czterech najbardziej prominentnych duńskich intelektualistów tamtych czasów – jego ojciec, fizjolog Christian Bohr, filozof Harald Høffding, fizyk Christian Christiansen i językoznawca Vilhelm Thomsen – regularnie spotykali się na ogólne dysputy.

Høffding był, tak jak Christian Bohr, również czynnie zainteresowany kwestiami biologicznymi. Był on członkiem założycielem Towarzystwa Biologicznego w Kopenhadze, gdzie w 1898 r., dwa lata po jego założeniu, przedłożył wykład zatytułowany *On Vitalism* [„O witalizmie”]. Stowarzyszenie zostało założone celem dalszej współpracy profesjonalnych biologów, a Høffding był jednym z kilku członków, którzy nie pracowali zawodowo w tej dziedzinie.

Niels, gdy tylko osiągnął stosowny wiek, uważnie śledził dyskusje w swoim domu rodzinnym. Niczego jednak na temat biologii nie opublikował aż do 1929 r., kiedy miał już 43 lata. Bezpośrednią przyczyną odnowienia tego zainteresowania nie był wpływ środowiska intelektualnego jego ojca, który zmarł w 1911 r., ale ówczesne starania Nielsa o wyjaśnienie zasady komplementarności. Niemniej jednak widać wyraźne analogie między pojęciami i poglądami z przełomu wieku oraz kwestiami biologicznymi, którymi Bohr zajął się 30 lat później. Losy pracy jego ojca, w świetle ogólnego rozwoju biologii, przyczyniły się w jakiś sposób do opublikowania prac biologicznych, które Bohr rozpoczął w 1929 r.

Bardzo prawdopodobne, że Høffding, który uczył Bohra filozofii na Uniwersytecie Kopenhaskim, wywarł ogromny wpływ na filozoficzny sposób

myślenia Bohra. Jednym z podobieństw między poglądami grupy Christiana Bohra oraz znacznie późniejszymi pracami jego syna było użycie przez Nielsa Bohra terminu „psychofizyczny paralelizm”, co miało miejsce około 1930 r. Rozumienie przez Bohra tego pojęcia jest uderzająco podobne do Høffdinga idei „psychofizycznej tożsamości”, którą Høffding omówił obszernie w latach osiemdziesiątych XIX wieku. Høffding w rzeczywistości rozróżnił psychofizyczny paralelizm i jego własne hipotezy tożsamości, znajdując ten pierwszy termin, nie pasujący nawet do jego sposobu myślenia. Ujednolicenie obu terminów w słownictwie Bohra może być wynikiem dość bliskich relacji z jego dobrym starym kolegą szkolnym i zarazem wybitnym duńskim psychologiem, Edgarem Rubinem, który w artykule encyklopedycznym z 1925 r. oba pojęcia uznał za identyczne.

Rozważając parę możliwości, Høffding wywnioskował, że „umysł i ciało, świadomość i mózg, rozwijają się jako różne formy wyrażenia jednego i tego samego bytu”. Natura tego bytu jednakże „leży poza naszą sferą wiedzy. Umysł i materia jawią się nam jako nieredukowalny dualizm, tak jak przedmiot i podmiot”. Høffdinga wiara w determinizm procesów fizyko-chemicznych doprowadziła do rozważenia wolnej woli jako zaledwie subiektywnej iluzji. [...] Jak więc widzimy, prawie połowę wieku po tych oficjalnych oświadczeniach Bohr i jego następcy mogli uznać komplementarność za sposób zachowania możliwości wolnej woli bez porzucania tożsamości psychofizycznej.

W swoich publikacjach poświęconych zagadnieniom ogólnym Bohr rzadko cytował innych autorów. Dlatego nie jest zaskoczeniem, że nigdy wyraźnie nie odwoływał się do Høffdinga jako źródła jego filozoficznych koncepcji czy argumentów, których używał w biologii. W swoim autobiograficznym artykule z 1958 r. Bohr zacytował jednak jakiś konkretny fragment z dzieła swojego ojca. W tej ogólnej wypowiedzi z 1910 r. Christian Bohr zaakcentował ważność praktycznej pracy fizjologicznej w wyjaśnieniu różnych funkcji żywego organizmu w relacji do ich celu utrzymania organizmu przy życiu. Chociaż uznawał klasyczne deterministyczne prawa fizyczne i chemiczne za niezbędne w zgłębianiu fizjologii, to uważał także, że nie można dążyć do zbadania procesów organicznych, nie biorąc w ogóle pod uwagę ich roli w utrzymaniu życia. Dla ojca Nielsa ta okoliczność zasadniczo odróżnia fizjologię od fizyki i chemii. W nekrologu swojego przyjaciela Christiana Bohra Høffding napisał: „To było jego zadanie, na jednym z najbardziej centralnych obszarów życia organicznego szukać pogranicza między życiem i siłami przyrody nieożywionej – zobaczyć, czy była ustanowiona jakaś granica, i jeśli tak, to dojrzeć gdzie”.

Pod koniec życia Christian Bohr oświadczył, że w swoich fizjologicznych badaniach znalazł potwierdzenie niepowtarzalności nauki o życiu. Od lat siedemdziesiątych XIX wieku jego nauczyciel, Carl Ludwig, „pionier nowoczesnej fizjologii”, prowadził dyskusje ze szkołą fizjologa Eduarda Friedricha Wilhelma Pflügera w Bonn nad tym, czy wymiana gazowa tlenu i dwutlenku węgla w płucach może być określona mianem prostego procesu dyfuzji. Po długiej serii eksperymentów w Kopenhadze, przeprowadzonych bardzo sumiennie z użyciem odpowiedniego sprzętu ulepszonego przez jego studenta i asystenta Augusta Krogha, Bohr stwierdził stanowczo, zgodnie z poglądami swojego nauczyciela, że tkanka płucna bierze czynny udział w wymianie gazowej w płucach i że ta wymiana nie jest prostym procesem dyfuzji. Na podstawie eksperymentów przeprowadzonych przez kilku badaczy Christian Bohr w końcu wywnioskował, w szczegółowej recenzji artykułu opublikowanej w 1909 r., że „bez wątplenia istnieje szczególna aktywność komórkowa w wymianie gazowej w płucach”. Bohr sprowadził te wyniki do znaczenia, że zachowanie tkanki płucnej jest regulowane według potrzeb organizmu jako całości. Dlatego zachowanie tkanki płucnej może być rozumiane tylko w odniesieniu do funkcji płuc, jaką jest utrzymanie organizmu przy życiu.

August Krogh nie był jednak usatysfakcjonowany wynikami Christiana Bohra i, niezależnie od niego, postanowił przeprowadzić serię dalszych eksperymentów. Tuż przed śmiercią Christiana Bohra Krogh opublikował swój sprzeciw wobec poglądu swojego doświadczonego kolegi, konkludując z całym przekonaniem, że „[...] absorpcja tlenu i eliminacja dwutlenku węgla w płucach ma miejsce przez dyfuzję i tylko przez dyfuzję. Nie ma żadnych widocznych śladów jakichś innych procesów regulacyjnych w tej części organizmu”.

Według nekrologu napisanego przez Valdemara Henriquesa, jego następcy w katedrze fizjologii w Uniwersytecie Kopenhaskim, Christian Bohr, zanim zmarł, zaakceptował, że oddychanie jest procesem dyfuzji. Kiedy Niels Bohr począł wydawać publikacje poświęcone kwestiom biologicznym w późnych latach dwudziestych XX wieku, minęło jeszcze sporo czasu, nim konkluzje Krogha zostały powszechnie zaakceptowane wśród fizjologów.

Praca Christiana Bohra została pożytecznie odzwierciedlona w karierze jego ucznia i wybitnego brytyjskiego fizjologa, Johna Scotta Haldane’a. Haldane pracował przez wiele tygodni pod kierunkiem Christiana Bohra w kopenhaskim laboratorium we wczesnych latach dziewięćdziesiątych XIX wieku, stał się jego bliskim przyjacielem i wiernym uczniem, podziwiając

swojego nauczyciela. Chociaż szybko przyjął słuszność teorii dyfuzji w normalnych warunkach oddychania, Haldane dowodził, że procesy wydzielania regulowane przez organizm są decydujące w aklimatyzowaniu się ciała zwierzęcego do niskiego ciśnienia atmosferycznego i ciężkiej pracy. W artykule opublikowanym w 1927 r. Haldane opisał wkład Augusta Krogha w następujących słowach:

On całkowicie odrzucił poglądy Bohra na kwestie, czy płuca kiedykolwiek wydzielają tlen aktywnie i w tym, jak sędzę, popełnił bardzo poważny błąd, choć właściwie eksperymenty, jakie przeprowadzał, są wzorem na to, jak eksperymenty wyglądać powinny.

Nawet w osiemnaście lat po udowodnieniu przez Krogha, że poglądy Christiana Bohra były niewłaściwe, Haldane wciąż uważał za konieczne wskazywać, że zachowanie Krogha w stosunku do swojego doświadczanego kolegi było nieodpowiednie. Haldane był jednak w swoich poglądach dotyczących mechanizmu oddychania coraz bardziej odizolowany, a szczególnie stanowczo oponował mu brytyjski fizjolog Joseph Barcroft.

Haldane zdobył się na dużo większy wkład filozoficzny w potwierdzenie teorii wydzielania niż pospołu Carl Ludwig i Christian Bohr. Lansując publicznie filozofię, w której jakościowo różne dyscypliny matematyczne, nauki fizyczne, biologia, psychologia i religia stały się coraz bliższe ludziom, Haldane zwrócił uwagę na fizjologię oddychania – w tej dziedzinie był specjalistą – i jako pierwszy podał przede wszystkim przykład różnicy między podejściem fizycznym i biologicznym: w biologii życie, określane jako utrzymywanie organizmu, było uważane za fundamentalny nieredukowalny fakt. W późniejszym okresie swojego życia Haldane przedstawił teorię wydzielania wielokrotnie jako argument dla poglądu, że oddychanie może być rozumiane tylko w kategoriach jego roli w utrzymaniu organizmu przy życiu.

W miarę jak w środowisku biologicznym był jako zwolennik teorii wydzielania coraz bardziej izolowany, Haldane doświadczał wzrastającego odseparowania w odniesieniu do swojej filozofii nauk o życiu. Zawsze ostrożny w akcentowaniu czegoś, że nie jest tak, iż wskazuje na pewne siły życiowe, rządzące procesami życiowymi, w prowadzonych przez siebie Wykładach Sillimana z 1915 r. scharakteryzował swoją „doktrynę” biologiczną nie jako witalizm, ale jako „organicyzm”. W ostatniej swojej książce na temat filozofii swojej nauki, opublikowanej dwadzieścia lat później, w rzeczywistości potępił jako zwolenników witalizmu tych, którzy wedle obecnej terminologii są nazywani „organicyzmi” albo biologami „organizmalnymi”.

Innymi słowy, do 1935 r. uważał za witalistyczne zarówno obecnie modną koncepcję życia jako organizacji, jak i próbę sprecyzowania ilościowej nauki biologii na tej podstawie.

Młodsze pokolenie biologów uważało Haldane'a koncepcję życia – nie jako dającego się zmierzyć typu organizacji, ale jako nieredukowalnego fizjologicznego faktu – za nienaukową, a nawet witalistyczną. Do tego czasu poglądy Haldane'a należały do świata dyskursu całkowicie różnego od ówczesnego głównego nurtu intelektualnych debat wśród biologów. Jak zobaczymy, Bohr doszedł do podobnych wniosków jak Haldane, w kontekście swojej zasady komplementarności.

Artykuł-recenzja z 1928 r., zatytułowany „Ostatnie postępy w filozofii biologii”, świadczy o ciągłych zmianach w ogólnym patrzeniu na problemy biologiczne podnoszone przez Haldane'a. Autor, biochemik Joseph Needham, zauważony już w wieku 28 lat, przyjął przestarzałe poglądy Haldane'a jako punkt wyjścia. Skrytykował zwłaszcza Haldane'a koncepcję fizycznej i biologicznej nauki jako jakościowo różnej, tak jak Haldane'a insynuacje, że biologia stworzyła bardziej zaawansowany naukowy punkt widzenia. Needham zaś wprost przeciwnie upierał się, że nie ma zasadniczo żadnej różnicy między poszczególnymi dziedzinami naukowych poszukiwań. Podobnie jak w przypadku bardziej nowoczesnych koncepcji twierdził, że znaczące rozróżnienie istnieje jedynie między *ilościową* nauką a *jakościową* filozofią. Na podstawie tych obserwacji Needham oskarżył Haldane'a o utrzymywanie poglądów, które są niezgodne z obowiązkiem naukowca – dążeniem do określenia ilościowego.

Wraz z rozwojem biologii równoległa ewolucja w kierunku ilościowej, jeszcze niedeterministycznej fizyki nie pozostała niezauważona w ogólnej dyskusji nad biologią jako nauką. Haldane, na przykład, wziął te postępy za potwierdzenie swoich długo już utrzymywanych poglądów, że fizyka ostatecznie mogłaby osiągnąć poziom biologii. [...]

Needham zwrócił także uwagę na te osiągnięcia. W swoim recenzyjnym artykule z 1928 r. odniósł się, na przykład, aprobując do ostatniego artykułu amerykańskiego fizjologa Ralphi Staynera Lilliego. Lillie proponuje konkretnie, w jaki sposób biologia mogłaby korzystać z osiągnięć nowej fizyki. W przewodnim artykule czasopisma „Science” z 12 sierpnia 1927 r. Lillie spekuluje, że procesy życiowe mogą być rozumiane w kontekście podkreślenia indywidualnych niedeterministycznych zjawisk atomowych. Needham nie przyjął specyficznej propozycji Lilliego, ale wyraził zrozumienie dla jego motywacji, które doprowadziły go do poszukiwań naukowych

podstaw wolnej woli. Odniósł się do tego wkładu Lilliego jako do „czegoś całkowicie świeżego”.

PIERWSZE STANOWISKA W DZIEDZINIE BIOLOGII

– OD 1929 DO 1930

Lillie opublikował swój artykuł zaledwie kilka tygodni przed tym, jak Bohr zaprezentował w Como w 1927 r. swoją rewolucyjną koncepcję komplementarności. Bohr z kolei opublikował swoje pierwsze stanowisko odnośnie do kwestii biologicznych dwa lata po tym wykładzie w Como. Zamieścił je w jednej z serii artykułów rozwijających wykład o mechanice kwantowej i komplementarności.

Dlaczego Bohr rozpoczął publikowanie swych wypowiedzi na temat biologii? Wyjaśnienie zamieścił w późniejszym artykule z tej samej serii. Stwierdził, że może to pomóc zrozumieć jego interpretację fizyki. Spodziewał się, że epistemologiczne implikacje jego zasady komplementarności będą łatwiej rozumiane poprzez odniesienie do bardziej znanych problemów w innych dziedzinach badań, na przykład w biologii. Jego pierwsze publiczne komentarze do kwestii biologicznych nie wynikały z radykalnej zmiany zainteresowań, ale z pragnienia, by uczynić zasadę komplementarności lepiej zrozumiałą dla większej liczby ludzi. Innymi słowy, posłużyły raczej jako pewne sztuczki, mające do spełnienia pewne określone zadanie, aniżeli były definitywnymi naukowymi oświadczeniami.

Bohr napisał swój pierwszy artykuł, wprowadzający w jego pomysły zarówno w dziedzinie biologii, jak i psychologii, na uczczenie w czerwcu 1929 r. piętnastej rocznicy doktoratu niemieckiego fizyka Maxa Plancka. Jak widzimy, Bohr w okresie badań nad jądrem atomowym korzystał również z takich prestiżowych okazji. W związku z tym, że przesunął swoją dyskusję nad problemem nuklearnym na sam koniec wykładu na temat obecnego stanu fizyki teoretycznej, jego oświadczenie z obszaru biologii poddano znacznie dłuższemu dyskursowi w kontekście zasady komplementarności.

Choć Bohr zajmował się tym samym interdyscyplinarnym problemem co Lillie i inni mu współcześni, nie próbował zrozumieć biologii bezpośrednio na podstawie nowej fizyki. Przeciwnie, próbował użyć swojego komplementarnego punktu widzenia jako rzeczowego argumentu dokładnie tak, jak to zrobił, wyjaśniając relatywistyczną fizykę kwantową i jądro atomowe.

Wchodząc w szczegóły ostatniego paragrafu wykładu z Como, Bohr w swoim artykule na cześć Plancka odniósł się do „daleko idącej analogii

[w mechanice kwantowej] do ogólnej trudności w formułowaniu ludzkich myśli, niezbędnej dla dokonania rozróżnienia między podmiotem a przedmiotem”. I tak skontrastował poczucie wolnej woli w życiu psychicznym z „najwidoczniej przyczynowym, będącym jego wynikiem, łańcuchem towarzyszących jej procesów fizjologicznych”. Odniósł się do tego, co uważał za powszechną opinię, że procesy mentalne mogą być zredukowane do procesów fizjologicznych w mózgu i że dlatego wolna wola jest ledwie iluzją. Chociaż nie wprowadził jeszcze żadnego specyficznego terminu ani nie wspomniał nazwiska Høffdinga, swoje stanowisko Bohr zaczerpnął z wypowiedzi takich, jak parafraza Høffdinga o tożsamości psychofizycznej. W końcu zasugerował, przez analogię do mechaniki kwantowej, że eksperyment przeprowadzony z tą myślą, by prześledzić szczegółowo procesy fizjologiczne w mózgu, może zadziałać na te procesy w sposób nie do przewidzenia, a nawet „spowodować znaczące zmiany w procesie decydowania”; innymi słowy, zasada komplementarności może wyjaśnić wolną wolę poprzez zasugerowanie, że procesy fizjologiczne jednak nie są deterministyczne.

Zasada Bohra sugerowała więc, chociaż on wprost tego nie powiedział, że koncepcja Høffdinga, zmodyfikowana przez „lekcje” mechaniki kwantowej, może zostać podtrzymana bez odrzucenia wolnej woli. Tak po prawdzie, to pracował on na polu biologicznym – i psychologicznym – tylko po to, by swoją zasadę komplementarności wyjaśnić szerszej publiczności. W efekcie jednak jego pracę odbierano jako kontynuację pewnych problemów omawianych jeszcze w domu jego rodziców na przełomie wieków.

Wykład Bohra podczas Osiemnastego Skandynawskiego Spotkania Przyrodników, które odbyło się w Kopenhadze w sierpniu 1929 r., był poświęcony ogólnej dyskusji nad komplementarnością. Podsumowując, raz jeszcze dotknął kwestii odnoszących się do psychologii i biologii. Podczas gdy wcześniej sugerował, że wolna wola może być wywnioskowana z obserwacji problemu w fizjologii, analogicznie do obserwacji w mechanice kwantowej, teraz Bohr zaprezentował zarówno wolną wolę, jak i przyczynowość jako

[...] idealizacje, których naturalne ograniczenia są otwarte dla badań i które zależą jedna od drugiej w tym sensie, że uczucia własnej woli i wymóg przyczynowości są równie niezbędnymi elementami w relacji między podmiotem i przedmiotem, które tworzą podstawę wiedzy.

Bohr wydawał się tu sugerować, że wolna wola w procesach psychicznych nie może być wydedukowana z zastosowania komplementarności w fizjo-

logii. Zamiast tego wolna wola i przyczynowość są wzajemnie niezależne i są przy tym równie użytecznymi idealizacjami.

W wykładzie tym Bohr wprowadził do dyskursu biologicznego nowy argument, do którego jeszcze powróci. Najpierw zauważył, że eksperymenty pokazały, iż wystarczy tylko kilka kwantów świetlnych do pobudzenia ludzkiego oka. Ponieważ opis pojedynczych kwantów świetlnych leży w zakresie fizyki kwantowej, Bohr argumentował, że do opisywania zachowania przynajmniej niektórych organów zwierzęcych może być konieczne zaangażowanie nowej fizyki. Przyznając, że wiele problemów w biologii może zostać sformułowanych „z pomocą naszych zwykłych zmysłów wzrokowych” – tzn. bez wprowadzenia pojęcia kwantu – Bohr kontynuował:

W odniesieniu zaś do ważniejszych problemów biologicznych, konkretnie – do wolności i siły przystosowania organizmu w jego reagowaniu na bodźce zewnętrzne, spodziewamy się znaleźć szerszą perspektywę relacji, a mianowicie, że zostaną wzięte pod rozwagę te same warunki, które determinują ograniczenie przyczynowego typu opisu w przypadku zjawisk atomowych.

Bohr zdaje się tu szukać po omacku bardziej bezpośredniego związku między teorią kwantową i zjawiskami biologicznymi.

W nowym wprowadzeniu do zbioru poprzednio wydanych artykułów, który ukazał się w 1929 r. w związku z 350. rocznicą Uniwersytetu Kopenhaskiego, Bohr był bardziej konkretny, jeśli chodzi o jego niepewność co do precyzyjnego określenia relacji między nową fizyką i biologią. Podkreślił, że podobieństwa między „problemami psychologicznymi” i ostatnią interpretacją mechaniki kwantowej mogą dowodzić, że są one wzajemnie produktywne dla obydwu obszarów badań. Bohr kontynuował:

Może być tak, że poza tymi analogiami leży nie tylko pokrewieństwo w odniesieniu do aspektów epistemologicznych, ale że głębsze relacje są ukrywane za fundamentalnymi biologicznymi problemami, które są bezpośrednio związane z obu stronami.

Jako otwarte jednakże pozostawił pytanie:

[...] czy informacje, które nabyliśmy, informacje o prawach opisujących zjawiska atomowe, dostarczą nam wystarczających podstaw do poradzenia sobie z problemem organizmów żywych i czy schowane za zagadką życia, leżą jeszcze nie odkryte aspekty epistemologii.

Jak dotąd, niemożliwe do objaśnienia precyzyjne implikacje jego zasady komplementarności dla relacji między naukami wciąż się rozwijały.

Będąc na początku stycznia 1930 r. na wakacjach w Norwegii, Bohr napisał do Wernera Heisenberga:

Tutaj na nartach rozmyślałem przez większość dnia o problemie ewolucji, chociaż kiedy tylko wjeżdża się na szczyt wzgórza po to tylko, by sobie z niego zjechać, nie ma szczęśliwie żadnych pytań o świadome analizy zagadek życia.

Jednocześnie też zapewnił Heisenberga, że nie zapomniał całkowicie o fizyce; prawie przeproszając oświadczył, że jakieś inne jego listowne oświadczenie na inne kwestie było wyrazem wakacyjnego lenistwa. Bohr rozważa kwestie biologiczne, bardziej kierując się zainteresowaniem rekreacyjnym, niż miało to być jego główną uwagą. Tuż przy końcu wykładu dla Royal Society w Edynburgu w maju 1930 r. skorzystał z możliwości omówienia tych kwestii jeszcze raz, chociaż bez formułowania nowych wniosków. Innymi słowy, przez rok po pierwszej publikacji dotyczącej kwestii biologicznych jego oświadczenie odnośnie tych właśnie spraw było krótkie, prowizoryczne, niespecyficzne, bez mocnych stałych wniosków o potencjalnej roli, jak zasada komplementarności w naukach o życiu.

KORESPONDENCJA Z JORDANEM – 1931

Korespondencja Bohra z 1929 i 1930 r. nie zawierała omówień jego rozwijających się idei w biologii. W maju i czerwcu 1931 r. miała miejsce krótka, ale intensywna wymiana listów na ten temat między Bohrem i jego młodszym kolegą, który go podziwiał i często odwiedzał w Instytucie – niemieckim fizykiem Ernstem Pascuałem Wilhelmem Jordanem. Korespondencja ta, nacechowana isticie kopenhaskim duchem, przyczyniła się do doprecyzowania przez Bohra jego publikowanych uwag na temat biologii.

Pascual Jordan uzyskał tytuł doktora pod kierunkiem Maxa Borny w Uniwersytecie w Getyndze w 1924 r., kiedy miał dwadzieścia dwa lata. W publikacjach Jordana bardzo wczesnie był dostrzegalny wpływ pism Bohra. Sam Bohr po raz pierwszy zwrócił uwagę na Jordana w 1926 r., kiedy to dołożył pewną sumę pieniędzy na leczenie ciężkiej przypadłości jąkania Jordana. W kolejnym roku napisał list polecający do IEB, popierając podanie Jordana o członkostwo w kolegium uniwersytetu. W lecie i jesieni 1927 r. przez pewien czas Jordan przebywał w Kopenhadze, wnosząc w tym okresie

bardzo ważki wkład w dzieło formalizowania mechaniki kwantowej. Bohr uważnie śledził jego pracę.

Jordan zainteresował się związkami między mechaniką kwantową i biologią, zanim jeszcze począł omawiać tę sprawę z Bohrem. W swoim wykładzie inauguracyjnym w Getyndze w 1927 r. na temat „Filozoficznych podstaw teorii kwantowej”, wygłoszonym parę miesięcy przed tym, jak Bohr wprowadził swoją zasadę komplementarności, zauważył, że „pojęcie determinizmu musi być sformułowane inaczej dla biologii, a inaczej dla fizyki”. W grudniu 1928 r. w liście do Alberta Einsteina, będącym częścią dyskusji na temat interpretacji mechaniki kwantowej, Jordan odpowiedział na słynny zarzut Einsteina przeciw interpretacji kopenhaskiej, że Bóg nie decyduje o umieszczaniu zdarzeń w świecie fizycznym. Jordan stwierdził: „Nie powiedziałbym, że Bóg *rzuca kośćmi*, żeby zdecydować o ruchu elektronów; ale powiedziałbym raczej: On pozwala elektronom decydować *za siebie*”. Kontynuował tak:

Ten punkt widzenia wydaje mi się być szczególnie odpowiedni w odniesieniu do *biologii*; wierzę, że w organizmach mają miejsce prawdziwie stałe odstępstwa od nieorganicznego rozwoju reakcji fizycznych, które *całkiem prymitywnie* można interpretować w tym sensie, że atomy albo elektrony należące do indywidualnego życia w pewien sposób koordynują je w inny sposób niż statystycznie niezależne decyzje.

Dalsza korespondencja Jordana z Bohrem w kwestiach biologicznych służyła doprecyzowaniu rozwijających się poglądów zarówno jego, jak i Bohra.

Kiedy Jordan znowu odwiedził Kopenhagę w marcu 1931 r., ażeby wziąć udział w dorocznej nieformalnej konferencji fizyków, on i Bohr wyrazili zamiar opublikowania jakichś materiałów na temat biologii. Do drugiej połowy maja Jordan przedłożył Bohrowi stosowny rękopis do skomentowania. Ów manuskrypt był katalizatorem korespondencji między nimi.

Pierwsze cztery sekcje swojego rękopisu Jordan poświęcił szczegółowemu wprowadzeniu do Bohra interpretacji mechaniki kwantowej. Tylko w ostatniej sekcji na temat wolnej woli wprowadził doń implikacje dla psychologii i biologii. Jordan był zdecydowany pokazać, że mechanika kwantowa podważa twierdzenie, iż doświadczenie wolnej woli jest zaledwie subiektywnym uczuciem. W rzeczywistości twierdził, że wolna wola jest konieczną konsekwencją mechaniki kwantowej.

Ostatnią swoją kwestię Jordan rozpoczął dyskusją na temat, czy istnieje granica, na ile precyzyjnie istota ludzka może być poddana badaniom nau-

kowym, zanim osoba umrze. Według Jordana powszechny pogląd jest taki, że rzeczywiście jest taka granica, która jednakże nie jest granicą zasady, ale swoje istnienie zawdzięcza wciąż niedokładnym narzędziom obserwacji. W przeciwieństwie do tego poglądu Jordan zajął stanowisko, że taka granica jest konieczną konsekwencją teorii kwantowej, która z zasady narzuca ograniczenia na każdą obserwację atomów. Odnosząc się do Bohra, Jordan zaangażował percepcję świetlną, żeby argumentować, że procesy fizjologiczne zachodzą na poziomie mikroskopowym. Powtarzając wcześniejsze twierdzenia Lilliego, ale bez ich komentowania, jak też parafrazując swoje poprzednie komentarze do stanowiska Einsteina, postulował podstawowe rozróżnienie między materią nieożywioną i ożywioną: podczas gdy w materii nieożywionej „statystyczna akauzalność reakcji atomowych” w istocie sięga do przyczynowości na poziomie makroskopowym, w materii nieożywionej „akauzalność specyficznych reakcji atomowych *rozwija się* do makroskopowo działającej akauzalności”. Inaczej mówiąc, Jordan uważał, że przez pewien mechanizm wzmocnienia akauzalność procesów atomowych stała się działającą makroskopowo. Według Jordana jest to podstawą dla wolnej woli oraz unikalności świadomego życia.

Jordan nie zdefiniował psychofizycznych analogii jako relacji między procesami fizjologicznymi i doświadczeniem psychicznym. Nie wspominając *explicite* wcześniejszych prezentacji koncepcji autorstwa Høffdinga i innych, utożsamiał je zamiast tego bezpośrednio z dualizmem mechaniki kwantowej, wedle której światło (albo elektrony) mogą być obserwowane albo jako fale, albo jako cząstki, w zależności od zorganizowania eksperymentu. Według Jordana zasada komplementarności Bohra, jako odnosząca się do mechaniki kwantowej, daje do zrozumienia, że wystarczająco szczegółowe badanie fizjologiczne zniszczyłoby ten dualizm, który odpowiada za akauzalne zachowanie atomów. Ponieważ z kolei owo akauzalne zachowanie dostarcza podstaw dla życia, badanie zabiłoby pacjenta. Według Jordana interpretacja mechaniki kwantowej Bohra doszła do tego, by przekonać, że wyjaśnienie procesów psychicznych daje się bezpośrednio zredukować do mechaniki kwantowej.

W liście załączonym do rękopisu Jordan nadmienił, że jego ostatnia dyskusja z Bohrem w Kopenhadze przypomniała mu jego naleganie na „jasność i pewną ‘radykalną’ ostrość sformułowań” w porównaniu z Bohrem „bardziej ostrożnym i zadziwiającym sposobem wyrażania”. W odpowiedzi Bohr z charakterystyczną grzecznością napisał: „[wyrażam uznanie dla] twojej wyrozumiałości względem moich wysiłków, pomimo wszystkich niedociągnięć w sposobie wyrażania”. Nadto Bohr, choć był „pełen podziwu dla

jasności bardziej przekonującego stylu [Jordana]”, zaznaczył, że on sam sformułowałby niektóre rzeczy inaczej. Omawiając tę sprawę, Bohr podkreślał raczej różnice niż punkty styczne.

Bohr zaakcentował, że jego celem nigdy nie była „wąska analogia” między podobieństwem psychofizycznym i falowo-molekularnym dualizmem; w ten sposób nie zgodził się z Jordana wyjaśnieniem procesów psychicznych i argumentacją dla wolnej woli bezpośrednio na podstawie mechaniki kwantowej. Kontynuując, Bohr podkreślał, że psychofizyczny paralelizm oznaczał dlań *pewną* komplementarność, nie dającą się zredukować do jednostronnego wyjaśnienia w fizyce. Odnosząc się do ich pierwszych dyskusji w Kopenhadze, jeszcze raz podkreślił swój pogląd, że śmierć organizmu zasadniczo wprowadza granicę do obserwacji zjawiska życia. Jednakże, jak zaznaczył, zjawiska życiowe są dla siebie specyficzne i nie mogą być zredukowane do praw fizyki; w szczególności nie mogą być rozumiane w znaczeniu wzmocnienia zjawisk atomowych, tak jak to proponował Jordan. Bohr zasugerował, że

[...] to właśnie stabilność zjawisk atomowych jest nierozzerwalnie związana z ograniczeniem możliwości obserwacji wyrażanych w zasadzie nieoznaczoności, więc specyfika zjawisk życia odnosi się zasadniczo do niemożliwości determinowania warunków fizycznych, w których życie ma miejsce.

Bohr wydaje się tu dawać do zrozumienia, że stała wymiana atomów organizmu ze środowiskiem uniemożliwia badanie, jako odizolowanego, systemu atomów i że ta niemożliwość mogłaby służyć za podstawę zrozumienia zjawiska życia; argument Bohra jest kolejnym przypadkiem wyjaśnienia za pomocą redukcji. Dla Bohra zatem biologia była jakościowo różna od fizyki i chemii. Ani zjawiska życia, ani wolnej woli nie uważał za prostą konsekwencję mechaniki kwantowej, sądził raczej, że obie mogłyby być wyjaśnione za pomocą zasady komplementarności jako w sposób szczególny odnoszącej się do tych nauk.

Choć do zasady komplementarności doszedł, wychodząc od interpretacji mechaniki kwantowej, Bohr od samego początku postrzegał swój argument jako generalnie bardziej słuszny niż mechanika kwantowa sama w sobie. Od samego początku był otwarty na różne możliwości odnoszenia tego do fizyki, biologii i psychologii. Dyskusje prowadzone z Jordanem bezpośrednio w Kopenhadze, jak też w listach sprowokowały jednak Bohra do tego, by bardziej ukonkretnić swoje stanowisko na temat relacji między naukami. Teraz Bohr nie tylko podkreślał możliwość autonomii biologii, ale także

zdecydowanie potwierdzał istnienie empirycznych kryteriów odróżniania fizyki od biologii. W rezultacie jego wypowiedzi odnoszące się do nauki o życiu upodobały się coraz bardziej do wypowiedzi jego ojca i J.S. Haldane'a. Bohr, tak jak oni, coraz wyraźniej uważał biologię za autonomiczną dziedzinę wiedzy, odrębną od fizyki czy chemii, z powodu nie dającego się zredukować faktu życia.

Różnicy poglądów na temat biologii dotyczą jeszcze dwa listy Bohra i Jordana. Nie rzuciły one jednak więcej światła na detale owych różnic. W odpowiedzi na krytykę Bohra Jordan zaprezentował swoje poglądy na temat organizmu w sposób dużo bardziej szczegółowy. Rozwinął zwłaszcza swoją „teorię wzmacniacza”, dzieląc organizmy żywe na trzy „strefy”: faktyczne „centra” atomów, zachowujących się akauzalnie i dostarczających prawdziwych podstaw życia; „organy wzmacniacze”, wzmacniające akauzalne zachowanie tych centrów; „organy narzędzia” [*Werkzeugorgane*], których zachowanie nie różni się znacząco od materii nieorganicznej.

Ponadto Jordan podkreślił, że to na fizykach spoczywa obowiązek uświadamiania biologom możliwych „zastosowań nowych rezultatów fizycznych i nowych punktów widzenia”. Jordan pisał też do Bohra, że wydawca pisma „Die Naturwissenschaften” uważa jego artykuł za [refleksję] raczej filozoficzną niż biologiczną. I rzeczywiście pospołu z pozytywistycznym filozofem Hansem Reichenbachem miał pewne trudności z wydaniem tego artykułu. Wydawca twierdził, że za dużo już jest publikacji na temat „przyczynowości”. Najwyraźniej uznano, że poglądy Jordana co do związków z biologią nie są aż tak przekonujące, by miały być opublikowane. To zdarzenie zdaje się sugerować, że argumentacja Jordana oraz implikacje Bohra nie cieszyły się zbytnim zainteresowaniem ówczesnych biologów.

W ostatnim liście dotyczącym rękopisu Jordana Bohr jeszcze raz potwierdził, że w ogólności zgadza się z poglądami Jordana. Napisał, że idee podobne do Jordana pojęcia wzmacniacza często omawiał w ostatnich latach z duńskimi biologami, którzy twierdzili podobnie. Bohr podkreślił jednak, że swojej uwagi nie skupiał głównie na praktycznym podejściu biologicznym. Interesowały go raczej, jak pisał, kwestie „tła dla mojego ogólnego sposobu wyrażania, który ponad wszystko jest ukierunkowany w stronę epistemologii”. Tym sposobem Bohr bardzo grzecznie powiedział Jordanowi, że wciąż nie zgadza się z jego próbą zredukowania zjawisk psychicznych, jak również biologii wprost do mechaniki kwantowej.

Rozprawa Jordana ukazała się w „Die Naturwissenschaften” półtora roku po jego korespondencji z Bohrem. Prawdopodobnie, idąc za radą wydawcy,

Jordan wprowadził poprawkę do tytułu tak, żeby nie zawierała słowa „causality” [„przyczynowość”]. Artykuł ten był praktycznie identyczny z pewnym tekstem wcześniej wysłanym do Bohra, z wyjątkiem jednej sekcji pod tytułem „The Essence of the Organic” [„Istota tego, co organiczne”]. Jordan zamieścił tu szczegółowe omówienie teorii wzmacniacza, którą opisał w swoim drugim liście do Bohra. Co ważniejsze, zgodził się z krytyką Bohra, że ta teoria nie jest wystarczająca jako wyjaśnienie osobliwości albo – jak to Jordan nazwał – „stabilności” żywego organizmu. Zamiast odrzucić bezpośrednio implikacje mechaniki kwantowej do biologii, odpowiedział na obiekcje Bohra przez przypisywanie jego pierwszej albo „wewnętrznej” strefie „wciąż wyższego stopnia nieobserwowalności stanu fizycznego niż to, co wiemy z fizyki atomowej”. Jak zauważył John Heilbron, takie wyjaśnienie życia za pomocą arbitralnej hipotezy nie jest niczym innym jak witalizmem. Niemniej jednak, Jordan raz jeszcze użył poglądów Bohra na temat biologii dla poparcia swoich własnych badań. W rzeczywistości cały artykuł został przedstawiony jako szczegółowe omówienie i wyjaśnienie poglądów Bohra.

Bohra mogło nieco zranić to zniekształcenie jego poglądów, podobnie jak i bardzo wczesne sympatyzowanie Jordana z nazistami. Na przykład wiosną 1934 r. Jordan zdradził coś, co Max Born w liście do Jamesa Francka nazwał „literary slip” [*literarische Entgleisung*], a co zostało odebrane jako argument za wartością uprawiania nauki nawet pod reżimem nazistów. Chociaż nie umiał wysledzić bezpośredniego źródła dezaprobaty Bohra, argument Jordana w artykule opublikowanym w następnym roku może wskazywać rzeczywiście na to, co on napisał. Gdy Born powiedział Jordanowi, że również Bohr jest krytyczny co do jego sympatyzowaniem z nazistami, Jordan napisał do Bohra, żeby się wytłumaczyć. Napisał, że po prostu dowodził,

że znak ilościowy [przedstawiający dążenie do fizyki] może być pokazany jako znak dodatni również na podstawie systemu aksjomatów, który pozostaje w relacji wykluczenia komplementarnego w stosunku do tych aksjomatów, z których pozostałe, ale zupełnie przeciwne, inne zazwyczaj, czerpią ten znak.

W odpowiedzi Bohr napisał Jordanowi, że rozumie „bardzo dobrze, jak względne, jeśli nie uzupełniające się, są wszystkie związki z ludzkim życiem”. Wyraził swoją wdzięczność, że

[...] w tych burzliwych czasach [...] kiedy w nauce przyrodniczej i epistemologii mamy przed sobą wystarczające problemy i podejmując wysiłki do przeciwstawienia się uprzedzeniom znajdujemy z drugiej strony jakieś nowe małe punkty, które mogą wnieść jakiś wkład w wyjaśnienie całości.

Zdaje się, że przez zasugerowanie, że nauka jest środkiem „do przezwyciężenia uprzedzeń i emocji”, Bohrowi nie spodobały się poglądy Jordana, że fizyka jest całkowicie bezwartościowa. Podejrzanie, że listy do Niemiec mogą być cenzurowane, spowodowało to, że Bohr w swoich listach stosował jakieś niejasne sformułowania. W każdym razie, z wyjątkiem czysto formalnych, spóźnionych życzeń dla Jordana z okazji pięćdziesiątych urodzin w kolejnym roku, był to ostatni znany list Bohra do Jordana. Jordan wszakże uczestniczył w dorocznej nieformalnej konferencji w Instytucie w czerwcu 1936 r. Przy tej okazji Bohr zdawał się wyrażać dezaprobatę wobec zastosowania przez Jordana zasady komplementarności w parapsychologii. Kiedy bowiem po konferencji Jordan przedłożył Bohrowi artykuł na ten temat, w załączeniu przesłał list, w którym, podejrzewając ową dezaprobatę Bohra, dokładnie wyjaśniał jego poglądy.

Jordan kontynuował swoją kampanię prezentacji własnej wersji poglądów Bohra – i właśnie to mogło popsuć stosunki między nimi. Skoro tak, to jest to zaiste jeden z rzadkich przypadków, gdy otwarta i prostolinijna dyskusja między naukowcem i jego młodszym kolegą doprowadza do niezgody aż tak poważnej, żeby mogło to pozwolić jeszcze na jakieś późniejsze porozumienie między nimi.

Następne opublikowane omówienie poglądów biologicznych Bohra było jak zwykle krótkie, ale wpływ korespondencji z Jordanem był nad wyraz czytelny. Gdy owa korespondencja jeszcze trwała, koledzy przekonywali Bohra, że jego duńska broszurka zawierająca wcześniej opublikowane artykuły powinna zostać wydana w Niemczech. Do wersji niemieckiej Bohr dołączył również tekst wykładu, jaki wygłosił w Kopenhadze późnym latem 1929 r. We wprowadzeniu do oryginalnej duńskiej edycji Bohr dodał krótką informację, że jest to nowa edycja. Ponieważ Bohr informował Jordana o zaplanowanej publikacji i jej nowym dodatku we wprowadzeniu tylko w ostatnim swoim liście na temat rękopisu Jordana, jest prawdopodobne, że Bohr pisał ten dodatek jednocześnie ze swoimi dyskusjami i korespondencją z Jordanem. [...]

Treść nowego dodatku Bohra usprawiedliwia taki porządek zdarzeń. Na dwóch stronach tego nowego tekstu Bohr sformułował po raz pierwszy pewien punkt widzenia, który wcześniej omawiał z Jordanem, że mianowicie drobiazgowe badanie fizjologiczne spowodowałyby śmierć organizmu. W swojej pierwszej odpowiedzi dla Jordana bardzo dokładnie przedstawił ten punkt widzenia jako niezależną zasadę, nieutożsamialną z problemem obserwacji w mechanice kwantowej. Omawiając to dalej szczegółowo, Bohr napisał:

[...] istnieje zbiór fundamentalnych ograniczeń w analizowaniu zjawisk życiowych w kategoriach koncepcji fizykalnych, skoro interferencje wynikające z tak dokładnych, jak to możliwe, obserwacji z punktu widzenia teorii atomowej spowodowałyby śmierć organizmu. [...]

Jak w korespondencji z Jordanem, tak i teraz Bohr podkreślił niemożliwość „kojarzenia fizycznych i psychicznych aspektów istnienia [...] poprzez jednostronne zastosowanie albo fizycznych, albo psychologicznych praw”. Jak widać, w swoich wcześniejszych publikacjach Bohr był znacznie mniej pewny co do relacji pomiędzy fizyką, biologią i psychologią. Korespondencja z Jordanem zmusiła go do ustanowienia jakiegoś zasadniczego rozróżnienia między naukami fizykalnymi i biologicznymi w kategoriach pewności. W sierpniu 1931 r. pod koniec wykładu dla studentów International People's College w Helsingør (Dania) Bohr powtórzył swój poprawiony punkt widzenia.

„ŚWIATŁO I ŻYCIE” – 1932

Upłynął jednak prawie rok, zanim Bohr zaprezentował swoje poglądy na temat biologii w bardziej kompletnej formie. Wcześniej nie znalazł wystarczająco dużo czasu, żeby przedstawić ten swój kierunek myśli, rozwinać go w jakiejś dysertacji. Sposobność ku temu nadarzyła się wreszcie, kiedy został poproszony o wygłoszenia przemówienia na otwarciu Drugiego Międzynarodowego Kongresu Światła, który miał się odbyć w Kopenhadze w sierpniu 1932 r. Kongres ten, który trwał 5 dni, a wygłoszono na nim ponad 50 przemówień, był poświęcony roli światła w „biologii, biofizyce i terapii”.

Pierwsza wzmianka o kongresie w naukowej korespondencji Bohra pojawiła się za sprawą kolegi po profesji i członka komisji organizacyjnej, Hansa Mariusa Hansena. 17 lipca 1932 r. Hansen napisał do Bohra ze swojego letniego domku, że „ludzie światła” wciąż wywierają nań presję, by poprosił Bohra o wygłoszenie wykładu. Hansen pisał do Bohra, że niejaki Arne Henry Kissmeyer, dermatolog, specjalista od chorób wenerycznych i generalny sekretarz kongresu, uważa, że „Kongres o świetle musi ci być bliski tak samo, jak kongres filozofów”. [...]

Kiedy Bohr odpowiadał na list Hansena, a było to 22 lipca, wciąż nie podjął decyzji, czy wygłosi ten wykład, czy też nie. Zrobił to dopiero na trzy tygodnie przed jego wygłoszeniem. Prawdopodobnie właśnie w wyniku tak późnej decyzji jego przemowa na Kongresie o Świetle jest jedną z nielicznych jego publicznych wykładów, z których nie zachowały się rękopiśmienne

ne notatki. Wykład Bohra został następnie opublikowany w kilku językach, i to w kilku edycjach, ale zawierających tylko nieznaczne zmiany w sformułowaniach. Było to dość nietypowe dla Bohra, który swoje prace pisemne zazwyczaj przepisywał po kilka razy przed opublikowaniem. Świadczy to też o tym, że poglądy Bohra w dziedzinie biologii, po jego korespondencji z Jordanem, znacznie dojrzały. [...] W liście do Oskara Kleina uznał, że duńska wersja jest ostatecznie lepsza od oryginalnej angielskiej i że lepiej korzystać z duńskiej wersji przy dalszych tłumaczeniach.

Choć ten wykład, wygłoszony podczas Kongresu o Świetle, a zatytułowany „Światło i Życie”, nie przynosił znaczących zmian w jego poglądach w dziedzinie biologii, był pierwszą prezentacją poświęconą głównie kwestiom biologicznym. Stanowi syntezę wszystkich, wcześniej rozproszonych spostrzeżeń i jest bardziej precyzyjny niż wcześniejsze prezentacje.

W kontekście Kongresu o Świetle szczególnie trafne było posłużenie się (co Bohr zrobił wcześniej) fenomenem zdolności oka do odpowiedzi na tylko niektóre kwanty świetlne jako dowodem na biologiczny odpowiednik fizyki atomowej. Jednocześnie jednak Bohr wyjaśnił, że wyjaśnienie biologiczne nie może być zredukowane do fizyki atomowej i zatroszczył się o to, by traktować te dwie dyscypliny jako autonomiczne wobec siebie. Tak jak przedtem argumentował za autonomią, przeprowadzając rozróżnienie między różnymi warunkami, w jakich zjawiska ożywione i nieożywione były badane. [...] W biologii każde badanie zjawisk życiowych zależało od utrzymania go przy życiu. Na tej podstawie Bohr zaproponował podstawową analogię między fundamentalnym – i zasadniczo niewytłumaczalnym – kwantem działania w fizyce i koncepcją życia w biologii. Podobnie jak wcześniej robili to jego ojciec i John Haldane, Bohr doszedł do wniosku, że życie musi być uważane za fakt elementarny. Bohr nie próbował, również jak Haldane, opierać ilościowego opisu życia na fizyce lub jakiejś innej nauce. Zamiast tego specyficzne warunki obserwacji w biologii, które, aby badać życie, nie mogą zabijać organizmu, dostarczyły podstawy dla „cudownej właściwości, które stale się ujawniają w badaniach fizjologicznych i które tak znacznie różnią się od tego, co wiemy o materii nieorganicznej”.

KONTYNUACJA ZAJNTERESOWAŃ BIOLOGIĄ

– OD 1933 DO 1936

Osobiste zainteresowania Bohra kwestiami biologicznymi po 1934 r. nie miały związku z naukowym przekierowaniem się Instytutu. Choć wciąż

skarżył się, że wszystkie pasjonujące dyskusje dotyczące otwartych kwestii w fizyce atomowej nie pozwalają mu na poświęcanie wiele czasu na myślenie o biologii, Bohr wciąż mógł kontynuować swoje zainteresowania biologią pod kątem filozoficznym. Nie opublikował jednak w tej dziedzinie żadnego tekstu na ten temat aż do 1936 r.

Kontynuowanie przez Bohra rozważań w kwestiach biologicznych było motywowane po części negatywnym stosunkiem do prowadzonej przez Jordana krucjaty o to, co on wciąż uważał za poglądy Bohra na temat relacji między fizyką, biologią i psychologią. Zaprezentowawszy wcześniej, w rękopisie, który przedyskutował z Bohrem w 1931 r., swoje poglądy filozoficzne w zakresie podstaw naukowych, teraz Jordan próbował przyjąć stanowisko zbieżne z poglądem tzw. Grupy Jedności Naukowej, skupionej wokół Moritza Schlicka i innych w Wiedniu oraz Hansa Reichenbacha w Berlinie. W 1934 r. w czasopiśmie „Erkenntnis” znalazł się m.in. jego długi artykuł zatytułowany *Quantum Physical Remarks on Biology and Psychology* [„Uwagi fizyki kwantowej w odniesieniu do biologii i psychologii”]. W tymże artykule Jordan podkreślił publicznie zasługi poprzednika tejże grupy Ernsta Macha, a także Reichenbacha, za przewidzenie tego, co teraz uważane jest za implikacje epistemologiczne nowej mechaniki kwantowej. Powtórzył swój wcześniejszy argument za wolną wolą, podając psychoanalizę jako przykład zasadniczej niemożliwości przewidzenia ludzkich decyzji: takie decyzje mogą być jednak przewidziane tylko na podstawie wiedzy o stanach nieświadomych, lecz takie stany są powodowane przez akt obserwacji prezentowany przez psychoanalizę.

Poglądy Jordana zostały napiętnowane jako nienaukowe i spekulatywne na konferencji pozytywistów w Pradze w tymże 1934 r. Edgar Zilsel, człowiek bliski poglądom tejże grupy, zorganizował posiedzenie pod hasłem „P. Jordan's Attempt to Save Vitalism Quantum Mechanically” [„Próby P. Jordana zachowania mechanicznego witalizmu kwantowego”]. Przekonał się, że wywody Jordana od mechaniki kwantowej do psychologii i biologii są całkowicie sztuczne, Zilsel wywnioskował, że argument Jordana, iż organizm umarłby z powodu przeprowadzania badań eksperymentalnych, „nie udowadnia tez witalistycznych, ale je z góry przyjmuje”. W dyskusji po wystąpieniu Zilsela, w której uczestniczyli Otto Neurath, Moritz Schlick i Philipp Frank, wybitni członkowie Grupy Jedności Nauki, zgodnie uznali emulację Jordana za rzecz nie na miejscu. Jedynie Reichenbach, którego Jordan docenił kiedyś w swoim artykule w „Erkenntnis”, miał co do tego pewne wątpliwości. Jordan poczuł się zobligowany do sformułowania

pewnej obrony, w której podkreślił, bardziej niż kiedykolwiek, że ten jego przyczynek pozwolił rozjaśnić poglądy Bohra.

W kolejnych latach Jordan wciąż generalizował zastosowanie mechaniki kwantowej i zasady komplementarności Bohra. Dalej promował również swoją „teorię wzmacniacza” i w 1945 r. wydał książkę zatytułowaną *Physics ad the Secret of Organic Life* [„Fizyka i tajniki życia organicznego”]. Dwa lata później napisał broszurkę zatytułowaną *Inhibition and Complementarity* [„Zahamowanie i komplementarność”], poświęconą całkowicie argumentowi za bliskimi relacjami między tymi dwoma pojęciami, wprowadzonymi odpowiednio przez Zygmunta Freuda i Nielsa Bohra. Tak jak robił to przedtem, kontynuował wyjaśnienie zjawiska parapsychologii na bazie pozytywizmu i na podstawie zasady komplementarności.

W tym czasie Bohr stawał się coraz bardziej wrażliwy na punkcie wniosków rzekomo wyciąganych na podstawie jego zasady komplementarności. W wykładzie *Light and Life* [„Światło i życie”] zawarł długi obronny passus, w którym uznał za konieczne wyjaśnić, że

[...] to niemożliwe, z naszego punktu widzenia, przypisać znaczenie pogładowi, że prawdopodobieństwo zajścia pewnych procesów atomowych w ciele zdarza się pod bezpośrednim wpływem woli.

Bohr, jak zwykle, nie zacytował źródła. Jediną wskazówką jest list do Ottona Meyerhofa, napisany ponad cztery lata po wygłoszeniu przemówienia „Światło i życie”. W liście tym Bohr skrytykował brytyjskiego fizyka Artura Eddingtona za niewłaściwe użycie „fizyki kwantowej w sposób spirytualistyczny”. Do kogokolwiek Bohr skierowałby swoje przemówienie, jest jasne, że uznał za słuszne pominąć to niewłaściwe zaprezentowanie jego poglądów.

Po definitywnym zakończeniu dawnych bliskich stosunków z Jordanem Bohr wkrótce znalazł sobie innego pomocnika w kwestiach biologicznych wśród swoich młodszych kolegów fizyków. Był to Niemiec Max Delbrück. Według jego własnych wspomnień to właśnie przemówienie Bohra „Światło i życie” z 1932 r., którego słuchał, było dlań ostateczną zachętą do zainteresowania się biologią i poświęcenia właśnie jej wolnego czasu, impulsem do stawiania pytań w kontekście biologii, wywołanym, jak to zrozumiał, przez zasadę komplementarności Bohra. „Intelektualny impet” dla reszty kariery Delbrücka stanowiły poszukiwania empirycznej manifestacji komplementarności w biologii na wzór empirycznych dowodów w fizyce, które na pierwszym miejscu doprowadziły Bohra do jego zasady.

Jednym z działań podejmowanych przez Delbrücka jako pomocnika Bohra w kwestiach biologicznych było upowszechnienie poglądów Bohra. Pod koniec 1934 r. Delbrück poinformował Bohra, że Jordan wygłosił wykład dla Society for Empirical Philosophy [Stowarzyszenia Filozofii Empirycznej], berlińskiego forum Grupy Jedności Nauki prowadzonej przez Hansa Reichenbacha. W wykładzie oświadczył, że zaprezentuje poglądy filozoficzne Bohra. Delbrück zgłosił mu, że wielu zgromadzonych biologów zareagowało na wykład Jordana przerażeniem. Według Delbrücka to nie wina Bohra, ponieważ Jordan „przedstawił złą interpretację, całkowicie przeinaczoną, biologicznych argumentów Bohra we wszystkich punktach, w których o nich wspominał”. W dyskusji wybitny biolog Max Hartmann z Instytutu Biologii Cesarza Wilhelma z goryczą wyraził się o powstałym zamieszaniu i wątpliwościach spowodowanych przez publikacje Bohra i Jordana na temat kwestii biologicznych. Konsekwencją tego była taka, że wszyscy biolodzy zaczęli pogardzać fizykami.

Delbrück przygotował również swego rodzaju nowe wydanie poglądów biologicznych Bohra, które wręczył Hartmannowi celem wyjaśnienia wszystkich nieporozumień. W tym wznowieniu, którego kopię przesłał jako załącznik listu do Bohra, Delbrück próbował poprawić implikacje biologiczne myśli Bohra w wersji wypowiedzianej przez Jordana. Podkreślił, że komplementarność między naukami biologicznymi i fizykalnymi gwarantuje, że specyficzne zjawiska życiowe nie mogą być zredukowane do praw teorii atomowej. W konsekwencji Bohr i jego następcy nie zdecydowali się stwierdzić, że biologowie zniszczyliby życie, żeby móc je zbadać. Przeciwnie, ponieważ biolodzy nie pracowali na poziomie indywidualnych elementarnych procesów atomowych, ich opisy nie mogły pozostawać bezwzględnie przyczynowymi. W odpowiedzi Bohr stwierdził, że utożsamia się z treścią tego wznowienia jego myśli, wydanego przez Delbrücka.

Delbrück, w przeciwieństwie do Bohra, wniósł wkład do autentycznych badań biologicznych. Jego praca w dziedzinie biologii zaczęła się właściwie, zanim jeszcze usłyszał przemówienie „Światło i życie”. W końcu czerwca 1932 r. napisał do Bohra:

Przyjąłem propozycję Lise Mehner wyjazdu do Dahlem w październiku, głównie z powodu sąsiedztwa z Instytutem Biologii Cesarza Wilhelma, z którym mam wiele przyjacielskich stosunków.

I opisał, jak to obecnie dąży do osiągnięcia głębszego zainteresowania biologią w Bristol.

W lecie 1935 r. zmiana zainteresowań Delbrücka osiągnęła apogeum. Opublikował wtedy długi artykuł, zatytułowany *On the Nature of Gene Mutation and Gene Structure* [„O naturze mutacji genów i budowie genów”] we współpracy ze „specjalistą od mutacji spowodowanych oddziaływaniem promieni X” N.W. Timofeeffem-Ressovskym i fizjologiem od promieniowania K.G. Zimmerem. Korzystając z biegłości Delbrücka w fizyce, we trzech byli w stanie zaproponować teorię mutacji, bazującą na teorii atomowej. Kiedy Delbrück przed publikacją wysłał Bohrowi kopię tego, co potem będzie znane jako *Dreimännerarbeit*, wyraził żal, że wciąż nie jest w stanie udowodnić empirycznie zasady komplementarności w stosunku do biologii. Bohr z kolei był dostatecznie zainteresowany problematyką artykułu, by zorganizować konferencję jej poświęconą. W tym czasie przeprowadzał zbiorowe przekierowanie naukowe Instytutu, co w jakimś stopniu usprawniło konferencję poświęconą badaniom biologicznym.

Pomimo przeorientowania Instytutu na kwestie bardziej praktyczne w biologii w latach 1930. własne publikacje Bohra na kwestie biologiczne wciąż były ukierunkowane filozoficznie. Znaczące było to, że po przemówieniu „Światło i życie” jego pierwsze opublikowane oświadczenie dotyczące biologii było wykładem na konferencji zorganizowanej przez Grupę Jedności Nauki. W liście wyrażającym uznanie dla Bohra za podjętą decyzję udziału w konferencji Philipp Frank odniósł się do nowego pamfletu Jordana, pokazując, „że ludzie próbują wykorzystywać mechanikę kwantową nawet do światopoglądu narodowo-socjalistycznego i biologii rasowej”. Frank uważał to za „niezwykle istotne, że zgadzamy się na sformułowanie mechaniki kwantowej, która wyklucza takie nieporozumienia”. Drugi Międzynarodowy Kongres dla Jedności Naukowej pozytywistów, poświęcony „problemowi przyczynowości”, odbył się w Kopenhadze w 1936 r. Mówiąc o „przyczynowości i komplementarności”, Bohr skorzystał ze sposobności wyjaśnienia ciągle powtarzających się nieporozumień rzeczy niewłaściwie zrozumianych w jego poglądach. Uważał zatem za słuszne podkreślać od samego początku, że te nie „wymagają mistycyzmu niekompatybilnego z prawdziwym duchem nauki”. Stanowczo odrzucił „powszechnie panującą opinię, że ostatnie postępy w dziedzinie fizyki atomowej mogłyby bezpośrednio pomóc nam w zrozumieniu takich kwestii, jak ‘koncepcja mechaniczna albo koncepcja witalistyczna’ i ‘wolna wola albo przyczynowa konieczność’”. Równie wyraźnie Bohr zdystansował się od propagowanego przez Jordana rodzaju argumentu za wolną wolą. Pod koniec swojego wykładu jeszcze raz powtórzył „akt wyrzeczenia się” ze swojego przemówienia

„Światło i życie”. Otóż w tym przemówieniu i teraz Bohr twierdził, że wyrzeczenie się przyczynowego opisu w fizyce atomowej nie jest równoznaczne z argumentem za spirytualizmem.

W grzecznej odpowiedzi Philipp Frank, który był jednym z najbardziej zawziętych przeciwników poglądu Jordana, uznał własne prezentacje Bohra za spójne, zrozumiałe. Zauważył jednak, że „różnią się znacznie od większości jego ‘filozoficznych eksplanacji’”. Wciąż trudno mu było dostrzec jakąś podstawę dla zastosowania komplementarności w psychologii albo w biologii. Taka podstawa, według pozytywisty i empirysty Franka, może być opierana na eksperymencie i podczas gdy taka podstawa została już osiągnięta w fizyce, wciąż jeszcze ustalano ją w innych dziedzinach. W fizyce zostało eksperymentalnie ustanowione, że lokalizacja czasoprzestrzenna i przyczynowy opis atomu nie mogą być ustalone jednocześnie. Frank twierdził więc, że

[...] w konsekwentnym zakończeniu toku myślenia Bohra musi zostać dany jakiś empiryczny dowód, że precyzyjna fizyczna obserwacja atomów ciał żywych jest niekompatybilna ze znanymi prawami empirycznymi dla zachowania żywych ciał i z fizykalnymi hipotezami dotyczącymi ich składu atomowego.

Nawiasem mówiąc, było to precyzyjne określenie intelektualnego impetu, który nadał bieg naukowej karierze Delbrücka. Jak informuje Warren Weaver z Fundacji Rockefellera, po wykładach doszło do zachwycającej dyskusji między Bohrem i Frankiem. Niestety nie ma żadnego świadectwa co do miejsc, w których się nie zgadzają.

Motywacja Bohra do uczestniczenia w konferencji pozytywistów wydawała się złożona. Po pierwsze, czuł się przymuszony wspomnieć te interpretacje swoich poglądów, które uważał za błędne; po drugie, chciał podjąć próbę przekazania tzw. świętej zasady komplementarności szerszej publiczności. Przesunął dyskusje nad problemami biologicznymi z bezpiecznej sfery rozmów z młodszymi kolegami fizykami na otwartą arenę debaty filozoficznej. Osobiste zainteresowanie kwestiami biologicznymi Bohra w 1936 r. było wyraźną kontynuacją tych jego pierwszych, jeszcze „kuśtykających” uwag z 1929 r. i wciąż poruszał się raczej w obszarze filozoficznych implikacji nowej fizyki, niż zalecał rozpoczęcie jakiegoś dobrze zdefiniowanego teoretycznego i eksperymentalnego projektu badań w Instytucie.

REAKCJA NA POGLĄDY BIOLOGICZNE BOHRA

Mimo aktywnego udziału Bohra w konferencji filozoficznej w Kopenhadze i jego ogromnej wówczas uwagi poświęconej rozgraniczeniu problemów między fizyką i biologią, oddźwięk na jego oświadczenia biologiczne był raczej nikły, zwłaszcza wśród biologów. Choć opublikowali oni przemówienie „Światło i życie” oraz inne wypowiedzi biologiczne Bohra, to dwa bardzo poczytne czasopisma naukowe „Nature” w Anglii oraz „Die Naturwissenschaften” w Niemczech prawie w ogóle nie zamieściły jakichś śladów oddźwięku jego poglądów na temat biologiczne. Inne czasopisma naukowe i filozoficzne również nie podjęły tematu.

Opublikowano niewiele wypowiedzi, przy tym większość z nich była negatywna. Na przykład wybitny niemiecki biolog Otto Meyerhof, który otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny w tym samym roku, kiedy Bohr otrzymał swoją w dziedzinie fizyki, w wykładzie z 1933 r. skrytykował Bohra za twierdzenie, że jest niemożliwym przeprowadzenie szczegółowych biologicznych doświadczeń na żywych organizmach, które zakończyłyby się sukcesem. Tak więc poprawka Delbrücka we wspomnianym już wznowieniu, opublikowanym w następnym roku, zdawała się wręcz konieczna z powodu kilku incydentów. W Anglii Joseph Needham atakował poglądy Bohra w swojej bardzo poczytnej książce *Order and Life* [„Porządek i życie”] z 1936 r. Needham uważał za kompletnie bezpodstawne analogie między kwantem działania i życiem albo – Needham cytował Bohra – między „niewystarczalnością mechanicznych analiz dla zrozumienia stabilności atomów” oraz „niemożliwością fizycznego i chemicznego wyjaśnienia funkcji specyficznej dla życia”. Podobnie jak Meyerhof, tak i on dostarczył przykładów szczegółowych eksperymentów biologicznych na organizmach żywych jako świadectwo czegoś zupełnie innego. Przedstawił poglądy Bohra jako wyraźne przedłużenie koncepcji Haldane’a, że życie i organizacja biologiczna nie dają się zredukować do kategorii fizycznych i chemicznych. Jeśli zaś chodzi o Needhama, to takie poglądy, jak wysuwane przez Haldane’a i Bohra, uznał on za dogmatyczne i nienaukowe usunięcie „biologicznej organizacji [...] z dziedziny eksperymentu”.

Jednym z możliwych powodów tak małego zainteresowania wypowiedziami biologicznymi Bohra jest jego niejasny, niezrozumiały styl oraz tendencja do pozostawiania tych kwestii biologicznych na sam koniec rozprawy ukierunkowanej bardziej fizycznie. W dodatku powinno się też zauważyć, że problem przedmiot-podmiot i podobieństwo psychofizyczne omówione przez Bohra nie były głównym przedmiotem troski wśród ów-

czesnych naukowców. Ani wyjaśnienie przez Bohra jego myśli w kierunku poglądów utrzymywanych przez jego ojca, ani J.S. Haldane'a nie odpowiadały ówczesnym biologom. Sądząc po czasopismach, w których publikował, i konferencjach, w których uczestniczył, Bohr wybrał osoby, które przejmą jego idee. Publika, jakiej sobie życzył, miała być złożona, po pierwsze, z fizyków, po drugie – filozofów, po trzecie – pracujących biologów. Wybitny biolog Herman J. Muller, odwiedzwszy wiosną 1933 r. Kopenhagę, opowiedział swojemu norweskiemu koledze Ottonowi Louisowi Mohrowi, że był zadowolony „ze spotkania tam fizyka Bohra, ale wtedy zauważył też, że jego poglądy biologiczne są beznadziejnie witalistyczne”.

UWAGI KOŃCOWE

Zainteresowania Bohra tematyką biologiczną do połowy lat 30. nie przewidywały natychmiastowej zmiany w badaniach teoretycznych i eksperymentalnych Instytutu. Jego troska o biologię, tak jak jego ówczesne zainteresowanie jądrem atomowym, była teoretyczna, a nawet filozoficzna. [Jego poglądy] precyzowały się w otwartych dyskusjach z młodszymi kolegami fizykami. Obawa biologiczna Bohra także dzieliła się z inną cechą jego zainteresowań nuklearnych: należała do znacznie szerszego obszaru badań. Tak jak podejście Bohra do fizyki nuklearnej było częścią ogólnej presji w kierunku formułowania nowej relatywistycznej fizyki kwantowej, jego zaangażowanie w dziedzinę biologii było zupełnie innym aspektem jego starań zgeneralizowania zasady komplementarności. Istotnie, jego opublikowane teksty zarówno w odniesieniu do fizyki nuklearnej, jak i biologii były często krótkimi uwagami, które zostały dołączone do obszerniejszych rozważań w bardziej szerokich zakresach, których te uwagi dotyczyły. [...]

Troska Bohra i jego współpracowników odnośnie do zagadnień biologicznych stanowi kolejny przykład działań w duchu Kopenhagi. Zagadnienia biologiczne, tak jak jego ówczesne podejście do fizyki, miały charakter raczej bardzo ogólny, a nie specjalistyczny. Skupiały się na [aspekcie] teoretycznym, a nie praktycznym. Były zagadnieniami w pełni otwartymi, bez żadnych pretensji do natychmiastowych wyników, a także wymagały takiej samej specyficznej metody współpracy Bohra i jego współpracowników, fizyków. [...] Niemniej jednak, takie wkraczanie na teren biologów spowodowało intelektualną izolację, której grupa Bohra do tej pory nie doświadczyła w przypadku zagadnień fizycznych. [...]

Początki biologicznych rozważań Bohra pod koniec lat 20. są dość zawiłane i zaprowadziłyby nas za daleko, poza zakres, jaki obejmuje ta książka, aby móc omówić ich pełną złożoność. Niemniej jednak, przez relacje, które zostały tutaj przedstawione, powstają pytania, które wymagają odpowiedzi. Na przykład za użyteczne uznałem przedstawienie zainteresowania Bohra biologią na początku lat 30. na tle środowiska intelektualnego i naukowego jego ojca. Jaki był, w trakcie rozwoju własnych poglądów Bohra, związek jego wczesnych kontaktów z zagadnieniami filozoficznymi i biologicznymi w domu rodzinnym z uwagami o biologii opartymi na zasadzie komplementarności? Czy początki biologii Bohra powinny być łączone z jego środowiskiem intelektualnym i wpływami, jakie ono nań wywarło w okresie kształtowania się jego osobowości? [...] Czy pochodzenia zasady komplementarności można doszukać się w tych wczesnych zetknięciach się Bohra z zagadnieniami biologicznymi? Czy zagadnienia powiązane z zasadą komplementarności historycznie biorą swój początek z pomysłów biologicznych Bohra? Jaka była prawdziwa motywacja Bohra do zainteresowania się zagadnieniami biologicznymi pod koniec lat dwudziestych? Czy został zmotywowany przez chęć uratowania dziedzictwa myśli swego ojca sprzed około 20 lat? Dowody sugerują, że Bohr nie wykazywał takiego zainteresowania w czasach młodości aż do późnych lat dwudziestych. Czy może jakieś zainteresowanie ze strony Bohra można jednak odszukać, a jeśli tak, to do jakiego stopnia mogą takie starania rzucić nowe światło na jego działalność, poczynając od 1929 r.? Te trudne pytania muszą pozostać w tej książce bez odpowiedzi. Miejmy nadzieję, że być może ktoś będzie na nie w stanie odpowiedzieć w zupełnie innym kontekście.

*Z języka angielskiego przełożył
ks. Mirosław Twardowski*

Słowa kluczowe: witalizm, mechanicyzm, komplementarność.

Key words: vitalium, mechanicism, complementarity.

Information about Translator: Rev. MIROSLAW TWARDOWSKI Ph.D. – University of Rzeszów;
address for correspondence: ul. Rejtana 14/2, PL 35-303 Rzeszów; e-mail: twardowski
mirosław@poczta.fm

Ks. dr MIROSLAW TWARDOWSKI – Uniwersytet Rzeszowski; adres do korespondencji: ul. Rejtana 14/2, 35-303 Rzeszów; e-mail: twardowskimirosław@poczta.fm