

*Józef Bremer*

Akademia Ignatianum w Krakowie

The Jesuit University Ignatianum

email: [jozef.bremer@ignatianum.edu.pl](mailto:jozef.bremer@ignatianum.edu.pl)

ORCID: 0000-0001-9664-8896

## Metodologia nauk – dzisiaj i jutro

DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/ZN.2019.003>

**Abstrakt.** Publikacja *Metodologia nauk* (2019) jest poświęcona badaniom logicznym, humanistycznym i filozoficznym, skupiającym się na tworzeniu nauki oraz na budowie i rozwoju teorii naukowych. Składa się z dwu części: *Czym jest nauka?* oraz *Typy nauk*. W części pierwszej, systematycznej, autorzy przedstawiają genezę nowożytnej nauki i filozofii nauki, akcentując zwłaszcza współczesne zmiany w rozumieniu tego, co nazywamy nauką. W części drugiej pokazują metodologiczną i treściową odrębność poszczególnych typów nauk (nauki formalne, przyrodnicze, społeczne, kognitywistyczne, humanistyczne jako nauki o kulturze oraz teologiczne). Po wycinkowym przedstawieniu wspomnianych części omówię współczesny temat, który nie znalazł się w omawianej publikacji, a który może stanowić jej uzupełnienie. Chodzi o rozumienie postępu naukowego w dobie szybko rozwijających się zastosowań sztucznej inteligencji.

**Słowa kluczowe:** nauka; typy nauk; metodologia nauk; racjonalność; prawda; realizm; sztuczna inteligencja

## Methodology of Science – Today and Tomorrow

**Abstract.** The *Methodology of Sciences* publication (2019) is dedicated to logical, humanistic and philosophical research focusing on the creation of science and on the construction and development of scientific theories. It consists of two parts: *What is science?* and *Types of sciences*. In the first, systematic part, the authors present the genesis of modern science and the philosophy of science, emphasizing especially contemporary changes in the understanding of what we call science. In the second part they show the methodological and objective separateness of individual types of sciences (formal, natural, social, cognitive, humanistic as cultural and theological sciences). After a fragmentary presentation of the mentioned parts, I will discuss a contemporary topic that was not included in the publication in question, but which may serve as its supplement. It is about understanding scientific progress in the era of rapidly developing applications of artificial intelligence (AI).

**Keywords:** science; types of sciences; methodology of science; rationality; truth; realism; artificial intelligence

*Znacząca poznawczo i kulturowo rola nauki sprawia, że ona sama stała się interesującym przedmiotem refleksji metanaukowej – od skromnie pojętej metodologii nauk, opisującej funkcjonowanie nauki i wyznaczającej niezbędne jej wymogi, po bardziej ambitnie pojętą filozofię nauki, jako samoistną dyscyplinę filozoficzną.*

Stanisław Janeczek, Monika Walczak, Anna Starościc ([red.] 2019a, s. 8)

## 1. Wprowadzenie

Omawiana książka, a właściwie jej dwie części, które ukazały się pod wspólnym tytułem *Metodologia nauk*, należą do serii wydawniczej Dydaktyka Filozofii (Janeczek, Walczak, Starościc [red.] 2019a, 2019b). Celem serii skierowanej głównie do wykładowców filozofii, ale także do innych czytelników, jest przedstawienie poszczególnych dyscyplin filozoficznych. Wszystkie dotychczasowe tomy serii rzetelnie omawiają zarówno bogactwo dokonań w długich dziejach filozofii, jak też aktualny dyskurs filozoficzny dotyczący konkretnych zagadnień.

Redaktorzy serii zwrócili się z prośbą o przygotowanie tekstów do autorów wywodzących się z rozmaitych kręgów filozoficznych i światopoglądowych. W doborze autorów kierowali się jedynie ich kompetencjami. Są to filozofowie akceptujący omawiane przez siebie koncepcje lub też dokumentujący się monografiami z zakresu przedstawianej problematyki. Równocześnie dzięki takiemu otwartemu podejściu seria ta może być wykorzystana przez wykładowców z różnych ośrodków filozoficznych oraz przez doktorantów wdrażających się w badania filozoficzne. Może być traktowana jako rzetelna panorama poszczególnych dziedzin filozofii.

Publikacja dotyczy problematyki z zakresu metodologii nauk, a faktycznie – jak sygnalizują redaktorzy – funkcjonowania rozwijającej się bujnie i dynamicznie filozofii nauki. Całość zagadnień została zgrupowana w dwu częściach zatytułowanych *Czym jest nauka?* (I) oraz *Typy nauk* (II). W części pierwszej, systematycznej, autorzy prezentują najpierw genezę nowożytnej filozofii nauki, sięgając tradycji nowożytnej, ale akcentują zwłaszcza współczesne zmiany w rozumieniu tego, co nazywamy nauką. W części drugiej pokazują metodologiczną i treściową odrębność poszczególnych typów nauk (nauki formalne, przyrodnicze, społeczne, kognitywistyczne, humanistyczne jako nauki o kulturze oraz teologiczne).

Po krótkim, wycinkowym przedstawieniu wspomnianych powyżej dwóch części omówię temat, któremu moim zdaniem nie poświęcono należytej uwagi w obydwu tomach. Chodzi mi o rozumienie postępu naukowego w dobie szybko rozwijających się zastosowań sztucznej inteligencji (*artificial intelligence* – AI). Moje uwagi służą jako uzupełnienie tej ze wszech miar zasługującej na uwagę publikacji.

## 2. Czym jest nauka?

Refleksja nad nauką przechodzi krok po kroku od zagadnień metody naukowej, sposobów poznania, weryfikowania i uzasadniania do postrzegania nauki jako ważnego elementu kultury. Dzieje się to szczególnie wówczas, kiedy traktuje się ją jako skuteczne narzędzie formowania rzeczywistości kulturowo-społecznej i gospodarczej, co ostatecznie objawia się w kształcie społeczeństwa zbudowanego na wiedzy i w podkreśleniu innowacyjności jako inspiratora wszechstronnego postępu.

W obszerniejszej, pierwszej części omawianego opracowania, pt. *Czym jest nauka*, autorzy, wychodząc od analizy metody naukowej, polemizują z uproszczonym, jakkolwiek nierzadko jeszcze prezentowanym empirystyczno-indukcyjno-niściezycznym obrazem metody naukowej. W historię refleksji metodologicznej nad nauką wprowadzają artykuły Wojciecha Sadego *Geneza współczesnej koncepcji nauki* i Artura Koterskiego *Trzy główne orientacje w dwudziestowiecznej filozofii nauki*. W wielostronicowym dziale zatytułowanym „Natura nauki” umieszczono teksty znanych polskich filozofów zajmujących się metodologią nauki: Andrzeja Bronka, Pawła Zeidlera, Elżbiety Kałuszyńskiej, Krzysztofa Brzechczyna, Anny Lemańskiej, Zbigniewa Wróblewskiego, Piotra Dehnela, Moniki Walczak, Jana Woleńskiego, Andrzeja Łukasika, Agnieszki Lekkiej-Kowalik, Adama Chmielewskiego, Jacka Poznańskiego, Roberta Poczobuta, Danuty Chmielewskiej-Banaszak, Krzysztofa J. Kiliana, ks. Grzegorza Bugajaka, Jacka Wojtysiaka, Jacka Rodzenia, Zenona E. Roskala. Dołączono także tłumaczenie programowego artykułu Alвина Plantingi *Naturalizm metodologiczny?*

Poniżej omówię bliżej jedynie trzy zagadnienia:

1. Polemika z empirystyczno-indukcyjno-niściezycznym ujęciem metody naukowej nie zniekształca obrazu nauki, gdy ukazuje się najpierw empiryczny, a następnie teoretyczny wymiar nauki oraz rolę wykorzystywanych w niej modeli. Zdaniem Brzechczyna „[...] można przyjąć, że modele pełnią rolę pośredniczącą: z jednej strony zawierają interpretacje aksjomatów i twierdzeń teorii naukowej, a z drugiej strony są uproszczoną reprezentacją empirycznej rzeczywistości przez te teorie opisywanej” [Brzechczyn, *Modele w nauce*, I, s. 206]<sup>1</sup>.
2. Z kolei Lemańska przedstawia specyfikę wyjaśniania w nauce i pisze, że tę ostatnią można podzielić na dyscypliny w zależności od występujących w niej wyjaśnień. Omawia przy tym bardziej szczegółowo wyjaśnienia w matematyce, naukach przyrodniczych oraz w naukach biologicznych i społecznych. Podkreśla, że: „W naukach biologicznych, a także społecznych ze

---

<sup>1</sup> Podawane w tekście w nawiasach kwadratowych informacje bibliograficzne odnoszą się do omawianych części *Metodologii nauk*.

względu na specyfikę zjawisk i procesów w nich badanych, zwłaszcza abio-  
genezy i ewolucji, obok wyjaśnień przyczynowych wprowadza się wyja-  
śnienia genetyczno-historyczne, strukturalne, funkcjonalne, teleonomiczne  
i teleologiczne” [Lemańska, *Wyjaśnianie w nauce*, I, s. 243]. Do odmiennej  
specyfiki wyjaśniania w nauce i w filozofii nawiązuje Wróblewski, wska-  
zując na pragmatyczne tło sporu o teleologię: „Wyjaśnienie przyczynowe  
jest typem charakterystycznym dla poznania naukowego, wyjaśnianie tele-  
ologiczne (interpretacja teleologiczna) – dla poznania filozoficznego. Inne  
cele są stawiane w poznaniu filozoficznym, inne w wyjaśnianiu naukowym”  
[Wróblewski, *Wyjaśnianie naukowe a filozoficzne*, I, s. 268]. Na uwagę  
zasługują analizy Dehnela dotyczące różnorodności rozumienia, jakie nam  
proponuje Ludwig Wittgenstein. „Rozumienie” jest dla Wittgensteina poję-  
ciem podobieństwa rodzinnego, co oznacza, że nie musimy szukać jakiegoś  
procesu psychicznego czy stanu mentalnego odpowiadającego rozumieniu  
[Dehnel, *Rozumienie i interpretacja*, I, s. 290–297]. Istnieją różne rodzaje  
rozumienia, jedne są interpretacją (rozumienie wiersza), inne nie (np. rozumi-  
enie matematycznego znaku b<sup>a</sup>).

3. Specyfikę nauki przybliżają analizy kilku podstawowych zagadnień, do  
których należą: (a) racjonalność nauki, (b) prawda w nauce i jej realizm.
  - (a) Problematykę racjonalności nauki podjęła Walczak. Badaczka analizuje  
konceptje racjonalności nauki i kryteria ich tworzenia oraz porządkowa-  
nia. Wychodzi przy tym od klasycznych koncepcji racjonalności nauki  
(rekonstrukcjonizm i demarkacjonizm) i przechodzi do nieklasycznych  
(deskrypcjonizm i antydemarkacjonizm). W zakończeniu [por. Walczak,  
*Racjonalność nauki*, I, s. 335–337] autorka podaje trzy założenia i pięć  
postulatów mogących służyć za podstawę całościowej teorii racjonalno-  
ści nauki.
  - (b) W swoim sprawozdawczym artykule Woleński odróżnia pojęcie prawdy  
w logice i matematyce od pojęcia prawdy w naukach przyrodniczych,  
a także od pojęcia prawdy w naukach humanistyczno-społecznych.  
W tych ostatnich – gdy chodzi o pojęcie prawdy – nie ma nic gotowego,  
wszystko jest kwestią interpretacji. Koncepcje nauk humanistyczno-  
-społecznych przypominają poglądy w filozofii nauk przyrodniczych,  
z tą różnicą, że interpretacje generowane przez teorie empiryczne są  
znormalizowane przez zasób konstatacji faktualnych, obrazy rzeczywi-  
stości zaś są filtrowane przez poglądy polityczne, moralne, społeczne  
i religijne [por. Woleński, *Prawda w nauce*, I, s. 363–364]. Stanowiska  
realizmu i antyrealizmu naukowego omawia Łukasik [*Realizm naukowy*,  
I, s. 367–369].

Wiele uwagi poświęcono w opracowaniu rozwojowi nauki w aspekcie jej zasto-  
sowań. Zaznaczono, że proces ten rodzi też zagrożenia, na które m.in. zwracają

uwagę artykuły poświęcone aksjologicznemu [Lekka-Kowalik, *Nauka a wartości*, I, s. 397–417] czy społecznemu wymiarowi nauki [Chmielewski, *Spoleczne wymiary nauki*, I, s. 441–447]. Nie zapomniano wskazać również na granice nauki i dążenia do jej unifikacji. Dodatkowo podjęto wątki dotyczące nie tylko podmiotowych, lecz także epistemicznych uwarunkowań uprawiania nauki i jej tła światopoglądowego, istotnego szczególnie w kontekście współczesnego naturalizmu. W końcu zajęto się tematami dotyczącymi relacji nauki z technologią [Rodzeń, *Nauka a technika (technonauka)*, I, s. 665–682] oraz zagrożeń związanych z pseudonauką [Roskał, *Popularyzacja nauki a pseudonauka*, I, 683–699].

### 3. Typy nauk

W części drugiej, zatytułowanej *Typy nauki*, autorzy artykułów omawiają metodologiczną i treściową odrębność poszczególnych nauk: formalnych, przyrodniczych, społecznych, kognitywistycznych, humanistycznych – jako nauk o kulturze, oraz teologicznych. Dużą część tego działu poświęcono metodologii filozofii, ukazując bogactwo typów uprawiania filozofii od jej modelu klasycznego, związanego z logiką czy z naukami przyrodniczymi, oraz pytając o prawomocność tzw. filozofii chrześcijańskiej, czyli filozofii uprawianej w kontekście religii.

W części „Metodologiczna odrębność nauk” znajdujemy artykuły ks. Zygmunta Hajduka, ks. Dariusza Dąbka, Rafała Pawła Wierchosławskiego, Arkadiusza Guta, Zbigniewa Wróblewskiego, Barbary Kotowej, Andrzeja Bronka.

Przykładowo Hajduk omawia najpierw klasyczne kierunki w zakresie podstaw matematyki, do których zalicza się logycyzm Gottloba Fregego, formalizm Kurta Gödla i intuicjonizm Luitzena Egbertusa Jana Brouwera [Hajduk, *Metodologia nauk formalnych*, II, s. 9–25], a następnie analizuje Imrego Lakatosa metodologię naukowych programów badawczych i alternatywne strategie w zakresie podstaw matematyki.

W części „Metodologia filozofii (metafilozofia)” mamy artykuły ks. Stanisława Kamińskiego, Stanisława Judyckiego, Andrzeja Bronka i Stanisława Majdańskiego, Marka Lechniaka, ks. Józefa Turka, Tadeusza Pabjana, Wojciecha Chudego. Ksiądz Kamiński w artykule *Status metodologiczny filozofii* (przedruk z wcześniejszych publikacji) omawia najpierw, jak uprawianie filozofii rozumiano w historii filozofii [II, s. 163–175], a następnie skupia się na „naturze filozofii” w kontekście innych typów wiedzy, wielości i jedności filozofii oraz roli filozofii w kulturze. Polemizuje przy tym z poglądem, że postęp filozofii odbywa się niejako w ruchu spiralnym, skoro w pewnym sensie te same zagadnienia ukazują się w coraz to nowym świetle ze względu na poszerzenie wyjściowych informacji o świecie oraz doskonalenie się metod i warsztatu dociekań. Jego zdaniem należy jednak przyjąć jako ważniejszy sprawdzian postępu to, że nowy etap filozofii bliż-

szy jest intencjom poznawczym szukającego mądrości, czyli celowi filozofowania [II, s. 182].

Jak w każdym tomie tej serii, także w tym znajdziemy dział „Refleksje dydaktyka”, którą tworzą artykuły Agnieszki Lekkiej-Kowalik, Tadeusza Szubki, Anny Starościc, Aleksandry Derry, Piotra Lipskiego, Piotra Kulickiego i Rafała Trójczaka. Autorzy ukazują w nich w innej perspektywie dydaktykę tytułowej tematyki jako metodologii czy filozofii nauki, ale także modnych dziś studiów nad nauką i techniką oraz naukoznawstwa. Wychodząc od filozofii nauki w połowie XX wieku (Hans Reichenbach, Herbert Feigl, Ernest Nagel), Szubka szkicuje stan i transformacje filozofii nauki na początku naszego stulecia. Zaznacza, że przed filozofami nauki pojawiają się nowe wyzwania związane ze społeczną recepcją nauki i nowymi trendami filozoficznymi. „Najnowsza filozofia nauki staje się zatem w swej znaczącej części metafizyką nauki” [Szubka, *Współczesna filozofia nauki*, II, s. 342]. Chociaż nadal istnieje ogólna filozofia nauki, lecz ma ona mało elementów wspólnych z logiczną teorią nauki z połowy XX wieku. Derra w tekście *Studia nad nauką i technologią* omawia interdyscyplinarny obszar badań zajmujący się współczesną nauką, technologią oraz społeczeństwem. Nauka i technologia są przy tym traktowane jako nierozzerwalna całość i określane mianem „technonauki”. *Studia nad nauką i technologią* wyrastają z silnego programu socjologii wiedzy Davida Bloora, z historycznego ujęcia wiedzy naukowej Thomasa Kuhna oraz z psychosocjologii wiedzy naukowej Ludwika Flecka. Ze względu na swój charakter studia nad nauką i technologią wniosły ważny wkład w myślenie polityczne, traktując one bowiem praktyki technonaukowe jako specyficzne sposoby rządzenia, dystrybuowania władzy, jako wehikuł założeń normatywnych kształtujących współczesne systemy demokratyczne [Derra, *Studia nad nauką i technologią*, II, s. 395–396].

Całość obydwu tomów jest pod każdym względem imponująca: 42 teksty o objętości w sumie ponad 1100 stron! Większość autorów dostarczyła nowe artykuły, a przedruki i tłumaczenia są bardzo dobrze dobrane i wkomponowane w całość. Na podkreślenie zasługuje umiejętne dobór zagadnień i autorów. Artykuły odzwierciedlają specyfikę poglądów i stylu swoich twórców, raz są napisane bardziej systematycznie, kiedy indziej bardziej eseistycznie, jednak w każdym przypadku kompetentnie i rzetelnie oddają omawiane wątki. Nic dziwnego, redaktorom udało się bowiem skłonić do napisania tekstów grono znakomitych autorów, cenionych specjalistów, reprezentujących różne polskie ośrodki akademickie.

Ta profesjonalnie napisana i zredagowana obszerna praca zbiorowa powinna być dostępna w każdej bibliotece uniwersyteckiej w naszym kraju, bo na pewno będzie wartościowa zarówno dla naukowców zajmujących się metodologią, jak i pracujących dydaktycznie (poszczególne artykuły można będzie wykorzystać na zajęciach lub do zagadnień egzaminacyjnych – także dla doktorantów).

Choć – jak stwierdzają redaktorzy – ten ogromny tom nie wyczerpuje, bo nie może wyczerpać, całości problematyki właściwej współczesnej metodologii i filozofii nauki, to przecież jest ujęciem prawdziwie monograficznym z wyrazistą linią interpretacyjną i logiką wypowiedzi. Jest więc prawdziwą monografią. Dlatego w dalszych rozważaniach postaram się rozwinąć dwa – moim zdaniem – powiązane ze sobą istotne uzupełnienia: zagadnienie postępu w nauce i wspomaganie tego postępu poprzez stosowanie sztucznej inteligencji.

#### 4. Epistemiczne rozumienie postępu w nauce

Czym jest postęp naukowy? Problem z odpowiedzią na to pytanie leży w tym, że postęp naukowy może być różnego rodzaju i może dotyczyć takich tematów jak: odkrycia zjawisk, wyjaśnienia lub syntezy teoretyczne, akceptacja lub odrzucenie hipotez bądź teorii przez niektóre społeczności naukowe, opracowania nowych technik pomiarowych lub analitycznych, zastosowania ogólnej teorii do rozwiązywania konkretnych teoretycznych lub praktycznych problemów, rozwoju technologii lub użytecznych interwencji w celu poprawy zdrowia i samopoczucia ludzi dzięki osiągnięciom naukowym itd.

W historii nauki przeplatają się dwa stanowiska odnośnie do postępu naukowego: (a) gromadzenie wiedzy i dorobku (stanowisko to dominuje w dziedzinie faktów naukowych), (b) negowanie tezy o liniowym gromadzeniu wiedzy, co skutkuje kwestionowaniem zastanego stanu nauki. Stanowisko to przyjmuje, że hipotezy, prawa i teorie ciągle podlegają lub mogą podlegać korygowaniu, ograniczaniu zakresowemu lub wręcz negowaniu.

Tym samym odpowiedź na pytanie „czym jest postęp naukowy?” nadal nie wydaje się prosta, niemniej jednak można zgodnie z (a) ogólnie powiedzieć: Nauka (lub określona dziedzina naukowa bądź teoria) dokonuje postępu właśnie wtedy, gdy ukazuje kumulację wiedzy naukowej; jakieś wydarzenie w nauce jest progresywne, gdy nasza wiedza o badanym zjawisku zostaje poszerzona. Chociaż koncepcja (a) ma swoją historię (por. Bowler, Morus 2005; Smelser, Swedberg [ed.] 2005; Bird 2007; Saatsi 2019), to w filozofii jest ona stawiana pod znakiem zapytania, chociażby dlatego, że została zanegowana już przez Kuhna.

Możemy rozróżnić trzy rozumienia postępu naukowego: (1) podejście epistemiczne (kumulacja wiedzy jest potrzebna do postępu nauki), (2) podejście semantyczne (prawda lub weryfikacja jako definiujące postęp), (3) podejście funkcjonalno-internalistyczne (postęp naukowy dokonuje się wtedy, kiedy rozwojowi naukowemu uda się spełnić określone zadanie – przykładowo rozwiązać problem naukowy, przy czym to naukowcy oceniają, czy osiągnięto zamierzony cel). Podejścia (1) oraz (2) są typowe dla stanowiska realizmu naukowego, który uzupełnia

je o tzw. tezę metafizyczną (istnieje obiektywny świat, niezależny od poznającego podmiotu [por. Łukasik, *Realizm naukowy*, I, s. 377–396]).

Poniżej będę argumentował za podejściem epistemicznym, prostym, skumulowanym rachunkiem wiedzy, według którego koncepcja postępu naukowego jest powiązana z tym, co uznajemy za cel nauki, czyli to, czym nauka ma być. Jeśli zaakceptujemy proponowane przez Timothy'ego Williamsona zestawienie zebranych dowodów i powstałej wiedzy, wówczas sam proces gromadzenia dowodów będzie kumulacją wiedzy (Williamson 2000). Postęp w metodzie naukowej zazwyczaj trudno odróżnić od postępu w wiedzy naukowej. Nie tylko wiedza promująca rozwój będzie częścią naukową postępu. Rozwój społeczny może promować wiedzę naukową i być bodźcem do postępu, chociaż sam może nie być postępowy w sensie naukowym. W pogoni za postęphem nauki można bowiem realizować inne cele aniżeli zdobywanie wiedzy. Niemniej jednak cel zdobywania wiedzy jest przy tym najważniejszy, konstytutywny, tzn. jeśli ogólnie dąży się do realizacji czegoś bez dążenia do wiedzy, to w takim wypadku nie mamy do czynienia z nauką. Ponieważ nauka oraz taka czy inna technologia są dziś najczęściej ze sobą ściśle powiązane, więc dany projekt badawczy może mieć jakiś cel technologiczny. Weźmy przykładowo produkcję coraz to nowych polimerów, których temperatura użytkowa przekracza 150°C. Można przy tym kumulować wiedzę naukową chociażby na temat wytrzymałości polimerów. Jeśli jednak kontynuowano by produkcję bez jakiegokolwiek zainteresowania kumulowaniem i generowaniem wiedzy, wówczas z pewnością mielibyśmy proces technologiczny, chociaż nie naukowy.

Pogląd, że celem nauki jest wiedza, jest uważany za naturalny, chociaż nie jest on powszechnie akceptowany. Ktoś może argumentować, że sama wiedza nie wystarczy – nauka dąży bowiem do zrozumienia, do znalezienia przyczyn danego zjawiska. Wyobraźmy sobie zespół ornitologów zajmujących się liczeniem i fotografowaniem gniazd kwiczołów w Polsce. Powstały w ten sposób ogromny zestaw danych o gniazdach nie dodaje dzisiaj wiele do zrozumienia zachowań kwiczołów, potrzeba innych obserwacji. Lecz być może kiedyś, przy zastosowaniu właściwych technik komputerowych, będziemy mogli ten zbiór danych odpowiednio posegregować, ocenić i przetworzyć, co doprowadzi do lepszego zrozumienia zachowania tych ptaków. Chociaż znaczenie „zrozumienia” wydaje się jasne, nie kontrastuje ono z celem zdobywania wiedzy, ponieważ całe (prawdziwe, a nie pozorne) zrozumienie jest również wiedzą. Zrozumieć, dlaczego coś się wydarzyło, to wiedzieć, jakie były przyczyny, procesy lub prawa je powodujące. Niemniej jednak przykład badania gniazd kwiczołów, zdawałoby się, zawężonego tylko do fotografowania, skłania do uzupełnienia badań. W takiej sytuacji będziemy chcieli wiedzieć, o jakie znaczące uzupełnienia chodzi, a o jakie nie, jeśli chcemy zrozumieć zachowanie tych ptaków.

Wychodząc od semantycznego rozumienia postępu naukowego, można twierdzić, że nauka dąży jedynie do prawdziwych teorii, a nie do wiedzy o prawdziwo-



ści danej teorii. Powszechnie przyjmuje się bowiem, że celem jest prawda przekonania w ogóle, przy czym przekonanie naukowe jest tylko jednym rodzajem przekonania. Takie domniemanie dotyczące celu przekonania wyjaśniłoby, dlaczego realisci przyglądali się postępowi pod względem prawdy lub pod pozorami wiarygodności [por. Łukasik, *Realizm naukowy*, I, s. 369–377]. Tym samym mamy jedynie inne rozłożenie akcentów: semantyczne podejście do postępu przyjmuje, że przekonanie dąży do prawdy, podczas gdy podejście epistemiczne zakłada, że celem przekonania jest wiedza raczej niż prawda.

Z jednej strony wiedza wymaga prawdy, więc nakierowanie na wiedzę będzie wymagało nakierowania na prawdę. Z drugiej strony ktoś, kto w sensie epistemicznym dąży do prawdy (zrównuje ją z działaniami poznawczymi, takimi jak weryfikacja czy stwierdzanie), będzie starał się kształtować swoje przekonania w sposób, który rzetelnie doprowadzi do prawdy. Jeśli wybierze odpowiednie sposoby formowania przekonań, ich rezultatem będzie wiedza. Jeśli nie, jego zachowanie będzie przypominało kogoś, kto szuka wiedzy. Poszukiwanie prawdy może być trudne do odróżnienia od poszukiwania wiedzy, aczkolwiek możemy zauważyć, że rzeczywiście istnieją różnice między poszukiwaniem prawdy a poszukiwaniem wiedzy. Rodzi się pytanie, czy pragnienie prawdy pociąga za sobą pragnienie unikania fałszu. Wybór zachowania kształtującego przekonania jest lepiej wyjaśniony przy traktowaniu celu przekonania jako prostej wiedzy<sup>2</sup>.

Siła przedstawionych argumentów na korzyść epistemicznego spojrzenia na postęp naukowy zależy od tego, czy postawa, jaką przyjmują naukowcy wobec zadań nauki, jest przekonaniem. Czasami mogą oni nie być przekonani co do stawianych przez siebie hipotez, a nawet do ich przybliżenia. Przykładowo wtedy, kiedy aktualnie nie mają wystarczających danych, dowodów, nie dysponują odpowiednimi technikami analizy danych celem wykluczenia konkurujących hipotez. Ulepszone, poszerzone przeszukiwanie olbrzymich zbiorów danych (*Big data*) mogą wzmocnić taką czy inną hipotezę i związane z nią przekonanie.

W swoim konstruktywnym empiryzmie Bas van Fraassen utrzymuje, że nauka zmierza do akceptacji teorii, a nie przekonań. Akceptacja teorii zawiera jako przekonanie jedynie to, że jest ono empirycznie adekwatne, a adekwatność empiryczna jest traktowana jako prawda w odniesieniu do obserwowalnych bytów (van Fraassen 1980, s. 12). Niemniej jednak akceptacja taka nie jest niezależna od przekonań, ponieważ wiąże się z tym, że dana teoria jest analitycznie lub empirycznie adekwatna. Stąd aktualne przedstawienia przekonań i postępu nadal będą miały zastosowanie do przekonaniowego komponentu akceptacji. Dopóty przekonania odgrywają kluczową rolę w opisie natury nauki, dopóki będzie miejsce na epistemiczny opis postępu w nauce.

---

<sup>2</sup> Chodzi o tzw. zasadę bezpieczeństwa, która wiąże się z tym, że aby uzyskać wiedzę, nasze procesy kształtowania przekonań powinny być niezawodne. Por. Williamson 2000, s. 7.

## 5. Czy sztuczna inteligencja umożliwi nowe odkrycia naukowe?

Nawiązując do epistemicznego rozumienia postępu w nauce i związanego z nim zbierania danych, możemy powiedzieć, że w najbliższych latach czeka nas radykalna zmiana w sposobie uprawiania nauki. Będzie to równie istotna zmiana, jaką było zastosowanie nauki do rozwoju technologii, która napędzała XVIII- i XIX-wieczną rewolucję przemysłową. W różnych gałęziach nauk eksperymentalnych, jak chociażby wytwarzanie nowych leków, potrafimy uzyskać coraz większe ilości danych pochodzących z coraz bardziej zaawansowanych eksperymentów. Już dzisiaj wybór danych, które należy gromadzić, i proces ich efektywnego analizowania szybko postępują zarówno dzięki wyszukiwarkom internetowym typu Google czy chiński Baidu, jak i za sprawą wykorzystywania zaawansowanych technik opartych na sztucznej inteligencji (AI)<sup>3</sup>.

Postępy w badaniach nad AI – która dzisiaj jest często traktowana jedynie jako pożyteczne narzędzie – prawdopodobnie zmienią każdy aspekt naszego życia, od transportu i zatrudnienia po opiekę nad osobami starszymi oraz uprawianie nauki. Badania podstawowe i badania techniczne widzą w użyciu AI możliwość realizacji coraz bardziej ambitnych celów. Zdaniem Hiroaki Kitano, dyrektora Sony Science Laboratories, chodzi o „opracowanie systemu sztucznej inteligencji, który może dokonywać ważnych odkryć naukowych w naukach biomedycznych, co jest warte nagrody Nobla i znacznie więcej” (Kitano 2016).

Zamiarem jest stworzenie systemów AI potrafiących przekształcić odkrycia naukowe w wysoce wydajną praktykę, dzięki czemu będzie można poszerzyć dotychczasowy zasób wiedzy z różnych dziedzin. Chodzi o system mogący przełiczyć wszystkie możliwe hipotezy, a tym samym przededefiniować proces naukowego odkrywania nowych praw i tworzenia hipotez. Kitano przewiduje optymistycznie, że do 2025 roku AI będzie podobnie wszechstronna w przeprowadzaniu eksperymentów naukowych jak dzisiejsze komputery, które są zdolne do kontrolowania skomplikowanych procesów technologicznych i rejestrowania wielkiej liczby danych. Dokona się zmiana paradygmatu z AI wykorzystywanej dzisiaj do analizy już pozyskanych danych na AI potrafiącą decydować, co i jak dalej mierzyć i analizować.

Te same metody będzie można również wykorzystać do optymalizacji badań pod kątem określonego zestawu kryteriów. Podczas analiz wyników nowych eksperymentów i nowych odkryć materiałowych będzie można dalej dostosowywać podejście do badań naukowych, oszczędzając czas, pieniądze i poprawiając uzyskane rezultaty. Tak uzyskane dane będzie można z kolei połączyć ze sprzężonym

---

<sup>3</sup> Analizy danych, sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe mają w tych dniach kluczowe znaczenie dla pomocy rządowi i organizacjom zdrowotnym w walce z wybuchem pandemii wirusa SARS-CoV-2 powodującego chorobę COVID-19. Por. Zhao, Liu, Li 2020.

testowaniem sprzętowym w celu optymalnego dostrojenia jakiegoś technicznego komponentu lub podsystemu pod kątem jego końcowej wydajności. Początkowo tego rodzaju sprzężenia będzie można użyć do już wykonanych prototypów, ale ostatecznie do całego projektu badawczego, a nawet procesu produkcyjnego.

Nowe rodzaje technik uczenia maszynowego (*machine learning*), które najlepiej sprawdzą się w odkrywaniu naukowym, będą złożone i będą wymagały sprzętu komputerowego o wiele bardziej wydajnego i elastycznego niż dzisiejsze komputery. Nowy sprzęt, który może efektywnie przyspieszać te podejścia, można w pewnym zakresie, według Kitano, już dzisiaj pozyskać od takich firm jak Graphcore z ich technologią *Intelligence Processing Unit* (IPU).

Większość praktycznych sukcesów osiągniętych w ostatnich latach dzięki sztucznej inteligencji obejmowała to, co informatycy nazywają nadzorowanym uczeniem maszynowym (*supervised machine learning*): wykorzystanie oznakowanych zestawów danych do szkolenia algorytmów (najczęściej są nimi sieci neuronowe) w celu automatyzacji tego, co wcześniej było czynnościami wykonywanymi przez ludzi. Przykładowo, bierze się zestawy danych o objawach pacjentów i wyniki tysięcy ich badań, wraz z ich ostateczną diagnozą postawioną przez lekarzy, i trenuje się algorytm w zakresie uczenia się wzorców w zbiorze danych – to znaczy, które objawy i markery kliniczne są symptomami danych chorób. Na podobnej podstawie funkcjonują algorytmy rozpoznawania twarzy. Do zbierania i obsługi danych wejściowych służy galeria wykorzystywana do przechowywania bazy tysięcy zdjęć rozpoznawalnych osób. Do funkcjonalności galerii należy odczyt i zapis pojedynczych zdjęć do i z bazy. Zdjęciom podczas zapisu przydzielane są etykiety znakowe (np. imię osoby na zdjęciu) oraz numeryczne (numer galerii, numer w galerii). Na podstawie tych danych zdjęcie może zostać pobrane z bazy i wczytane do programu. Następnie bierze się zestaw danych z etykietami i trenuje algorytm do rozpoznawania twarzy ludzi. Sukcesy w tego typu eksperymentach pokazują, że uczenie maszynowe może, przy odpowiednich danych szkoleniowych, przybliżyć się „krok po kroku” do epistemicznie rozumianej wiedzy ludzkiej (por. Park, Sim 2011).

Szybki rozwój AI skłonił jednak Kartika Hosanagara do zadania głębszego pytania: Czy AI może prowadzić do wiedzy nieznannej nawet ekspertom? (Hosanagar 2019a). Czy możemy zautomatyzować coś takiego, jak proces prowadzący do odkrycia naukowego, a tym samym do postępu wiedzy? Jeden z przykładów, jakie Hosanagar omawia, dotyczy niezżyjącego już Dona R. Swansona, informatyka z Uniwersytetu Chicagowskiego. Gdy Swanson czytał o diecie Eskimosów, uderzyła go informacja o dużej ilości spożywanych przez nich pokarmów rybnych (Hosanagar 2019b, s. 60). Badania sugerują, że duże spożycie oleju z ryb zwiększa przepływ krwi w ludzkim organizmie, zmniejsza reakcje naczyń krwionośnych na zimno i tłumi krzepnięcie wywołane przez płytki krwi. Swanson znał badania mówiące, że przeciwieństwo tych zmian w układzie krwionośnym jest związane

z chorobą Raynauda, która powoduje zwężenie naczyń krwionośnych w odpowiedzi na niskie temperatury lub stres. Stąd jego hipoteza, że olej z ryb może pomóc w leczeniu tego zaburzenia. Liczne badania potwierdziły obserwacje, że (1) olej rybny poprawia krążenie krwi i (2) choroba Raynauda jest związana ze słabym krążeniem krwi. Jednak żadne z istniejących badań nie sugerowało, że olej rybny może być skuteczny w leczeniu choroby Raynauda. W 1986 roku Swanson opublikował artykuł naukowy na temat swojej hipotezy, która trzy lata później została potwierdzona badaniami klinicznymi.

Postęp wiedzy, jakiego dokonał Swanson, polegał na kumulacji danych z różnych dziedzin wiedzy: jeśli A (olej rybny) był powiązany z B (przepływ krwi), a B był związany z C (objawy choroby Raynauda), to można postawić hipotezę, że istnieje potencjalny związek pomiędzy A i C. Swanson wraz z profesorem psychiatrii Neilem Smalheiserem opracowali program komputerowy o nazwie Arrowsmith, który tworzył hipotezy, operując na bazach danych badań medycznych i koncentrując się na teoriach generowanych na podstawie powiązań między różnymi specjalnościami medycznymi. Kolejna hipoteza, jaką wysunął Swanson, dotyczyła związku między niedoborem magnezu a migrenowymi bólami głowy, która również została poparta rezultatami uzyskanymi w późniejszych badaniach klinicznych<sup>4</sup>. Przez lata program Arrowsmith miał ograniczony wpływ na rozwój nauk medycznych, ale wczesna próba Swansona sugeruje, że znalezienie relacji pomiędzy danymi z różnych badań może pomóc w zdobyciu nieodkrytej dotychczas wiedzy, wiedzy skumulowanej w dostępnych danych. Choć pierwsze hipotezy Swansona zostały wygenerowane niejako w ręczny sposób, proces takiej generacji można rzeczywiście zautomatyzować celem odkrycia w licznych danych zależności prowadzących do wiedzy, której naukowcy mogliby jeszcze długo szukać.

Alternatywne podejście ilustruje oprogramowanie AlphaGo Zero firmy Google DeepMind. O ile oryginalna wersja oprogramowania AlphaGo<sup>5</sup> była intensywnie testowana w kolejnych partiach gry planszowej Go rozgrywanych pomiędzy AlphaGo a światowymi mistrzami w tej grze, o tyle przy tworzeniu oprogramowania AlphaGo Zero nie zadawano sobie trudu obserwowania ludzkich ruchów na planszy Go. Zamiast tego cały zestaw danych szkoleniowych został przez oprogramowanie AlphaGo Zero wygenerowany samodzielnie. Oprogramowanie, wyposażone w podstawowe zasady gry w Go, grało miliony razy samo przeciwko sobie. Następnie przeanalizowało wszystkie te partie, aby ustalić albo „dowiedzieć się”, które ruchy prowadzą do wygranej w grze Go, a które do porażki.

---

<sup>4</sup> „Być może najbardziej oddziałującym i trwałym wkładem Dona Swansona w informatykę jest koncepcja »nieodkrytej wiedzy publicznej« (*undiscovered public knowledge* – UPK), do której podchodził z bardzo szerokiego, filozoficznego punktu widzenia” (Smalheiser 2017).

<sup>5</sup> Oprogramowanie AlphaGo omawiam bliżej w Bremer 2016.

Podczas gdy uczenie nadzorowane (*supervised learning*) AlphaGo opierało się na jasno oznaczonych danych treningowych, oprogramowanie AlphaGo Zero uczyło się na podstawie danych generowanych przez sam algorytm, poprzez eksplorację znaną jako uczenie wzmacniające (*reinforcement learning*). Takie algorytmy jak AlphaGo Zero badają różne ruchy w grze Go i „dowiadują się”, które z nich prowadzą do oczekiwanych sukcesów. Tym samym, zamiast ograniczać się do analizowania już wcześniej uzyskanych danych, można badać przestrzeń potencjalnych działań i ustalać priorytety do przetestowania w następnej kolejności. Ta zdolność podsumowywania wielu hipotez i ich analizowania oraz oceniania (tj. przeprowadzania eksperymentów i pozyskiwania danych w celu weryfikacji kolejnych hipotez), przy jednoczesnym rozpoznaniu kosztów analizowania i oceniania, może być silnym impulsem prowadzącym do kolejnych odkryć naukowych. Na przykład wyprodukowanie nowego, specyficznego leku polegałoby wówczas na znalezieniu spośród milionów potencjalnych cząsteczek tych właściwych i na przeprowadzeniu serii eksperymentów w celu ustalenia, czy tak powstała nowa cząsteczka spełnia pokładane w niej oczekiwania. Chodzi o leki nowych generacji, które są w stanie bezpośrednio dotrzeć do chorych komórek lub tkanek i uniknąć szerszego rozproszenia w ciele, co spowoduje, że u pacjentów pojawi się znacznie mniej skutków ubocznych. Podczas gdy AI automatyzuje rutynowe zadania w różnych branżach przemysłu, pojawia się nadzieja na jej zastosowanie również w nauce, co tym samym prowadzi do postępu.

Od około 70 lat używamy komputerów w badaniach naukowych, choć sama metoda kumulowania danych i ich ręcznego przeglądania w poszukiwaniu znaczących reguł pojawiła się tysiące lat wcześniej. Najnowsze techniki uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji reprezentują całkowicie nowy sposób uprawiania nauki. Jedno z kolejnych takich podejść, znane jako modelowanie generatywne (*generative modeling*)<sup>6</sup>, może pomóc w identyfikacji najbardziej prawdopodobnej teorii wśród konkurencyjnych wyjaśnień dotyczących danych obserwacyjnych, opartych wyłącznie na danych i – co ważne – bez wcześniej zaprogramowanej wiedzy o tym, jakie procesy fizyczne mogą zachodzić w badanym systemie. Zwolennicy modelowania generatywnego postrzegają to podejście jako wystarczająco nowatorskie, aby uznać je za potencjalny „trzeci sposób” zdobywania wiedzy o świecie.

Z jednej strony tradycyjnie poznawaliśmy przyrodę poprzez obserwację: Johannes Kepler przez lata śledził sporządzone przez Tycho Brahego tabele pozycji planet, wysuwał różne hipotezy, a w końcu wywnioskował, że planety poruszają się po orbitach eliptycznych [por. Dąbek, *Metodologia nauk przyrodniczych*, II, s. 44; Sady, *Geneza współczesnej koncepcji nauki*, I, s. 30–31]. Z drugiej strony nauka

---

<sup>6</sup> „Model generatywny opisuje sposób generowania zestawu danych w kategoriach modelu probabilistycznego. Próbkując z tego modelu, jesteśmy w stanie wygenerować nowe dane” (Foster 2019, s. 1).

poczyniła postępy również dzięki symulacji. Astronom może dziś symulować, tzn. modelować, ruch Drogi Mlecznej i sąsiedniej galaktyki Andromedy oraz przewidywać, że zderzą się za kilka miliardów lat. Zarówno obserwacja, jak i symulacja pomagają naukowcom generować hipotezy, które można następnie przetestować za pomocą dalszych obserwacji. Modelowanie generatywne różni się od obu tych podejść. Według astrofizyka Kevina Schavinskiego jest to w zasadzie trzecie podejście, sytuujące się między obserwacją a symulacją (Schawinski i in. 2017).

Mimo że niektórzy naukowcy nadal postrzegają modelowanie generatywne i inne nowe techniki AI po prostu jako elektronarzędzia czy infonarzędzia do uprawiania tradycyjnej nauki, to większość naukowców zgadza się, że AI ma ogromny wpływ na uprawianie nauki i że jej znaczenie w nauce będzie rosło. Rodzi to pytanie o miejsce naukowca w badaniach naukowych: czy może on dokonać czegoś, czego nie dałoby się zautomatyzować, zoperacjonalizować? Jedno dzisiaj jest pewne: AI sprawiła, że korzystający z niej naukowiec z doświadczeniem w uczeniu maszynowym i dostępem do przetwarzania ogromnej ilości danych może zrobić w kilka minut lub godzin to, na co Kepler poświęcił wiele lat poszukiwań. W tym kontekście warto poczynić jeszcze dwie uwagi:

- (a) Wiele rzeczy odkrytych niezamierzenie jest ważnych w naszym codziennym życiu: teflon, rzep, nylon, promieniowanie rentgenowskie, penicylina, szkło bezpieczne, substytuty cukru oraz polietylen i inne tworzywa sztuczne. Zwykłym zbiegiem okoliczności zawdzięczamy część naszej najgłębszej wiedzy naukowej, np. odkrycie teorii grawitacji przez Isaaca Newtona, teorię Wielkiego Wybuchu i odkrycie DNA. Nawet znalezienie kamienia z Rosetty, papirusowych zwojów znad Morza Martwego i ruin Pompejów było przypadkowe (Roberts 1989). Liczne wynalazki i odkrycia oraz związane z nimi postępy naukowy są kwintesencją ludzkich działań, częściowo z powodu ciekawości, wytrwałości i szczęścia. Wielcy naukowcy wyćwiczyli oczy, uszy i rozum; potrafili wybrać coś wyjątkowego w wirze nieistotności. Odkrywca penicyliny, Alexander Fleming, był zorientowany w bakteriologii; był świadkiem infekcji jako lekarz w I wojnie światowej. Używanie AI nie musi oznaczać eliminacji przypadku lub łutu szczęścia z badań naukowych, ale może wydatnie przyspieszyć i wzmocnić postęp nauki.
- (b) Poruszone w poprzednim punkcie zagadnienie zmiany przekonań jest tematem, którym interesuje się informatyka oraz logika i który stanowi problem w badaniach nad sztuczną inteligencją. Przykładowo: jak zaktualizować bazę wiedzy w świetle pozyskiwanych nowych informacji? Co wówczas, jeśli nowe informacje będą w konflikcie z informacjami, które wcześniej uważano za prawdziwe? Inteligentny system powinien być w stanie uwzględnić tego typu przypadki. Kiedy podejmujemy decyzję lub mamy wyrobiony sąd o poprawności jakiejś teorii, zwykle zbieramy informacje

wspierające nasze przekonania i jesteśmy skłonni do ignorowania tych, które są przeciwko nim. Tego rodzaju tendencyjność potwierdzania może prowadzić do nadmiernej pewności siebie, a ostatecznie do błędnej oceny wyników. Programując AI, która rozumie podstawowe założenia i testuje je pod kątem odpowiednich danych, możemy usprawnić i zobiektywizować proces decyzyjny w tej materii. Współczesna nauka i filozofia od dawna służą nam za punkt wyjścia do zadawania egzystencjalnych pytań dotyczących naszego miejsca we wszechświecie, natury świadomości, wolnej woli, uprawiania nauki. Lecz gdy AI zaciera granice między światem cyfrowym a światem fizycznym, tego rodzaju fundamentalne pytania, jak te o istotę ludzkiego intelektu, muszą zostać na nowo zadane.

## 6. Podsumowanie

Omawiana dwutomowa publikacja *Metodologia nauk* powstała dzięki zaangażowaniu grona znakomitych autorów, specjalistów reprezentujących różne polskie ośrodki akademickie i różne dyscypliny naukowe. Chociaż z pewnością nie wyczerpuje ona całości problematyki charakterystycznej dla współczesnej metodologii i filozofii nauki, to cechuje ją wyrazista linia interpretacyjna i logika wypowiedzi typowa dla ujęć monograficznych.

Ogólnie można przyjąć, że metodologia – jak jest ona rozumiana w niniejszej książce – obejmuje (a) metodologię nauki (w sensie szerszym), którą stanowią badania logiczne, humanistyczne i filozoficzne związane z rodzajem i strukturami działań tworzących naukę oraz budową, funkcją i rozwojem teorii naukowych, (b) metodologię nauk (w sensie węższym), która zajmuje się zarówno przedstawieniem sposobów badawczego dotarcia i sformułowania prawdziwego opisu i wyjaśnienia jakiegoś fragmentu rzeczywistości, jak i badaniem racjonalności różnych czynności związanych z uprawianiem nauki. Racjonalność, o której tu mowa, przejawia się zasadniczo w poprawności operacji myślowych i ich wytworów, a także w celowości całego postępowania poznawczo-naukowego.

Na podkreślenie zasługuje ukazanie sposobów, w jakie nauka wpływa na kulturę (Thomas Kuhn, Karl Popper, Charles Darwin są najczęściej cytowanymi naukowcami w obydwu częściach opracowania). Negowanie tego wpływu byłoby błędem. Pojawienie się krytycznej refleksji nad światem oraz powstanie nauki nowożytnej wywołało trzy rewolucje w kulturze: (1) kiedy filozofowie presokratejscy stwierdzili, że racjonalna droga do poznania świata prowadzi poprzez krytyczną analizę hipotez, (2) kiedy Galileusz i Newton wykazali, że skuteczną metodą badania świata jest tworzenie matematycznych modeli i ich eksperymentalne weryfikowanie. Związana z tym zmiana metodologii doprowadziła nie tylko do odrzucenia klasycznego obrazu świata, lecz określiła także nowe obszary do

szukania odpowiedzi na pytania o miejsce człowieka we wszechświecie, istotę człowieczeństwa, podstawę reguł moralnych, sens życia, (3) Darwinowska teoria ewolucji zachwiała wiarę w niezmienność i celowość świata organicznego, dając powód do wielu naukowych dyskusji na temat natury moralności, religii, społeczeństwa. Wpływ nauki na kulturę jest niezależny od tego, czy nauka postępuje tak, jak chciał Kuhn, przechodząc kolejno przez stadia nauki normalnej i rewolucji, która zmywa uznawane dotąd założenia oraz paradygmaty i tworzy miejsce dla nowego, niewspółmiernego paradygmatu, czy też jak chciał Popper, mówiąc o kumulatywnym rozwoju nauki, napędzanym przez stałe minirewolucje. A może prawda o wpływie nauki na kulturę leży gdzieś pośrodku?

Podobnie interesujących przykładów wpływu nauki na kulturę i sztukę dostarczają współczesne nam czasy określane mianem „rewolucji cyfrowej” (*digital revolution*), związanej z rozpowszechnieniem się technologii cyfrowych: wynalezienie internetu, rozwój technik komputerowych, przetwarzanie danych, technologie komórkowe nowych generacji.

Bardziej adekwatne zrozumienie związku między tożsamością, kulturą i rozwijającymi się technologiami AI doprowadzi w przyszłości do poprawy relacji naukowców i nienaukowców (uczniów, studentów, pacjentów, konsumentów itp.). Głębsze zrozumienie dotychczasowego rozwoju nauki (co umożliwia nam omawiane opracowanie), będzie miało dalekosiężny wpływ na interaktywne technologie przyszłości. Jesteśmy dopiero na początku drogi prowadzącej do praktycznego i odpowiedzialnego wykorzystania możliwości, jakie dla postępu nauki daje AI. Praktyczne i odpowiedzialne granice używania AI są wciąż na wczesnym etapie rozwoju.

## Bibliografia

- 10 *Awesome Accidental Discoveries*, <https://www.popularmechanics.com/science/health/g1216/10-awesome-accidental-discoveries/> (dostęp: 20.12.2019).
- Accidental discoveries*, <https://www.britishtscienceweek.org/app/uploads/2015/10/NSEW-Accidental-Discoveries-Primary-PackFULLOPT.pdf> (dostęp: 20.12.2019).
- Bird A., 2007, “What is Scientific Progress?”, *Noûs* 41(1): 64–89. DOI: 10.1111/j.1468-0068.2007.00638.x.
- Bowler P. J., Morus I. R., 2005, *Making Modern Science: A Historical Survey*, Chicago: University of Chicago Press.
- Bremer J., 2016, *Neuronaukowy i potoczny obraz osoby w kognitywistyce*, Kraków: Akademia Ignatianum, Wydawnictwo WAM.
- Foster D., 2019, *Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play*, Beijing–Boston: O’Reilly.
- Hosanagar K., 2019a, *A Human’s Guide to Machine Intelligence: How Algorithms Are Shaping Our Lives and How We Can Stay in Control*, New York: Viking Press.
- Hosanagar K., 2019b, “Robots and Eureka Moments”, *The Scientist* May: 60, <https://www.the-scientist.com/reading-frames/can-artificial-intelligence-make-scientific-discoveries--65790> (dostęp: 18.04.2020).



- Janecek S., Walczak M., Starościc A. (red.), 2019a, *Metodologia nauk*, cz. 1: *Czym jest nauka?*, seria Dydaktyka Filozofii, t. 9, Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Janecek S., Walczak M., Starościc A. (red.), 2019b, *Metodologia nauk*, cz. 2: *Typy nauk*, seria Dydaktyka Filozofii, t. 9, Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Kitano H., 2016, “Artificial Intelligence to Win the Nobel Prize and Beyond: Creating the Engine for Scientific Discovery”, *AI Magazine* 37(1): 39–49. DOI: 10.1609/aimag.v37i1.2642.
- Park S.-K., Sim D.-G., 2011, “New MCT-based Face Recognition under Varying Lighting Conditions”, *International Journal of Control Automation and Systems* 9(3): 542–549. DOI: 10.1007/s12555-011-0314-0.
- Roberts R. M., 1989, *Serendipity: Accidental Discoveries in Science*, 1<sup>st</sup> ed., New York: John Wiley & Sons.
- Saatsi J., 2019, “What is Theoretical Progress of Science?”, *Synthese* 196: 611–631. DOI: 10.1007/s11229-016-1118-9.
- Schawinski K., Zhang C., Zhang H., Fowler L., Santhanam G. K., 2017, “Generative Adversarial Networks Recover Features in Astrophysical Images of Galaxies beyond the Deconvolution Limit”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters* 467(1): L110–L114. DOI: 10.1093/mnrasl/slx008.
- Smalheiser N. R., 2017, “Rediscovering Don Swanson: The Past, Present and Future of Literature-Based Discovery”, *Journal of Data and Information Science* 2(4): 43–64. DOI: 10.1515/jdis-2017-0019.
- Smelser N. J., Swedberg R. (ed.), 2005, *The Handbook of Economic Sociology*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- van Fraassen B., 1980, *Scientific Image*, Oxford: Oxford Scholarship.
- Williamson T., 2000, *Knowledge and Its Limits*, Oxford: Oxford University Press.
- Zhao X., Liu X., Li X., 2020, „Tracking the Spread of Novel Coronavirus (2019-nCoV) Based on Big Data”, *medRxiv* 2020.02.07.20021196. DOI: 10.1101/2020.02.07.20021196.

