

# Mirosław Twardowski

---

## O roli filozofii biologii w edukacji biologicznej

---

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce nr 60, 145-164

---

2016

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## O roli filozofii biologii w edukacji biologicznej

*The Philosophy of Biology. A Companion for Educators*, Kostas Kampourakis (ed.), Springer, Dordrecht 2013, ss. 762.

W Przedmowie (s. vii-ix) do *The Philosophy of Biology. A Companion for Educators* amerykański filozof Michael Ruse pisze: „My filozofowie myślimy o strukturze, o dowodach, o klasyfikacji, o związku między faktami, i wielu innych kwestiach. Biolog-praktyk musi znać prawo Hardy’ego-Weinberga. Biolog-praktyk musi znać cykl Krebsa. Biolog-praktyk musi znać kod genetyczny. Ale musi również mieć narzędzia, metody, aby wyjść poza to i rozszerzyć naszą wiedzę dla następnych pokoleń. To tutaj filozofia nie jest po prostu ważna. Ona jest fundamentalna. [...] Świat

widziany przez biologię, poinformowany przez filozofię! To triumf i radość!” (s. ix). Przytoczone słowa jednego z najwybitniejszych współczesnych filozofów biologii mogą być dobrym streszczeniem recenzowanego tomu, poświęconego doniosłej, ale wciąż mało docenianej przez środowiska naukowe, roli filozofii w edukacji biologicznej.

Z *Wprowadzenia* (s. 1–29) Kostasa Kampourakisa dowiadujemy się, że fraza „biologiczna edukacja”, często używana w omawianej książce, odnosi się zarówno do szkół średnich, jak i uniwersytetów. Autor przekonuje, że filozofia biologii może wiele wnieść do edukacji biologicznej, głównie w dwóch obszarach: (a) rozumienia pojęć i (b) rozumienia natury nauki. K. Kampourakis stoi na stanowisku, że programy nauczania biologii, już na poziomie szkoły średniej, a zwłaszcza na szczeblu

uniwersyteckim, winny brać pod uwagę filozoficzne kwestie podnoszone przez nauki biologiczne. Chociaż szczegółowe omówienie tych zagadnień nie zawsze jest możliwe w ramach lekcji czy wykładu, nauczyciele biologii powinni się z nimi zapoznać i odpowiednio przedstawić je swoim słuchaczom. Wzorcowy program nauczania biologii winien zawierać, zdaniem K. Kampourakisa, następujące elementy:

(1) *Ewolucyjne ramy*: teoria ewolucji jest centralną jednoczącą teorią w biologii, która wyjaśnia zarówno jedność i różnorodność życia. Zatem, ewolucyjne ramy powinny stanowić podstawę do nauczania o wszystkich zjawiskach biologicznych i pochodzeniu form żywych oraz ich funkcji;

(2) *Rozwojowa perspektywa*: edukacja biologiczna nie może skupić się na DNA i genach, a następnie wykonać skok do orga-

nizmów i ich fenotypów. Winna zmierzać do wyjaśnienia, że rozwój jest złożonym procesem, w którym DNA jest ważnym, ale nie jedynym czynnikiem;

(3) *Zintegrowane podejście*: nowe pola badawcze ewolucyjnej biologii rozwoju i biologii systemów wymagają zintegrowanego podejścia do badań biologicznych. W ramach edukacji biologicznej należy jasno komunikować, że życie wymaga nie tylko DNA, ale również kompleksowej maszyny komórkowej, oraz że organizmy składają się z licznych interakcji i współzależnych części;

(4) *Spoleczno-etyczny wymiar*: nauki o życiu mają bezpośredni wpływ na wiele aspektów życia ludzkiego. W nauce kryje się coś więcej niż tylko dążenie do wiedzy. Badania zależą również od środków finansowych, osobistych ambicji i potencjalnych korzyści, a także mają szereg implikacji dla życia ludzkiego;

(5) *Współczesne spojrzenie:* w erze post-genomowej ważne jest, by edukacja biologiczna była odpowiednio aktualizowana.

Wymienione cechy tworzą podstawową strukturę książki. Wszystkie rozdziały stanowią rozwinięcie jednej lub więcej z tych cech. Streśćmy krótko treść poszczególnych rozdziałów recenzowanego tomu.

W pierwszym z rozdziałów, zatytułowanym *Czym jest życie?* (s. 31–48), autorzy Carol E. Cleland i Michael Zerella, koncentrują się na fundamentalnym dla biologii i jej filozofii pytaniu o naturę życia. Przekonują, że filozoficzne próby odpowiedzi na to pytanie są szczególnie przydatne dla naukowców, którzy często prowadzą swoje badania w obliczu głębokiej niepewności co do natury tego, co studiują. Odpowiedź na pytanie „czym jest życie?” jest niezwykle ważna, może mieć bowiem praktyczne konsekwencje

dla prowadzonych badań biologicznych. Zgłębianie samego życia, które obejmuje badania nad jego pochodzeniem i zakresem we Wszechświecie oraz możliwości tworzenia życia w laboratorium, muszą być poprzedzone przynajmniej wstępnym zrozumieniem, czym jest życie.

Rozdział zatytułowany *Wyjaśnianie biologiczne* (s. 49–65), autorstwa Angeli Potochnik, poświęcony jest różnym rodzajom wyjaśnień stosowanych w naukach biologicznych. Jednym z głównych celów nauki jest wyjaśnianie. Naukowcy starają się odkryć, dlaczego konkretna rzecz dzieje się tak, a nie inaczej. Autorka omawia, jakie rodzaje wyjaśnień są formułowane w biologii. Najbardziej palącym problemem biologicznego wyjaśnienia jest to, zdaniem A. Potochnik, w jaki sposób uwzględnić szeroką gamę stylów objaśniających występujących w tej dziedzinie nauki.

Marc Lange w rozdziale *Czy można mówić o prawach przyrody w naukach o życiu?* (s. 67–85) pozostaje w opozycji do współczesnych zwolenników redukcjonizmu w biologii. Wyższe poziomy organizacji (organizmalny, ekologiczny i społeczny) mogą, jak twierdzi, przynieść ze sobą nowe wyjaśnienia, które są nieredukowalne do tych dostępnych na najbardziej podstawowym poziomie. Nauki o życiu mogą dostarczyć odrębnego rodzaju wyjaśnienia, mimo że byłyby ożywione są zbudowane tylko z fizycznych elementów. To pokazuje, dlaczego biologia ma status autonomicznej, nieredukowalnej do fizyki i chemii, dyscypliny naukowej.

W kolejnym rozdziale, *Natura biologii ewolucyjnej: na pograniczu nauki historycznej i eksperymentalnej* (s. 87–100), Massimo Pigliucci opisuje i wyjaśnia naturę biologii ewolucyj-

nej, która łączy w sobie elementy zarówno nauki eksperymentalnej, jak i historycznej. Tymczasem, biologia ewolucyjna, jak zauważa, jest często nauczana w wąskiej perspektywie, w oderwaniu od kontekstu historycznego. Biologia ewolucyjna, co nie umyka uwadze autora, jest często postrzegana jako czysto opisowa nauka oparta na obserwacji. M. Pigliucci pokazuje, że oba podejścia, historyczne i eksperymentalne, mają kluczowe znaczenie dla zrozumienia historii życia na Ziemi.

W rozdziale *Teoria ewolucji i epistemologia nauki* (s. 101–119), Kevin McCain i Brad We-slake przytaczają różne zarzuty wysuwane przeciwko teorii ewolucji: że jest to tylko „teoria”, że nie może być udowodniona, że niczego nie prognozuje itp. Autorzy odpowiadają na te, bezpodstawne, ich zdaniem, krytyki. Teoria naukowa wymaga dowo-

dów empirycznych, a w przypadku teorii ewolucji istnieje wiele dowodów pochodzących z niezależnych źródeł. K. McCain i B. Weslake wyjaśniają też, że teorie naukowe nie robią prognoz na własną rękę, ale w połączeniu z innymi, tzw. pomocniczymi, hipotezami. W przypadku nieudanych przewidywań naukowych często odrzucane są tylko hipotezy, a nie same teorie.

W następnym rozdziale, *Koncepcyjna zmiana i retoryka teorii ewolucji: „Force Talk” jako studium przypadku i wyzwanie dla pedagogiki* (s. 121–144), David Depew zatrzymuje się na retoryce teorii ewolucji. Autor starannie rozróżnia między poglądem Darwina na dobór naturalny jako długi proces wyboru konkretnych wariantów spośród innych i poglądem Herberta Spencera o szybkiej eliminacji indywidualów z wyjątkiem tych, które mają przewagę. Kreatywna

rola, którą K. Darwin przypisuje do doboru naturalnego, została reaktywowana w połowie XX w. przez populacyjną genetyczną teorię doboru naturalnego. Darwinizm z nowoczesnej syntezy w istotnych aspektach różnił się od darwinizmu samego Darwina. D. Depew zauważa, że współczesny darwinizm zaczyna wyglądać bardziej jak darwinizm samego K. Darwina, niż jak darwinizm w nowoczesnej syntezie.

Tematem kolejnego rozdziału, *Debata na temat mocy i zakresu adaptacji* (s. 145–160), Patrica Forbera, jest jedno z centralnych pojęć teorii ewolucji, jakim jest adaptacja. Autor podkreśla, że adaptacja odnosi się do procesu, jak również do każdej cechy, która powstała w wyniku selekcji lub cechy, która nadaje przewagę w stosunku do jej posiadaczy. P. Forber wyjaśnia także różnicę między empirycznym, metodologicznym i wy-

jaśnijącym adaptacjonizmem. Empiryczne pytania, np. o występowanie adaptacji w świecie biologicznym, są odrębne od kwestii metodologicznych, jak należy badać świat szukając adaptacji, jak również od wyjaśnień sformułowanych dla nich na podstawie doboru naturalnego.

Czy istnieje konflikt między religią i teorią ewolucji? Odpowiedź na to pytanie jest tematem kolejnych dwóch rozdziałów. W rozdziale *Biologia i religia: Przypadek ewolucji* (s. 161–177), Francisco Ayala rozważa „argument z projektu”. Argument ten składa się z dwóch części: pierwsza utrzymuje, że istnieje projekt we Wszechświecie, podczas gdy druga część twierdzi, że tylko wszechmocny i wszechwiedzący Stwórca mógłby wyjaśnić ten projekt. Autor wyjaśnia, jak „argument z projektu” został wykonywany przez wieki. Następnie, zwracając się do K. Darwina,

zauważa, że najważniejszym jego osiągnięciem nie były zgromadzone dowody na rzecz ewolucji, ale to, że udało mu się dostarczyć naukowego opisu adaptacji organizmów jako efekt procesów naturalnych. F. Ayala zauważa, że od czasu Darwina została zgromadzona ogromna ilość kopalnych dowodów na zachodzenie ewolucji, w tym skamieniałości tzw. brakujących ogniw. Autor w konkluzji stwierdza, że nauka i religia dotyczą różnych aspektów ludzkiego doświadczenia, i nie może być mowy o jakimkolwiek konflikcie między nimi.

Kolejny rozdział, *Implikacje biologii ewolucyjnej dla wiary religijnej* (s. 179–204), Denisa Alexandra, jest kontynuacją tematu z poprzedniego rozdziału. Autor zauważa, że implikacje biologii dla przekonań religijnych różnią się znacznie w zależności od rozpatrywanej religii. Swoją uwagę koncentruje na chrześcijaństwie

i przedstawia tło historyczne relacji między religią chrześcijańską i biologią ewolucyjną. Następnie opisuje cztery modele, które są wykorzystywane do opisu relacji między nauką a religią: (a) model konfliktu – nauka i religia są w fundamentalnej opozycji, (b) model NOMA – nie może być konfliktu między nauką a religią, ponieważ zajmują się innego rodzaju pytaniami, (c) model fuzji – rozróżnienie między naukowymi i religijnymi typami wiedzy jest całkowicie zamazane, lub nauka jest wykorzystywana do budowy systemów religijnych, czy odwrotnie oraz (d) model komplementarności – nauka i religia są odnoszone do tej samej rzeczywistości z różnych perspektyw, zapewniając nie rywalizujące, ale uzupełniające się, wyjaśnienia. D. Alexander w konkluzji stwierdza, że nie ma powodu, aby biologia i religia miały być w konflikcie, zwłaszcza, że wiara

religijna odegrała ważną, pozytywną rolę w rozwoju nauk biologicznych.

Następny rozdział pt. *Inteligentny projekt i natura nauki: punkty filozoficzne i pedagogiczne* (s. 205–238), autorstwa Ingo Brigandta, poświęcony jest współczesnej formie kreacjonizmu, jaką jest koncepcja *Inteligentnego Projektu (ID)*. Autor koncentruje się m.in. na idei, wyrażonej przez Williama Dembskiego, że organizmy są tak skomplikowane, że jest bardzo mało prawdopodobne, by wyewoluowały się z naturalnych procesów ewolucyjnych. I. Brigandt nie podziela tego stanowiska. Wyjaśnia, że niczego nie można wnioskować o prawdopodobnej prawdzie lub fałszu jakiegóż hipotezy na podstawie jej małego prawdopodobieństwa, nieważne jak małe ono jest. Prawdopodobieństwa szeregu wielu pojedynczych zdarzeń będą małe i cykl zdarzeń z małym prawdopodobieństwem



zdarza się cały czas w przyrodzie. I. Brigandt wyjaśnia różnicę między naturalizmem metodologicznym i metafizycznym. Metodologiczny naturalizm uznaje, że nauka nie bada elementów nadprzyrodzonych, bez względu na to, czy istnieją, czy też nie, natomiast metafizyczny naturalizm zaprzecza istnieniu jednostek nadprzyrodzonych i twierdzi, że istnieją jedynie naturalne. Autor konkluduje, że *ID* jest całkowicie nienaukowym podejściem.

Michael Dietrich, w rozdziale zatytułowanym *Ewolucja molekularna* (s. 239–248), wyjaśnia, że ewolucja molekularna była postrzegana jako alternatywna dla ewolucji na poziomie organizmu, a nie jako komplementarna, mimo że taką w rzeczywistości, jak twierdzi, jest. Przepaść między poziomem organizmu i poziomem molekularnym w świadomości biologów powstała, zdaniem M. Dietricha,

gdy zasugerowano, że różne procesy przyczynowe dominują na każdym z wymienionych poziomów: selekcja na poziomie organizmu, zaś dryf na poziomie molekularnym. Autor stoi na stanowisku, że kluczowym punktem jest zrozumienie dryfu jako przyczynowego procesu będącego w interakcji z selekcją. Dryf był silnie związany z ewolucją molekularną i był postrzegany jako przeciwieństwo selekcji, pomimo, że oba procesy odbywają się na poziomie molekularnym. Obecnie uważa się, że ewolucja molekularna jest wynikiem złożonej wzajemnej zależności dryfu i doboru.

W następnym rozdziale, *Lekcje edukacyjne z ewolucyjnych właściwości genomu* (s. 249–265), John Avise koncentruje się na roli selekcji na poziomie genów. Choć to nie jest jedyny poziom, na którym selekcja naturalna działa, jednak jest on niezmiernie ważny.

Rozmnażanie płciowe ma ten skutek, że selekcja może działać na poziomie genów, ponieważ geny w rekombinacji genomów czasami mogą zwiększyć swoje szanse na przetrwanie, działając przeciwko „interesom” genomu i organizmu gospodarza. Uświadomienie sobie, że dobór naturalny działa na poziomie genu, było głównym koncepcyjnym przełomem, który pomógł wyjaśnić wiele enigmatycznych molekularnych cech genomów.

Czy ewolucja zależy wyłącznie od zmian w sekwencjach DNA? Odpowiedź na to pytanie jest tematem rozdziału Tobiasza Ullera pt. *Nie-genetyczne dziedziczenie i ewolucja* (s. 267–287). Autor najpierw przedstawia krótki opis, jak dziedziczność stała się obiektem badań naukowych w XIX w. Wraz z rozwojem genetyki Mendla nacisk położono na geny i dziedziczność stopniowo zaczęła oddzielać się

od rozwoju. Dzięki nowoczesnej syntezie, ewolucja została matematycznie sformalizowana i odtąd została opisana jako zmiana częstości genów; rozwój został całkowicie zignorowany. W końcu powrócono do rozważań biologicznych w kontekście nie-genetycznych źródeł transmisji od rodziców do potomstwa jako alternatywnych systemów dziedziczenia. T. Uller wyjaśnia, że poprzez uznanie nie-genetycznych mechanizmów dziedziczenia, możliwe jest rozpatrywanie procesów rozwojowych w ewolucyjnych wyjaśnieniach.

Podobieństwa między procesami rozwojowymi różnych gatunków, będące dowodami ich ewolucyjnego pokrewieństwa, są tematem rozdziału *Homologia* (s. 289–322), Alessandro Minelliego i Giuseppa Fusco. Organizmy wykazują zarówno podobieństwa, jak i różnice. Różnice są zazwyczaj spowodowane nagroma-

dzeniem nowych cech w procesie ewolucji. Podobieństwa zaś są często ze względu na wspólne pochodzenie, to znaczy, że pochodzą od wspólnego przodka. Takie podobieństwa są zwykle definiowane jako homologia. Autorzy wykazują, że koncepcja homologii dla prostej zależności między dwiema strukturami jest niewystarczająca i należy zastąpić ją koncepcją homologii zależną od kontekstu.

Relacje między studium rozwoju i badaniami nad ewolucją są przedmiotem ogromnego pola badawczego, które ewolucyjna biologia rozwoju nazywa mianem *evo-devo* (*evolutionary developmental*), a co jest tematem następnego rozdziału Alana Love'a zatytułowanego *Nauczanie ewolucyjnej biologii rozwoju: koncepcje, problemy i kontrowersje* (s. 323–341). A. Love zwraca się w stronę ewolucyjnej biologii rozwoju, bardzo aktywnego ob-

szaru badań naukowych, który skupia się na tym, jak ewoluje rozwój, jak również na tym, jaka ma to wpływ na rozwój cech organizmu. Autor opisuje koncepcyjne podstawy *evo-devo* i znaczenie kluczowych pojęć, takich jak ograniczenia, modularność i ewolucyjność. A. Love w konkluzji stwierdza, że musimy nauczyć się więcej niż jednego obrazu nauki w celu odpowiedniego prezentowania jej różnych aspektów.

Rozdział Jamesa Justusa zatytułowany jest *Zagadnienia filozoficzne w ekologii* (s. 343–371). Autor stwierdza, że choć ekologia jest ważna dla biologii w ogóle, a dla teorii ewolucji w szczególności, mniej uwagi poświęca się filozoficznym zagadnieniom ekologii. J. Justus koncentruje się zwłaszcza na toczonej przez dziesięciolecia debatach na temat cech społeczności biologicznych, jak również na

kwestiach metafizycznych dotyczących ich realności. Autor jest przekonany, że dowody paleologiczne wskazują, że mogą istnieć ponadorganizmalne społeczności jako wewnętrznie regulujące się systemy, które są czymś więcej niż tylko sumą poszczególnych jednostek. Spór o to, czym są prawa przyrody, i czy istnieją w ekologii, to następny temat, podjęty przez J. Justusa. Koncentruje się on na konkretnych uogólnieniach i dyskutuje, czy zasługują one na miano prawa, czy też nie.

Innym obszarem badań biologicznych, który jest bardzo ważny dla zrozumienia ewolucji, a który nie jest znacząco uwzględniany w edukacji biologicznej, jest mikrobiologia. To temat rozdziału zatytułowanego *Małe rzeczy, wielkie konsekwencje: mikrobiologiczne perspektywy biologii* (s. 373–394), Michaela J. Duncana, Pierricka Bourrata, Jennifer

DeBerardinis i Maureen O'Malley'a. Autorzy podkreślają, że biologia molekularna wyłoniła się z badań mikroorganizmów, które później wykorzystywano jako narzędzia w biotechnologii. Drobnoustroje znajdują się wszędzie w świecie żywym, wokół, na, lub w organizmach wielokomórkowych. Autorzy twierdzą, że istnieje głęboka współzależność wszelkiego życia od drobnoustrojów. Badania w dziedzinie mikrobiologii wykazały, jak podkreślają, że „indywidualność biologiczna” jest bardziej skomplikowana niż sądzono, i w wielu przypadkach jest trudno oddzielić wielokomórkowe organizmy od ich symbiotycznych mikroorganizmów. Im bardziej współzależne są, tym bardziej będą one funkcjonować i rozwijać się jako jeden superorganizm. Autorzy konkludują, że wszelkie wnioski w obszarze badań biologicznych powinny być badane przed

i uwzględniane po tym, co wiemy o mikrobach.

Kolejne dwa rozdziały analizują dwa ważne tematy, które są bezpośrednio związane ze zrozumieniem ewolucji: esencjalizm i teleologię. W pierwszym rozdziale zatytułowanym *Esencjalizm w biologii* (s. 395–419), John Wilkins wyjaśnia, czym jest esencjalizm i czy biologia była lub jest esencjalistyczna. Zauważa, że słowo to ma kilka różnych znaczeń i wlicza sześć typów esencjalizmu: psychologiczny, ludzki, logiczny, metafizyczny, naukowy i biologiczny. Wyjaśnia następnie trzy główne formy esencjalizmu dostępne dla każdego z wymienionych typów: konstytutywny (klasa obiektów, w której istnieją inwariantne cechy), diagnostyczny (klasa obiektów rozpoznawana, ponieważ wszyscy członkowie dzielą te same istotne cechy) i definicyjny (rodzaje mają różne i wspólne zdefi-

niowane cechy). Autor wyjaśnia, że biologia przed i po Darwinie, łącznie z samym Darwinem, byli esencjalistami jedynie w konstytutywnym znaczeniu.

W następnym rozdziale zatytułowanym *Biologiczna teleologia: potrzeba historii* (s. 421–454), James Lennox przeprowadza analizę pojęcia „teleologia” i jego relacji do biologii. Najpierw podaje historyczny opis teleologii zaczynając od Platona i Arystotelesa, przez Raya i Boylea do Paleya i Cuviera. Podczas gdy Platon uważał, że świat przyrody jest dziełem Boskiej Istoty rozumnej, Arystoteles bronił naturalnej teleologii, wolnej od platońskiego założenia. Darwin był świadomy argumentów Paleya i Cuviera, którzy realizowali różne podejścia teleologiczne, odpowiednio, wewnętrzne platońskie i zewnętrzne arystotelesowskie. Ta historyczna analiza przygotowała J. Lennoxowi grunt

do rozróżnienia między dwoma rodzajami teleologicznych wyjaśnień: (a) teleologiczne wyjaśnienia bazujące na projekcie (sugerują, że cecha istnieje dla jakiegoś celu, ponieważ intencjonalnie została tak zaprojektowana, aby ją spełniać), i (b) teleologiczne wyjaśnienia oparte na doborze naturalnym (wyjaśniają obecność cechy w populacji, sugerując, że zostały wybrane ze względu na korzystne skutki dla organizmów, które ją posiadają).

Rozdział Arno Woutersa zatytułowany *Perspektywa w funkcjonalnej biologii: role, korzyści i organizacja* (s. 455–486), skupia się na funkcjach biologicznych. Autor przekonuje, że perspektywa funkcjonalna jest właściwą perspektywą do rozwiązywania wielu problemów biologicznych. Jednym z takich problemów, wciąż nierozwiązanym, jest to, czym jest bycie żywym. Zdaniem A. Woutersa, funkcje

mogą być przydatne do rozwiązania tego problemu. Czy organizm zdoła pozostać przy życiu, czy też nie, zależy nie tylko od jego indywidualnych cech, ale także od ich układu jako całości i koordynacji działań. Zauważa również, że wyjaśnienia funkcjonalne są niezależne od założeń dotyczących pochodzenia poszczególnych cech. W tym sensie, pojęcie funkcji różni się od pojęcia adaptacji, oraz wyjaśnienia funkcjonalne są oddzielone od wyjaśnień bazujących na selekcji naturalnej. A. Wouters podkreśla również, że nieporozumieniem jest uważać, że perspektywa funkcjonalna opiera się na analogii między funkcją i projektem.

Autorem kolejnego rozdziału zatytułowanego *Rozumienie mechanizmów biologicznych: korzystanie z ilustracji badania rytmu dobowego* (s. 487–510), jest William Bechtel. Podejście dekompozycji mechanizmów

na części zostało scharakteryzowane jako strategia redukcjonistyczna. Autor uważa, że badanie zjawiska na niższym poziomie nie może jednak zapewnić wystarczającego wyjaśnienia, ponieważ składniki mogą działać inaczej na własną rękę, aniżeli, gdy należą do całości. Ponadto, w celu wyjaśnienia zjawiska wymagane jest, jak twierdzi, by posiadać dodatkową wiedzę na temat organizacji wyższych poziomów, których cały mechanizm jest tylko częścią. W. Bechtel konkluduje, że zrozumienie mechanizmów może przyczynić się do lepszego zrozumienia zjawisk biologicznych, chociaż samo w sobie jest niewystarczające do pełnego ich wyjaśnienia.

Idea, że DNA zawiera jakiś rodzaj informacji w ramach swojej struktury, jest tematem rozdziału Alfredo Marcosa i Roberta Arpa zatytułowanego *Informacja w naukach biologicznych*

(s. 511–547). Autorzy zaczynają od wprowadzenia historycznego na temat koncepcji i natury informacji. Następnie, kierują swoją uwagę w stronę „bioinformacji” i dostarczają kilka przykładów informacji z dziedziny nauk biologicznych: synteza DNA i białek, mikroorganizmy i ich środowisko, komunikacja neuronalna, percepcja wzrokowa, interakcja między komponentami środowiska wewnętrznego organizmów lub między sobą i ich otoczeniem zewnętrznym. A. Marcos i R. Arp podkreślają, że informacja jest charakterystyczną cechą organizmów, związaną z pojęciem funkcji. Twierdzą także, że DNA jest „informacyjny” tylko w odniesieniu do danego kontekstu komórkowego. W szczególności, bioinformatyka jest pomyślana jako triadyczna relacja, z udziałem trzech jednostek: wiadomość, odbiorca i układ odniesienia, który komunikat przekazuje odbiorcy.

O potrzebie systemowego podejścia w badaniach biologicznych przekonuje Pierre-Alain Braillard w rozdziale pt. *Biologia systemów i edukacja* (s. 549–575). Biologia w ciągu ostatnich dwóch dekad w wielu aspektach doznała niezwykłych przeobrażeń. Dzięki *Projektowi Ludzkiego Genomu (w skrócie z ang. HGP)* i genomice otworzyły się nowe strategie badań i nowe możliwości, ale również powstała ogromna ilość danych, które muszą być interpretowane i analizowane w celu przekształcenia ich w wartościową wiedzę biologiczną. Był to jednak tylko pierwszy krok. Jeszcze przed zakończeniem *HGP* weszliśmy w fazę post-genomową, zwaną także genomiką funkcjonalną, która ma na celu opracowywanie nowych metod eksperymentalnych i analitycznych, zdolnych do wyjaśnienia funkcji regionów genomu. Te rodziny metod ekspe-

rymentalnych i analitycznych są powszechnie określane jako biologia systemów.

Gregorowi Mendlowi i jego „prawom” poświęcony został kolejny rozdział, zatytułowany *Mendel i jego pozycja w biologii* (s. 577–595), którego autorami są Annie Jamieson i Greg Radick. Autorzy wyjaśniają, że wiele z wprowadzonych przez G. Mendla opisów jest nie do końca precyzyjnych, ponieważ pomijają złożoność rozwoju i są niewystarczające do wyjaśnienia dziedziczenia wszelkiego rodzaju cech. A. Jamieson i G. Radick zaproponowali następujące rozwiązanie: nauczać, że interakcje geny-środowisko są wszechobecne i podstawowe, a następnie dopiero uczyć o G. Mendlu i jego grochu. W ten sposób, ich zdaniem, nacisk będzie kładziony na rozwój, a nie dziedziczność, ponieważ ta ostatnia nie ma sensu, jeśli nie jest



brana pod uwagę złożoność rozwoju. Genetyki Mendla można, zdaniem autorów, dalej nauczać w szkołach i uniwersytetach, ale jako szczególnie przypadek, a nie norma.

W rozdziale *Przeciwko „genowi dla”*: czy inkluzywna koncepcja materiału genetycznego skutecznie zastąpiła koncepcję genu? (s. 597–628), Richard Burian i Kostas Kampourakis wskazują na rozbieżności w stosowaniu definicji genu. W związku z tym proponują, by pojęcie to zastąpić pojęciem materiału genetycznego. Materiał genetyczny jest dowolnym materiałem, który zawiera informacje wykorzystywane w tworzeniu innych materiałów z tej samej komórki lub organizmu o specyficznych funkcjach biologicznych. Większość genów eukariotycznych nie ma dobrze określonych granic. Powszechnie przyjmowane w środowisku biologów pojęcie „ge-

nów dla” wzmacnia koncepcję silnego determinizmu genetycznego, co jest głównym powodem krytyki tego pojęcia przez autorów omawianego rozdziału.

Autorem kolejnego rozdziału zatytułowanego *Obecne sposoby myślenia o naturze i wychowaniu* (s. 629–652) jest David Moore. Autor podkreśla, że zarówno elementy genetyczne, jak i nie-genetyczne są kluczowe dla procesów biologicznych. Uważa również, że czynniki środowiskowe mogą mieć czasowe, ale także długoterminowe skutki na aktywność genetyczną, zmieniając same geny. D. Moore omawia pojęcie plastyczności rozwojowej i podaje kilka jego przykładów. Konkluduje, sugerując, że zamiast uczyć genetyki Mendla z kwadratami Punnetta, które mogą być postrzegane jako wspierające determinizm genetyczny, nauczyciele mogliby przyjąć pedagogiczną zachętę do

studium powstawania fenotypów w trakcie rozwoju.

Końcowe rozdziały omawianej książki poświęcone są etyce. W pierwszym z nich zatytułowanym *Genomika i społeczeństwo: dlaczego „odkrycia”* (s. 653–685), Lisa Gannett twierdzi, że kontekst społeczny, w którym przeprowadzane są badania w dziedzinie genomiki, wzbudził obawy co do obiektywizmu naukowców. Autorka wyjaśnia, że filozofowie nauki w przeszłości twierdzili, że nauka nie powinna mieć wpływu na wartości społeczne. Do tego, jak podkreśla, zostały wyznaczone niektóre różnice: między teorią a praktyką, między kontekstem odkrycia i kontekstem uzasadnienia, oraz między faktami i wartościami. L. Gannett przedstawia krytykę tych różnic. Następnie zwraca się w stronę koncepcji przodka biogeograficznego, które zostało wprowadzone w zastępstwie „rasy”

w genomice populacji. Koncepcja ta służy autorce jako studium przypadku, aby pokazać, że idea, zgodnie z którą, nauka jest wolna od wartości, nie została potwierdzona w przypadku badań w dziedzinie genomiki, które są prowadzone w skomercjalizowanym kontekście społecznym.

W kolejnym rozdziale, *Zagadnienia filozoficzne w badaniach nad ludzkimi pluripotencjalnymi komórkami macierzystymi* (s. 687–703), Andrzej Siegel koncentruje się na badaniach nad ludzkimi pluripotencjalnymi komórkami macierzystymi. Dotychczas, komórki, które zostały użyte w badaniach, stanowią ludzkie zarodkowe komórki macierzyste, zebranie których wymaga niszczenia zarodków. To spowodowało gwałtowny sprzeciw wielu środowisk wobec tego rodzaju badań. Badania te mają skutki dla metafizyki, etyki i filozofii polityki, w ramach których

podnoszonych jest wiele pytań, takich jak, np., kiedy zaczyna się życie ludzkie, jeśli ludzkie zarodki mają status moralny, czy istnieje różnica między tworzeniem embrionów w celach badawczych a ich tworzeniem dla celów reprodukcyjnych itp.

Problemy etyczne związane z badaniami biomedycznymi stanowią temat kolejnego rozdziału, *Etyka w badaniach biomedycznych i praktyce* (s. 705–722), którego autorką jest Anya Plutynski. Autorka rozróżnia między kwestiami etycznymi, które są „wewnętrzne” względem badań biomedycznych, na przykład, pytania o to, jaki rodzaj badań jest etycznie dopuszczalny, a kwestiami „zewnętrznymi” względem badań, na przykład, jak badania biomedyczne są finansowane. A. Plutynski konkluduje, że rozwiązanie problemów etycznych jest ważne dla edukacji biologicznej, ponieważ bada-

nia biomedyczne muszą być omawiane w kontekście społecznym i etycznym.

Ostatni rozdział, *Etyka środowiskowa* (s. 723–743), autorstwa Roberta Millsteina wyjaśnia, że pytania o to, co jest wartościowe w naturalnym środowisku i jak powinniśmy się zachowywać w stosunku do niego, podnoszone przez biologię, ochronę środowiska i ekologię, są bardzo ważne i nie należy ich pomijać w edukacji biologii. Autor identyfikuje trzy główne obszary, w których etyka ochrony środowiska może mieć szczególne znaczenie dla edukacji biologicznej. Pierwszy wiąże się z pytaniem o to, co obejmuje naszą społeczność moralną: tylko ludzie, wszelkie formy żywe, czy całe ekosystemy? Drugi obszar obejmuje zastosowanie tych odpowiedzi do rzeczywistych zagadnień i problemów środowiskowych. Trzeci obszar, w którym etyka

ochrony środowiska może pełnić ważną rolę, koncentruje się na centralnych pojęciach, takich jak bioróżnorodność, równowaga gatunków i ekosystemów.

Wszystkie rozdziały zawarte w omawianej książce są czytelne i zrozumiałe, przez co osoby bez wykształcenia w filozofii nauki mogą bez trudu i z pożytkiem z niej korzystać. Omawiany tom charakteryzuje się fachowością, ale również przydatnością praktyczną. W każdym rozdziale przedstawiono ważne implikacje dla edukacji biologicznej.

Książka przypomina antologię tematów z filozofii biologii. Wszystkie rozdziały rozwiązują problemy, które są kluczowe dla edukacji biologicznej, a często zaniebywane. Na przykład teleologia i esencjalizm są rzadko omawiane w podręcznikach biologii. Podręczniki biologii rzadko odwołują się także do etyki i reli-

gii, a jeśli już, to zazwyczaj bez właściwego kontekstu filozoficznego, który jest niezbędny dla należytego zrozumienia.

Wszystkie tematy poszczególnych rozdziałów tej książki są mniej lub bardziej powiązane ze sobą. Uważny czytelnik zauważy ciąg informacji od ewolucji i rozwoju, do genetyki i etyki. Blisko połowa rozdziałów tego tomu rozwija teorię ewolucji, co nie jest zaskoczeniem, gdyż tematy dotyczące ewolucji często dominują w filozofii biologii.

Niezwykle cennym źródłem informacji, pozwalającym śledzić z pełnym zrozumieniem, niejednokrotnie wyłożone bardzo specjalistycznym językiem, informacje zawarte w poszczególnych rozdziałach książki, jest obszerny słowniczek (s. 745–762), wyjaśniający w bardzo przystępny sposób najważniejsze pojęcia przewijające się przez kolejne stronicie tomu.

Recenzowana książka może zaciekać wszystkich zainteresowanych problematyką biologiczną i filozoficzną. Może być niezwykle przydatna zwłaszcza dla nauczycieli biologii oraz studentów kierunków biologicznych. Filozoficzne zagadnienia poruszane w tej książce mogą być wykorzystane przez profesjonalnych biologów. Wielu z nich prowadzi wykłady dla studentów kierunków przyrodniczych, zwłaszcza biologicznych. Dzięki swoim nauczycielom studenci mogą dostrzec filozoficzne problemy, które wynikają z badań biologicznych. Niezwykle ważne, choć niestety często po-

mijane, znaczenie mają moralne, społeczne i religijne implikacje badań prowadzonych przez biologów. Recenzowany tom wszystkie te konteksty odsłania i należyście wyjaśnia. Omawiana pozycja może być też cennym źródłem informacji dla samych filozofów, gdyż pokazuje, jak filozofia biologii, wprowadzając do centralnych tematów biologicznych, może mieć niezwykle przydatny wkład do edukacji biologicznej. Zachęcam wszystkich zainteresowanych do lektury *The Philosophy of Biology. A Companion for Educators*.

Mirosław Twardowski