

Francisco J. Ayala

## Największe odkrycie Darwina: projekt bez projektanta \*

*Największym wkładem Darwina do nauki jest to, że dopełnił on rewolucji kopernikańskiej, przenosząc na grunt biologii koncepcję natury jako systemu materii w ruchu, który podlega prawom przyrody. Wraz z odkryciem doboru naturalnego Darwin sprowadził zagadnienie pochodzenia i przystosowania organizmów do sfery nauki. Adaptacyjne cechy organizmów można obecnie wyjaśnić, podobnie jak zjawiska świata nieożywionego, jako rezultat procesów przyrodniczych bez odwoływania się do Inteligentnego Projektanta. Rewolucje kopernikańską i darwinowską można postrzegać jako dwa etapy jednej rewolucji naukowej. Wspólnie dały one początek nauce we współczesnym sensie tego słowa, czyli takiej, w której wyjaśnianie polega na odwoływaniu się do praw przyrody. Darwinowska teoria doboru naturalnego wyjaśnia „projekt” i niezwykłą różnorodność organizmów jako rezultat procesów naturalnych — stopniowej kumulacji spontanicznie powstających zmian (mutacji) przesiewanych przez dobór naturalny. Jakie cechy zostaną wyselekcjonowane, uzależnione jest od tego,*

---

\* Francisco J. AYALA, „Darwin’s Greatest Discovery: Design without Designer”, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2007, vol. 104, suppl. 1, s. 8567-8573, <http://www.pnas.org/content/104/suppl.1/8567.full.pdf> (27.02.2012). Za zgodą Autora i Redakcji z języka angielskiego przełożyli: Natalia GÓRSKA, Mateusz KRZYŻANOWSKI, Natalia MACIASZEK, Julita POLAŃSKA i Dariusz SAGAN. Przekładu dokonali studenci filozofii na Uniwersytecie Zielonogórskim w ramach translatorium z języka angielskiego, prowadzonego przez dra Dariusza Sagana.

Copyright (2007) National Academy of Sciences, U.S.A. PNAS is not responsible for the accuracy of this translation.

Artykuł powstał na podstawie referatu wygłoszonego podczas Arthur M. Sackler Colloquium of the National Academy of Sciences, „In the Light of Evolution I: Adaptation and Complex Design”, które odbyło się w dniach 1-2 grudnia 2006 roku w Arnold and Mabel Beckman Center of the National Academies of Sciences and Engineering w Irvine w stanie Kalifornia.

*do jakich zmian dojdzie w danym czasie i miejscu, a to z kolei zależy zarówno od losowego procesu mutacji, jak też od uprzedniej historii organizmów. Mutacje i dobór wspólnie napędzały ten cudowny proces, który — począwszy od mikroskopijnych organizmów — doprowadził do powstania storczyków, ptaków i ludzi. Teoria ewolucji postuluje, że w realnym życiu splatają się ze sobą przypadek i konieczność, losowość i determinizm. Fundamentalnym odkryciem Darwina było to, że istnieje proces, który jest twórczy, chociaż pozbawiony świadomości.*

Zgodnie z pewną wersją historii idei można dostrzec podobieństwo między rewolucjami kopernikańską a darwinowską. W wyniku rewolucji kopernikańskiej Ziemia przestała być środkiem Wszechświata i straciła wyróżniony status, stając się zaledwie jedną z planet krążących wokół Słońca. Analogicznie skutkiem rewolucji darwinowskiej było strącenie człowieka z piedestału ziemskiego życia oraz upadek przekonania, że wszystkie inne gatunki zostały stworzone, by służyć ludziom. W myśl tej wersji historii intelektualnej Kopernik dokonał rewolucji za sprawą heliocentrycznej teorii Układu Słonecznego, Darwin zaś dzięki teorii ewolucji organicznej.

Powyższy pogląd jest w zasadzie poprawny, pomija jednak to, co w tych rewolucjach intelektualnych najistotniejsze, a mianowicie, że dały one początek nauce w jej współczesnym rozumieniu. Rewolucje te można postrzegać łącznie jako jedną rewolucję naukową, która miała dwa etapy: kopernikański i darwinowski.

Początek rewolucji kopernikańskiej przypada na rok 1543, który był zarówno rokiem śmierci Mikołaja Kopernika, jak i ukazania się jego pracy *De revolutionibus orbium coelestium* [O obrotach ciał niebieskich], zaś jej rozkwit zapoczątkowała publikacja dzieła Izaaka Newtona *Philosophiae naturalis principia mathematica* [Matematyczne zasady filozofii przyrody] w 1687 roku. Odkrycia Kopernika, Keplera, Galileusza, Newtona i innych szesnasto- i siedemnastowiecznych uczonych stopniowo dały początek idei Wszechświata jako materii w ruchu, która podlega prawom przyrody. Wykazano, że Ziemia nie jest środkiem Wszechświata, lecz jedynie niewielką planetą krążącą wokół przecięt-

nej gwiazdy we Wszechświecie mającym olbrzymie rozmiary przestrzenne i czasowe. Wykazano też, że ruchy planet wokół Słońca można wyjaśnić tymi samymi prostymi prawami, które rządzą ruchem obiektów fizycznych na naszej planecie, takimi jak  $f = m \times a$  (siła = masa  $\times$  przyspieszenie) lub prawo odwrotności kwadratów:  $f = g(m_1 m_2) / r^2$  (siła przyciągania między dwoma ciałami jest wprost proporcjonalna do ich mas i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między nimi).

Te i inne odkrycia ogromnie rozszerzyły naszą wiedzę. Wiążąca się z nimi rewolucja konceptualna miała jednak bardziej fundamentalne znaczenie, mocno zakorzeniło się bowiem przekonanie, że Wszechświat podlega immanentnym prawom, rządzącym zachodzącymi w nim zjawiskami. Mechanizmy funkcjonowania Wszechświata stały się przedmiotem dociekań nauki, ponieważ w celu ich wyjaśnienia zaczęto odwoływać się do praw przyrody. Każde zjawisko fizyczne mogło być wyjaśnione, o ile tylko wystarczająco dobrze znano jego przyczyny.

Rozwój nauk fizycznych, umożliwiony przez rewolucję kopernikańską, doprowadził nasze pojmowanie Wszechświata do stanu przypominającego rozdwojenie jaźni, który trwał do połowy dziewiętnastego wieku. Wyjaśnienia naukowe, formułowane na podstawie praw przyrody, zdominowały obszar badań nad ziemską i kosmiczną materią nieożywioną. Jeśli jednak chodzi o problem pochodzenia i budowy istot żywych, dopuszczalne były wyjaśnienia nadnaturalistyczne, postulujące niepojęte czyny Stwórcy. Niektórzy, jak William Paley, twierdzili, że złożony projekt organizmów nie mógł powstać przypadkowo bądź na mocy mechanicznych praw fizyki, chemii i astronomii, lecz wymagał Inteligentnego Projektanta. Podobnie wnioskujemy, że twórcą złożonego mechanizmu zegarka, przeznaczonego do odmierzenia czasu, jest inteligentny zegarmistrz.

Tej konceptualnej schizofrenii zaradził dopiero geniusz Darwina. Darwin dopełnił rewolucji kopernikańskiej, przenosząc na grunt biologii koncepcję natury jako podlegającego prawom przyrody systemu materii w ruchu, który można pojąć ludzkim rozumem bez konieczności powoływania się na ingerencję sił nadnaturalnych. Trudno przecenić skalę problemu, z jakim przyszło mu się zmierzyć. Filozofowie i teologowie stanowczo opowiadali się za argumentem

z projektu, który miał dowodzić aktywnej roli Stwórcy w przyrodzie. Kiedykolwiek mamy do czynienia z jakąś funkcją lub projektem, szukamy ich autora. Największym osiągnięciem Darwina było wykazanie, że złożoną organizację i funkcjonalne aspekty istot żywych można wyjaśnić jako skutek przyrodniczego procesu — doboru naturalnego — i nie trzeba przy tym postulować działania Stwórcy czy jakiegoś innego zewnętrznego czynnika. Problem pochodzenia i przystosowania organizmów, w całym ich bogactwie i niezwyklej różnorodności, został zatem sprowadzony do sfery dociekań naukowych.

Darwin uznawał, że organizmy są „zaprojektowane” do pewnych celów, to znaczy że charakteryzują się funkcjonalną organizacją. Organizmy są przystosowane do określonych trybów życia, a ich narządy do pełnienia konkretnych funkcji. Ryby są przystosowane do życia w wodzie, nerki do regulowania składu krwi, ludzka ręka do chwytania. Darwin zaoferował jednak przyrodnicze wyjaśnienie projektu. Pozornie celowe własności istot żywych można teraz wyjaśniać podobnie jak zjawiska świata nieożywionego, to jest za pomocą metod naukowych, uznając je za rezultat działania praw natury, które przejawiają się w procesach przyrodniczych.

Darwin zajmuje zaszczytne miejsce w historii myśli zachodniej, na które zasłużył sobie dzięki sformułowaniu teorii ewolucji. W dziele **O powstawaniu gatunków**, opublikowanym w 1859 roku,<sup>1</sup> przedstawił świadectwa empiryczne ewolucji organizmów. Darwin nie używał terminu „ewolucja”, który nie miał wówczas swojego dzisiejszego znaczenia. Odnosząc się do ewolucji organizmów, posługiwał się określeniem „dziedziczenie z modyfikacjami” i podobnymi wyrażeniami. W historii intelektualnej dokonał on jednak czegoś znacznie bardziej doniosłego niż wykazanie istnienia ewolucji. Zgromadzenie świadectw potwierdzających wspólne pochodzenie różnych rodzajów organizmów równie dobrze mogło być drugorzędnym celem Darwina. **O powstawaniu gatunków** to przede wszystkim niestrudzona próba naukowego wyjaśnienia projektu istot żywych. Darwin chciał wyjaśnić projekt organizmów, ich złożoność, różnorodność i pomysłową konstrukcję, jako wynik działania procesów przyrodniczych.

---

<sup>1</sup> Por. przekład polski: K. DARWIN, **O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt**, tekst polski na podstawie przekładu Szymona Dicksteina i Józefa Nusbauma opracowały Joanna Popiołek i Małgorzata Yamazaki, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2009.

Świadectwa ewolucji przytaczał zaś dlatego, że ewolucja stanowi konieczną konsekwencję jego teorii projektu.

## Inteligentny projekt: pierwotna wersja

William Paley (1743-1805), jeden z najbardziej wpływowych angielskich autorów swoich czasów, stanowczo twierdził w **Natural Theology** [Teologii naturalnej] (1802),<sup>2</sup> że złożony, precyzyjny projekt organizmów i ich części można wyjaśnić jedynie jako skutek działania Inteligentnego i Wszechmocnego „Projektanta”. Projekt ten, jak utrzymywał, stanowi niepodważalne świadectwo istnienia Stwórcy.

Paley był angielskim duchownym, aktywnie działającym na rzecz zniesienia handlu niewolnikami. W latach osiemdziesiątych osiemnastego wieku stał się już powszechnie znanym przeciwnikiem niewolnictwa. Był też wpływowym autorem prac poświęconych chrześcijańskiej filozofii, etyce i teologii. **The Principles of Moral and Political Philosophy** [Zasady filozofii moralnej i politycznej] (1785)<sup>3</sup> oraz **A View of the Evidences of Christianity** [Przegląd świadectw na rzecz chrześcijaństwa] (1794)<sup>4</sup> zapewniły mu prestiż i beneficja kościelne, dzięki którym mógł prowadzić dostatnie życie. W 1800 roku Paley, ze względów zdrowotnych, zrezygnował z występów publicznych, zyskując tym samym dużo czasu na zgłębianie nauk przyrodniczych, zwłaszcza biologii. Owocem tego była książka **Natural Theology; or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity** [Teologia naturalna, czyli świadectwa istnienia i atrybutów Boga],<sup>5</sup> która zapewniła mu rozgłos u potomnych i wywarła ogromny wpływ na Darwina. W zamierzeniu Paleya praca ta miała być uaktualnieniem tomu **The Wisdom of God Manifested in the Works of the Creation** [Prze-

---

<sup>2</sup> Por. W. PALEY, **Natural Theology**, American Tract Society, New York 1802.

<sup>3</sup> Por. W. PALEY, **The Principles of Moral and Political Philosophy**, w: **The Works of William Paley**, D.D., Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1825 (2nd ed. 1830).

<sup>4</sup> Por. W. PALEY, **A View of the Evidences of Christianity**, w: **The Works of William Paley**...

<sup>5</sup> Por. PALEY, **Natural Theology**...

jawy mądrości Bożej w dziełach stworzenia] (1691) <sup>6</sup> autorstwa innego angielskiego duchownego, Johna Raya. Jednakże dysponując dodatkową wiedzą, zgromadzoną w toku dalszych, ponad stuletnich badań biologicznych, Paley mógł znacznie rozszerzyć argumentację Raya. Zgodnie z kluczowym twierdzeniem Paleya „Projekt nie może istnieć bez projektanta; maszyna bez konstruktora; porządek bez wyboru; [...] środki dopasowane do celu i wykorzystane do jego realizacji bez umysłu, w którym ów cel się pojawił”. <sup>7</sup>

**Natural Theology** to jeden długi wywód na rzecz istnienia Boga, oparty na łatwo dostrzegalnym projekcie człowieka i jego narządów, jak również projekcie wszelkich rodzajów organizmów rozpatrywanych z osobna oraz w relacji do siebie nawzajem i do środowiska. Wywód Paleya składa się z dwóch tez: 1) fakty wskazują, że organizmy zostały zaprojektowane; 2) tylko wszechmocny Bóg mógł być przyczyną doskonałości, mnogości i różnorodności projektów.

W książce Paleya znajdują się rozdziały omawiające skomplikowany projekt ludzkiego oka; ludzki szkielet, stanowiący precyzyjny mechaniczny układ kości, chrząstek i stawów; układ krążenia krwi i rozmieszczenie naczyń krwionośnych; anatomię porównawczą ludzi i zwierząt; przewód pokarmowy, nerki, cewkę moczową i pęcherz; skrzydła ptaków, płetwy ryb i wiele innych zagadnień. Na swoich 352 stronicach **Natural Theology** dowodzi kompetencji Paleya: ukazuje jego rozległą i rzetelną wiedzę biologiczną, na tyle szczegółową i dokładną, na ile było to możliwe w 1802 roku. Po szczegółowym opisaniu precyzyjnej organizacji i doskonałej funkcjonalności każdego biologicznego bytu, związku czy procesu Paley wciąż dochodzi do tego samego wniosku, że tylko wszechwiedzący i wszechmocny Bóg może odpowiadać za te cuda mechanicznej perfekcji, celowości i funkcjonalności oraz za idącą z nimi w parze olbrzymią różnorodność rozwiązań.

Pierwszym wzorcowym przykładem w **Natural Theology** jest ludzkie oko. Na początku rozdziału 3. Paley wskazuje, że oko i teleskop „wykonane są na tych samych zasadach; dostosowane są do praw, które rządzą transmisją i zała-

---

<sup>6</sup> Por. J. RAY, *The Wisdom of God Manifested in the Works of Creation*, Garland, New York 1979.

<sup>7</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 15-16.

mywaniem promieni świetlnych”.<sup>8</sup> Istnieje zwłaszcza ściśle podobieństwo między soczewkami teleskopu a „płynami oka”, przejawiające się w ich kształcie, pozycji i zdolności do skupiania promieni świetlnych w odpowiedniej odległości od soczewek — w przypadku oka na siatkówce.

Paley poczynił dwa godne uwagi spostrzeżenia, które każą uznać, że projekt oka jest jeszcze bardziej złożony i precyzyjny. Po pierwsze, promienie świetlne, docierając do oka w ośrodku wodnym, powinny być załamywane na bardziej wypukłej powierzchni niż wtedy, gdy przechodzą przez powietrze. Dlatego „oko ryby, w tej jego części nazywane soczewką, jest znacznie okrągłejsze niż oko zwierząt lądowych. Czy cokolwiek mogłoby w bardziej oczywisty sposób świadczyć o projekcie niż ta różnica? Czy twórca przyrządów matematycznych mógłby zrobić coś więcej, by dowieść swojej znajomości tej zasady [...]?”<sup>9</sup>

Drugie ważne, wspierające argumentację Paleya spostrzeżenie dotyczy zniekształcenia dioptrycznego: „wiązki światła, przechodząc przez szklane soczewki, rozdzielane są na różne barwy, co sprawia, że obiekt, a zwłaszcza jego krawędzie, wygląda jakby był oglądany przez pryzmat. Wyeliminowanie tej niedogodności długo było głównym celem konstruktorów. Wreszcie pewien roztropny optyk wpadł na pomysł, by sprawdzić, jak ten problem jest rozwiązany w oku, w którym stanowi to dokładnie taką samą trudność jak w teleskopie. Dzięki obserwacjom zrozumiał, że w oku rozwiązaniem jest połączenie soczewek wykonanych z różnych substancji, to jest substancji mających różne zdolności refrakcyjne”.<sup>10</sup> Konstruktor teleskopów odpowiednio skorygował zniekształcenie dioptryczne, „imitując, za pomocą szkieł wykonanych z różnych materiałów, działanie różnych płynów, przez które przechodzą promienie świetlne, zanim dotrą do dna oka. Czy rozwiązanie to mogło się znaleźć w oku bez żadnego zamysłu, a mimo to podsuwając optykowi jedyny skuteczny sposób osiągnięcia tegoż celu?”<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 20.

<sup>9</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 20.

<sup>10</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 22-23.

<sup>11</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 23.

## Argument przeciwko przypadkowi

Paley podsumowuje swój wywód, wskazując na złożone i funkcjonalne aspekty anatomii oka. Oko składa się „po pierwsze, z serii przezroczystych soczewek — bardzo odmiennych, nawiasem mówiąc, nawet pod względem substancji, od nieprzezroczystych materiałów, z których — przynajmniej na ogół — zbudowana jest reszta ciała”.<sup>12</sup> Po drugie, w oku znajduje się siatkówka, która — jak zauważył Paley — jest jedyną w ciele błoną o czarnym kolorze, rozciągniętą za soczewki tak, aby odebrać obraz utworzony z przechodzących przez nie wiązek światła, i jest „umieszczona w ściśle określonej odległości, w której — i tylko w niej — może powstać wyraźny obraz, mianowicie w punkcie zbiegania się załamanych promieni”.<sup>13</sup> Po trzecie — pisał — oko ma „duży nerw łączący tę błonę [siatkówkę] z mózgiem; bez tego nerwu światło oddziałujące na błonę, jakkolwiek byłoby przekształcane przez ten narząd, nie mogłoby wywołać żadnych doznań”.<sup>14</sup>

Czy oko mogło powstać przypadkowo — bez projektu lub odgórnego zamyśłu? Paley już w pierwszym akapicie **Natural Theology**<sup>15</sup> odrzucił koncepcję przypadku, stosując rozumowanie przez analogię: „Przypuśćmy, że idąc wrzosowiskiem, potknąłem się o *kamień*. Gdyby zapytano mnie, jak ów kamień się tam znalazł, prawdopodobnie odpowiedziałbym — gdybym nie wiedział, że jest inaczej — że mógł on tam leżeć zawsze; i być może nie byłoby łatwo wykazać absurdalności tej odpowiedzi. Przypuśćmy jednak, że natknąłem się na leżący na ziemi *zegarek*. Dociekając, jak ów zegarek się tam znalazł, trudno by mi było dać taką samą odpowiedź jak poprzednio, że — gdybym nie wiedział, że jest inaczej — zegarek mógł być tam zawsze. Dlaczego jednak odpowiedź ta nie stosuje się do zegarka tak dobrze jak do kamienia? Dlaczego nie można jej przyjmując w drugim przypadku, tak jak przyjęliśmy ją w pierwszym? Jest tak z tego a nie innego powodu, że kiedy badamy zegarek, widzimy — czego nie moglibyśmy dostrzec w przypadku kamienia — że jego liczne części zostały opracowane

---

<sup>12</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 48.

<sup>13</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 48.

<sup>14</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 48.

<sup>15</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 1.



i złożone razem w pewnym celu. Na przykład są ukształtowane i dopasowane w ten sposób, by powodować ruch, a ruch jest tak regulowany, by wskazywać godziny dnia. Gdyby różne części ukształtowano inaczej niż te w zegarku lub rozmieszczono je bądź uporządkowano w jakikolwiek inny sposób, to albo mechanizm w ogóle by nie zadziałał, albo działałby niestosownie do celu, do którego ma służyć w zegarku”. Innymi słowy, mechanizm zegarka jest tak złożony, że nie mógł powstać na mocy przypadku.

### Paley o nieredukowalnej złożoności

Siła argumentu przeciwko przypadkowi ma związek, jak przekonuje Paley, z tym, co nazywa on „relacją”, pojęciem przywodzącym na myśl cechę, którą niektórzy współcześni autorzy określają mianem „nieredukowalnej złożoności”.<sup>16</sup> Oto jak Paley formułuje argument z nieredukowalnej złożoności: „Gdy poszczególne, różne części biorą udział w wywołaniu określonego skutku lub, co na jedno wychodzi, gdy określony skutek jest wynikiem łącznego działania różnych narzędzi, to wzajemne dostosowanie tych części lub narzędzi w celu wywołania, dzięki ich wspólnemu działaniu, tego skutku nazywam *relacją*; i zdaje mi się, że kiedykolwiek zaobserwujemy ją w dziełach natury lub człowieka, musimy uznać to za rozstrzygające świadectwo rozumności, intencjonalności, sztuki”.<sup>17</sup> Tworów przypadkowych nie cechuje relacja między częściami czy, jak można powiedzieć, zorganizowana złożoność. Paley pisze, że „torbiel, brodawka, pieprzyk, pryszcz” mogą powstać przypadkowo, ale nigdy oko; „grudka ziemi, kamyk, kropla cieczy mogą”, ale nigdy zegarek lub teleskop.

Paley dostrzega „relację” nie tylko między elementami składowymi narządu, takiego jak oko, nerka czy pęcherz, lecz także między różnymi częściami, kończynami i narządami tworzącymi łącznie zwierzę i umożliwiającymi mu przystosowanie się do określonego trybu życia: „U *łabędzia* występuje wzajemna relacja między nogami z błonami pławnymi, łyżkowatym dziobem, długą szyją, grubą warstwą puchu, żołądkiem dostosowanym do trawienia trawy [...]”.

<sup>16</sup> Por. M.J. BEHE, *Czarna skrzynka Darwina. Biochemiczne wyzwanie dla ewolucjonizmu*, przeł. Dariusz Sagan, *Biblioteka Filozoficznych Aspektów Genezy*, t. 4, Wydawnictwo MEGAS, Warszawa 2008.

<sup>17</sup> PALEY, *Natural Theology...*, s. 175-176.

Kończyny kreta są stworzone do kopania; jego szyja, nos, oczy, uszy i skóra są szczególnie dobrze przystosowane do podziemnego trybu życia. [Innymi słowy,] to właśnie nazywam relacją”.<sup>18</sup>

W całym **Natural Theology** Paley wykazuje się rozległą i gruntowną wiedzą biologiczną. Omawia rybi pęcherz pławny, ząb jadowy żmii, pazur czapli, żołądek wielbłąda, język dziecięcia, trąbę słonia, kciuk w skrzydle nietoperza, pajęczą sieć, złożone oczy i metamorfozę owadów, robaczki świętojańskie, mięczaki jedno- i dwuskorupowe, rozsiewanie nasion i tak dalej. Robi to rzetelnie i na tyle szczegółowo, na ile pozwalała najlepsza ówczesna wiedza biologiczna. Zorganizowana złożoność i celowa funkcjonalność w każdym wypadku wskazują na inteligentnego projektanta, a różnorodność, bogactwo i wszechobecność projektów świadczą, że tym Inteligentnym Projektantem może być wyłącznie wszechmocny Stwórca.

Paley nie był jedynym zwolennikiem argumentu z projektu w pierwszej połowie dziewiętnastego wieku. W Wielkiej Brytanii, kilka lat po ukazaniu się **Natural Theology**, ósmy Hrabia Bridgewater ufundował publikację traktatów mających opisać „przejawy Mocy, Mądrości i Dobroci Bożej w Stworzeniu”. W latach 1833-1840 opublikowano osiem traktatów, a część z nich umiejętnie ujęła najlepszą wiedzę naukową tamtych czasów i wywarła znaczący wpływ na społeczeństwo i naukowców. Jeden z traktatów, zatytułowany **The Hand, Its Mechanisms and Vital Endowments as Evincing Design** [Mechanizmy i podstawowe wyposażenie ręki jako przejawy projektu], wyszedł spod pióra sir Charlesa Bella, wybitnego anatoma i chirurga, sławnego dzięki swoim odkryciom w dziedzinie neurologii, który od 1836 roku był profesorem chirurgii w University of Edinburgh. Bell naśladuje styl argumentacji Paleya, szczególnie analizując niezwykle użyteczny projekt ludzkiej ręki, jak również perfekcyjność projektu kończyn przednich służących różnym zwierzętom do różnych celów, zaspokajających ich konkretne potrzeby i odpowiadających ich zwyczajom: ludzkie ręce służą do operowania przedmiotami, nogi psa do biegania, a skrzydła ptaków do latania. „Nic lichszego niż pierwotnie stwarzająca Moc nie mogło wywołać u zwierząt tych zmian, dzięki którym są przystosowane do warunków życia”.

---

<sup>18</sup> PALEY, **Natural Theology...**, s. 180-183.

Paley i Bell to typowi przedstawiciele środowiska intelektualnego pierwszej połowy dziewiętnastego wieku zarówno w Wielkiej Brytanii, jak i na Kontynencie. Darwin, w trakcie studiów w University of Cambridge w latach 1827-1831, czytał **Natural Theology** Paleya, która wliczała się do kanonu uniwersyteckiego przez niemal pół wieku po śmierci angielskiego duchownego. Darwin pisze w **Autobiografii**, że lektura dzieł Paleya „zachwyciła” go i przyniosła mu wiele korzyści: „Aby osiągnąć B. A., trzeba było poznać dokładnie Paleya «Evidences of Christianity» i jego «Moral Philosophy». [...] Logika [...] jego «Natural Theology» zachwyciła mnie podobnie jak geometria Euklidesa. [...] Nie niepokoiły mnie wtedy przesłanki Paleya, a ponieważ przyjmowałem je na wiarę, byłem oczarowany i przekonany o słuszności całej jego argumentacji”.<sup>19</sup>

Jednak później, po powrocie z pięcioletniej podróży dookoła świata na *HMS Beagle*, Darwin odkryje naukowe wyjaśnienie projektu organizmów. Nauka uczyni tym samym milowy krok.

## Co Darwin nazywał „moją teorią”

Darwin uważał, że najważniejszym jego odkryciem nie jest wykazanie istnienia ewolucji, lecz koncepcja doboru naturalnego, którą nazwał zresztą „moją teorią”, a tym mianem nigdy nie określał koncepcji ewolucji organizmów. Odkrycie doboru naturalnego, świadomość, że ma ono wielkie znaczenie, ponieważ stanowi odpowiedź nauki na Paleyowski argument z projektu, oraz określenie przez Darwina doboru naturalnego jako „mojej teorii” można odnaleźć już w jego „Czerwonym notatniku” i „Notatnikach o transmutacji od B do E”, które Darwin zaczął pisać w marcu 1837 roku, niedługo po powrocie (2 października 1836) z pięcioletniej podróży na statku *Beagle*, a ukończył w ostatnich miesiącach 1839 roku.<sup>20</sup>

W środkowych dekadach dziewiętnastego wieku przyrodnicy powszechnie już przyjęli koncepcję ewolucji organizmów. W przekonaniu Darwina o realno-

---

<sup>19</sup> K. DARWIN, **Autobiografia i wybór listów. Dzieła wybrane**, t. 8, przeł. A. Iwanowska, A. Krasicka, J. Półtowicz i S. Skowron, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1960, s. 26.

<sup>20</sup> Por. N. ELDRIDGE, **Darwin**, Norton, New York 2005, s. 71-138.

ści ewolucji świadczyło rozmieszczenie egzotycznych gatunków w Ameryce Południowej, na Wyspach Galápagos i w wielu innych miejscach, a także odkrycie kopalnych szczątków dawno już wymarłych zwierząt. Wyzwaniem intelektualnym było wyjaśnienie pochodzenia różnych gatunków organizmów i jak nowe gatunki przystosowywały się do swoich środowisk, tej „tajemnicy tajemnic”, jak nazwał ten problem starszy znajomy Darwina, wybitny naukowiec i filozof John Herschel (1792-1871).

Już w pierwszych notatnikach z lat 1837-1839 Darwin zarejestrował odkrycie doboru naturalnego i wielokrotnie określał go jako „moją teorię”. Od tej pory, aż do swojej śmierci w 1882 roku, Darwin poświęcił życie udowodnieniu koncepcji doboru naturalnego i swoich związanych z nią postulatów, przede wszystkim postulatu dotyczącego wszechobecności zmian dziedzicznych i niebywalej płodności organizmów, która znacznie przekracza ilość dostępnych zasobów. Koncepcja doboru naturalnego stała się dla Darwina „teorią, nad którą należy pracować”. Aby sprawdzić swoją teorię i odpowiedzieć na możliwe zarzuty, niestrudzenie prowadził obserwacje i eksperymenty.

## Wallace a Darwin

Alfred Russel Wallace (1823-1913) zasłynął z niezależnego od Darwina odkrycia, że za ewolucję gatunków odpowiada proces doboru naturalnego. 18 czerwca 1858 roku Darwin napisał Charlesowi Lyellowi, że otrzymał pocztą krótki esej Wallace’a, taki że „gdyby Wallace miał szkic mojego [rękopisu] napisanego w [1844 roku], to nie mógłby sporządzić lepszego streszczenia”. Darwin był jak rażony gromem.

Obaj uczeni zaczęli sporadycznie wymieniać korespondencję pod koniec 1855 roku. W tym czasie Wallace zbierał okazy biologiczne na Archipelagu Malajskim. W swoich listach Darwin wyrażał sympatię i dodawał otuchy Wallace’owi zniechęconemu niekiedy swoją „żmudną pracą”. W 1858 roku Wallace wpadł na pomysł, że dobór naturalny mógłby stanowić wyjaśnienie zmiany ewolucyjnej, i chciał poznać opinię Darwina na temat tej hipotezy. Wallace, podobnie jak wielu innych, wiedział bowiem, że Darwin pracował nad tym problemem od lat, konsultował się z innymi uczonymi i był przez nich uważany za wybitnego eksperta od ewolucji biologicznej.

Darwin nie był pewny, co począć z listem Wallace'a. Chciał uznać odkrycie doboru naturalnego przez Wallace'a, ale jednocześnie nie zamierzał całkowicie zapomnieć o swoim wcześniejszym, niezależnym odkryciu. Ostatecznie sir Charles Lyell i Joseph Hooker zaproponowali, za zgodą Darwina, by list Wallace'a i dwa wcześniejsze pisma Darwina zaprezentowano na spotkaniu Londyńskiego Towarzystwa Linneuszowego. 1 lipca 1958 roku wszystkie te trzy rozprawy zostały odczytane przez podsekretarza towarzystwa, George'a Buska, w chronologicznym porządku ich napisania: skrócony abstrakt 230-stronicowego eseju Darwina z 1844 roku, pochodzący z 5 września 1857 roku „abstrakt abstraktu” napisanego przez Darwina dla amerykańskiego botanika Asy Graya oraz esej Wallace'a, zatytułowany „On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from Original Type; Instability of Varieties Supposed to Prove the Permanent Distinctness of Species” [O tendencji odmian do nieskończonego odchylenia się od pierwotnego typu; niestabilność odmian jako dowód stałej odrębności gatunków].<sup>21</sup>

W spotkaniu uczestniczyło około 30 osób, wśród których nie było ani Darwina, ani Wallace'a. Wspomniane rozprawy spotkały się z niewielkim odzewem i właściwie w ogóle nad nimi nie dyskutowano. O ich znaczeniu mieli świadomość tylko obecni na spotkaniu. Uszły one również uwadze prezesa Towarzystwa Linneuszowego, Thomasa Bella, który w swym corocznym przemówieniu, w tym wypadku w maju następnego roku, beznamiętnie stwierdził, że ubiegły rok nie obfitował w „żadne z tych niezwykłych odkryć, które nagle rewolucjonizują” jakąś gałąź nauki.

Niezależne odkrycie doboru naturalnego przez Wallace'a jest czymś zadziwiającym. Jednak mniejsze uznanie dla Wallace'a niż dla Darwina za to odkrycie być może nie jest nieuzasadnione. Tego pierwszego nie interesowało wyjaśnienie projektu, a raczej ewolucji gatunków, na co wskazuje tytuł jego rozprawy: „O tendencji odmian do nieskończonego odchylenia się od pierwotnego typu”. Wallace uważał, że ewolucja ciągnie się w nieskończoność i jest progresywna. Pisał: „Wierzimy, że w naturze istnieje tendencja do ciągłej progresji

---

<sup>21</sup> Por. A.R. WALLACE, „On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from Original Type; Instability of Varieties Supposed to Prove the Permanent Distinctness of Species”, *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London (Zoology)* 1858, vol. 3, s. 53-62.

pewnych klas odmian coraz dalej od pierwotnego typu — progresji, której, jak się wydaje, nie ma powodu przypisywać jakichś określonych granic. Ta progresja, zachodząca małymi krokami, w różnych kierunkach [...]”.<sup>22</sup>

Darwin, przeciwnie, nie przyjmował, że ewolucja z konieczności jest postępowaniem czy rozwojem, i nie sądził, że rezultatem ewolucji zawsze będzie morfologiczna zmiana w czasie. Wiedział o istnieniu „żywych skamieniałości”, czyli organizmów, które pozostały niezmienione przez miliony lat. Pisał: „Niektóre z najstarszych sylurskich zwierząt, na przykład *Nautilus* lub *Lingula*, nie różnią się [...] od obecnie żyjących gatunków”.<sup>23</sup> W 1858 roku Darwin pracował nad wielotomowym traktatem, którego tytuł miał brzmieć „O doborze naturalnym”. Rozprawa Wallace’a była dla Darwina bodźcem do napisania książki **O powstawaniu gatunków**, która ukazała się następnego roku. Darwin uważał tę książkę za skróconą wersję znacznie obszerniejszej pracy, którą zamierzał napisać.

## Darwinowskie wyjaśnienie projektu

W **O powstawaniu gatunków** głównym celem Darwina było wyjaśnienie projektu, a ewolucja odgrywała pomocniczą rolę potwierdzających świadectw. Wstęp i rozdziały I-VIII wyjaśniają, jak dobór naturalny tworzy adaptacje i zachowania organizmów, to jest ich „projekt”. Ta rozbudowana argumentacja ma początek w rozdziale I, w którym Darwin opisuje skuteczną selekcję udomowionych roślin i zwierząt, a także, dość szczegółowo, sukces hodowców gołębi, którzy poszukiwali egzotycznych „sportów”. Sukces hodowców roślin i zwierząt świadczy o tym, jak wiele można osiągnąć poprzez odpowiedni dobór takich spontanicznych zmian w organizmach, które odpowiadają celom hodowców. Sport (mutacja), który pojawi się po raz pierwszy w przypadku jakiegoś osobnika, może być zwielokrotniony dzięki selektywnemu rozmnażaniu, aż po kilku pokoleniach utrwali się w hodowli, czyli stanie się „rasą”. Znanie dziś rasy psów, bydła, kur i roślin jadalnych otrzymano za pomocą tego właśnie procesu selekcji dokonywanego przez ludzi, którzy mieli określone cele.

---

<sup>22</sup> WALLACE, „On the Tendency of Varieties...”.

<sup>23</sup> DARWIN, **O powstawaniu gatunków...**, s. 284.

Kolejne rozdziały (II-VIII) **O powstawaniu gatunków** rozszerzają argumentację na odmiany powstałe w wyniku doboru naturalnego dla korzyści samych organizmów, nie zaś sztucznego doboru cech pożądaných przez ludzi. Wskutek działania doboru naturalnego organizmy cechują się projektem, to jest mają przystosowawcze narządy i funkcje. Projekt organizmów istniejących w przyrodzie nie jest jednak „projektem inteligentnym”, którego twórcą jest Najwyższy Inżynier bądź ludzie, lecz skutkiem naturalnego procesu selekcji, faworyzującego organizmy przystosowane do środowiska. Oto jak działa dobór naturalny: osobniki, które mają korzystne zmiany, to znaczy zmiany zwiększające prawdopodobieństwo ich przetrwania czy rozmnożenia się, pozostawiają więcej potomstwa niż osobniki tego samego gatunku, w których doszło do mniej korzystnych zmian. W konsekwencji wraz z kolejnymi pokoleniami zwiększy się częstość korzystnych zmian, zaś te mniej korzystne lub szkodliwe zostaną wyeliminowane z gatunku. W końcu wszystkie osobniki gatunku będą miały korzystne własności, a na przestrzeni wieków wykształcą się u nich nowe cechy.

Organizmy mają złożony projekt, lecz nie jest to, używając współczesnego języka, „nieredukowalna złożoność”, pojawiająca się nagle w pełnej krasie. Zgodnie z Darwinowską teorią doboru naturalnego projekt powstał stopniowo i kumulatywnie, krok po kroku, dzięki sukcesowi reprodukcyjnemu osobników coraz lepiej przystosowanych.

Z Darwinowskiego wyjaśnienia adaptacji wynika, że ewolucja musi następować w rezultacie przystosowywania się organizmów do różnych środowisk w różnych lokalizacjach oraz do stale zmieniających się w czasie warunków środowiskowych, a także w miarę powstawania w danym okresie dziedzicznych zmian, które zwiększają, w tym miejscu i czasie, szanse przetrwania i rozmnożenia się organizmów. Przedstawione w **O powstawaniu gatunków** świadectwa ewolucji biologicznej są kluczowe dla Darwinowskiego wyjaśnienia projektu, ponieważ implikuje ono istnienie ewolucji biologicznej, które Darwin próbuje wykazać w niemal całej pozostałej części swojej książki.<sup>24</sup>

W ostatnim, XIV rozdziale **O powstawaniu gatunków** Darwin powraca do głównego tematu adaptacji i projektu. W wymownym ostatnim akapicie podkre-

---

<sup>24</sup> POR. DARWIN, **O powstawaniu gatunków...**, rozdz. IX-XIII.

śla on „wzniosłość” swojej wizji: „Jakież to frapujące, kiedy przyglądając się gęsto zarośniętemu zboczowi, pokrytemu mnóstwem roślin różnych gatunków, z ptakami śpiewającymi wśród krzewów, z różnymi owadami unoszącymi się w powietrzu i robakami pełzającymi wskroś wilgotnej gleby, zdamy sobie sprawę, że te *przedziwnie złożone* formy, *tak bardzo różniące się* między sobą i uzależnione od siebie *w sposób tak skomplikowany*, wszystkie są one wynikiem praw, które nadal działają wokół nas. [...] Tak więc z walki w przyrodzie, z głodu i śmierci bezpośrednio wynika najwznioślejsze zjawisko, jakie możemy pojąć, a mianowicie powstawanie wyższych form zwierzęcych. Wzniosły zaiste jest to pogląd, że Stwórca \* natchnął życiem kilka form lub jedną tylko i że gdy planeta nasza, podlegając ścisłemu prawu ciężenia, dokonywała swych obrotów, z tak prostego początku zdołał się rozwinąć i wciąż jeszcze się rozwija nieskończony szereg form najbardziej godnych podziwu i najpiękniejszych”.<sup>25</sup>

W **O powstawaniu gatunków** Darwin zajął się tym samym problemem, co Paley: jak wyjaśnić przystosowawczą budowę organizmów i ich części, które tak wyraźnie przeznaczone są do pełnienia pewnych funkcji. Darwin argumentuje, że od czasu do czasu pojawiają się dziedziczne zmiany przystosowawcze („zmiany w pewien sposób korzystne dla każdej istoty” \*\*) i mogą one zwiększyć szanse reprodukcyjne swych nosicieli. Sukces hodowców gołębi i innych zwierząt jasno wskazuje na okazjonalne występowanie przydatnych zmian dziedzicznych. W przyrodzie, z upływem pokoleń, korzystne zmiany zachowują się, rozmnożą i połączą ze sobą, szkodliwe ulegną zaś eliminacji. W jednym miejscu Darwin zapewnia, że „niepodobna dostrzec granic tej siły [doboru naturalnego] *przystosowującej* powoli i wspianiale każdą formę do najbardziej złożonych warunków”.<sup>26</sup>

W **Autobiografii** Darwin napisał, że „stary, przytaczany przez Paleya, argument o celowości w przyrodzie, który dawniej wydawał mi się tak przekony-

---

\* (Przyp. tłum.) Cytowany tu polski przekład powstał na podstawie drugiego wydania książki Darwina z 1860 roku, w którym Darwin dodał słowo „Stwórca”. Autor niniejszego artykułu cytuje natomiast wydanie pierwsze z 1859 roku, w którym to słowo nie występuje.

<sup>25</sup> DARWIN, **O powstawaniu gatunków...**, s. 449-450 [wyróżnienia dodane].

\*\* (Przyp. tłum.) DARWIN, **O powstawaniu gatunków...**, s. 78.

<sup>26</sup> DARWIN, **O powstawaniu gatunków...**, s. 432.



wający, upada obecnie z chwilą odkrycia prawa doboru naturalnego. Nie możemy już dłużej utrzymywać, że np. piękne zawiasy skorupy małży musiały być wykonane przez istotę rozumną, tak jak zawiasy drzwi przez człowieka”.<sup>27</sup>

Darwin zaproponował koncepcję doboru naturalnego przede wszystkim po to, by wyjaśnić przystosowawczą organizację czy projekt istot żywych. Jest to proces, który utrwała i faworyzuje adaptację. Zmiana ewolucyjna w czasie oraz ewolucyjna dywersyfikacja (wielość gatunków) często są produktami ubocznymi doboru naturalnego prowadzącego do przystosowania organizmów do ich otoczenia. Zmiana ewolucyjna nie jest jednak faworyzowana przez dobór naturalny bezpośrednio i dlatego nie jest ona konieczną jego konsekwencją. W rzeczy samej niektóre gatunki, jak zauważył Darwin, mogą pozostawać niezmiennione przez długi okres czasu. Podawane przez Darwina przykłady organizmów, których wygląd nie uległ zmianie przez miliony lat, to tak zwane „żywe skamieniałości”, między innymi *Nautilus* i *Lingula*.

## Mutacje i dobór naturalny

Ewolucja wpływa na każdy aspekt życia organizmu: morfologię (formę i strukturę), fizjologię (funkcję), zachowanie i ekologię (interakcje ze środowiskiem). Podłożem tych zmian są zmiany w materiale dziedzicznym. Tak więc, w kategoriach genetycznych, ewolucja to zmiany w dziedzicznej konstytucji organizmu.

Ewolucję można postrzegać jako dwustopniowy proces. Po pierwsze, zmienność dziedziczną powodują mutacje. Po drugie, zachodzi selekcja, dzięki której wraz z kolejnymi pokoleniami zwiększa się częstość użytecznych zmian, zaś te mniej użyteczne lub szkodliwe są eliminowane. „Użyteczne” i „szkodliwe” to terminy zastosowane przez Darwina w definicji doboru naturalnego. Ważne jest to, że osobniki z użytecznymi zmianami „będą miały największe szanse na przetrwanie i pozostawienie potomstwa”.<sup>28</sup> W rezultacie wraz z kolejnymi pokoleniami częstość użytecznych zmian zwiększa się kosztem tych, które są mniej użyteczne lub szkodliwe.

---

<sup>27</sup> DARWIN, *Autobiografia i wybór listów...*, s. 43-44.

<sup>28</sup> DARWIN, *O powstawaniu gatunków...*, s. 79.

Proces mutacji dostarcza każdemu pokoleniu wiele nowych zmian genetycznych w dodatku do tych odziedziczonych po wcześniejszych pokoleniach. Nie powinno więc dziwić, że gatunki potrafią przystosowywać się do nowych wyzwań środowiskowych. Na przykład ponad 200 gatunków owadów i gryzoni wykształciło odporność na warfarynę, DDT i inne pestycydy w miejscach intensywnych oprysków. Choć zwierzęta te nigdy wcześniej nie zetknęły się z tymi syntetycznymi związkami, mutacje umożliwiły niektórym osobnikom przetrwanie w ich obecności. Osobniki te rozmnożyły się, dzięki czemu z upływem pokoleń zwiększyła się częstość mutacji zapewniających odporność i ostatecznie populacja przestała być podatna na działanie pestycydów. Przystosowanie było skutkiem współdziałania procesów mutacji i doboru naturalnego.

Odporność chorobotwórczych bakterii i pasożytów na antybiotyki i inne leki jest konsekwencją tego samego procesu. Gdy osobnik otrzymuje antybiotyk, który zabija konkretny rodzaj bakterii powodujących jakąś chorobę — na przykład gruźlicę — duża część bakterii ginie, ale jedna na kilka milionów może mieć mutację uodporniającą na działanie antybiotyku. Odporne bakterie przeżywają i mnożą się, co powoduje rozprzestrzenienie się odporności na inne osobniki. Wreszcie ze względu na odporność bakterii antybiotyk nie jest już w stanie uleczyć choroby u większości lub nawet wszystkich ludzi. To dlatego współczesna medycyna leczy choroby bakteryjne mieszankami antybiotyków. Jeśli częstość mutacji dającej odporność na dany antybiotyk wynosi jedną na milion, to prawdopodobieństwo, że jedna bakteria będzie miała trzy mutacje, każdą uodporniającą na jeden z trzech antybiotyków, jest równe jeden na kwintylion (jeden na milion milionów milionów). Nawet w szczytowym stadium infekcji, kiedy u chorej osoby występują miliardy lub biliony bakterii, jest mało prawdopodobne, a może nawet zupełnie niemożliwe, by w organizmie tej osoby pojawiła się bakteria odporna na wszystkie trzy antybiotyki.

Dobór naturalny jest czymś znacznie więcej niż procesem „oczyszczającym”, ponieważ potrafi tworzyć coś nowego poprzez zwiększenie prawdopodobieństwa kombinacji genetycznych, które w innych wypadkach są skrajnie mało prawdopodobne. W połączeniu z mutacjami dobór naturalny staje się, pod tym względem, procesem twórczym. Co więcej, proces ten zachodził od wielu milionów lat w wielu liniach ewolucyjnych i gatunkach, zawsze liczących dużą ilość osobników. Ewolucja drogą mutacji i doboru naturalnego doprowadziła do po-

wstania niezliczonej różnorodności świata ożywionego oraz niezwyklej adaptacji.

Współczesne zwierzęta i wczesne organizmy z kambryjskiego okresu geologicznego (542 milionów lat temu) dzieli kilkaset milionów pokoleń. Ludzki umysł z trudem może pojąć liczbę wszystkich możliwych mutacji oraz tych, które ostatecznie zostały wyselekcjonowane w milionach osobników na przestrzeni milionów pokoleń, łatwo możemy jednak zrozumieć, że kumulacja milionów małych, korzystnych pod względem funkcjonalnym zmian jest w stanie utworzyć zdumiewająco złożone, przystosowawcze narządy, takie jak oko.

Dobór naturalny to proces przyrostowy, działający w czasie i tworzący organizmy z lepszą zdolnością do przetrwania i reprodukcji niż inne. Osobniki danego gatunku różnią się od siebie w dowolnej chwili tylko w niewielkim stopniu, jak na przykład bakterie, które mają bądź nie mają enzymu umożliwiającego syntetyzowanie laktozy, czy też ćmy o jasnych lub ciemnych skrzydłach. Różnice te związane są zazwyczaj z jednym lub kilkoma genami, mogą jednak mieć znaczenie dla przetrwania lub śmierci, jak jest w przypadku odporności na DDT czy antybiotyki. Rozważny inny przykład. Niektóre szczuroskoczki (*Chaetodipus intermedius*) żyją w skalistych wychodniach na terenie Arizony. Osobniki o jasnym, piaskowym ubarwieniu znajdują się w siedliskach, w których dominują jasne kolory, natomiast osobniki ciemne (melaniczne) występują zwykle w obszarach ciemnych skał uformowanych dawno temu wskutek wypływów lawy bazaltowej. Dopasowanie między otoczeniem a barwą futra chroni szczuroskoczki przed drapieżnymi ptakami i ssakami, które polują, kierując się na ogół wzrokiem. Za różnice między jasną a ciemną sierścią odpowiadają mutacje w jednym genie (kodującym receptor melanokortyny typu 1, oznaczany skrótem *MC1R*).<sup>29</sup>

Adaptacje związane ze złożonymi strukturami, funkcjami lub zachowaniami obejmują liczne geny. Wiele znanych ssaków, z wyjątkiem torbaczy, ma łożysko. Torbacze to znane wszystkim kangury i inne ssaki występujące głównie w Australii i Ameryce Południowej. Psy, koty, myszy, osły i naczelnie są łoży-

---

<sup>29</sup> Por. M.W. NACHMAN, H.E. HOEKSTRA, and S.L. D'AGOSTINO, „The Genetic Basis of Adaptive Melanism in Pocket Mice”, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 2003, vol. 100, s. 5268-5273.

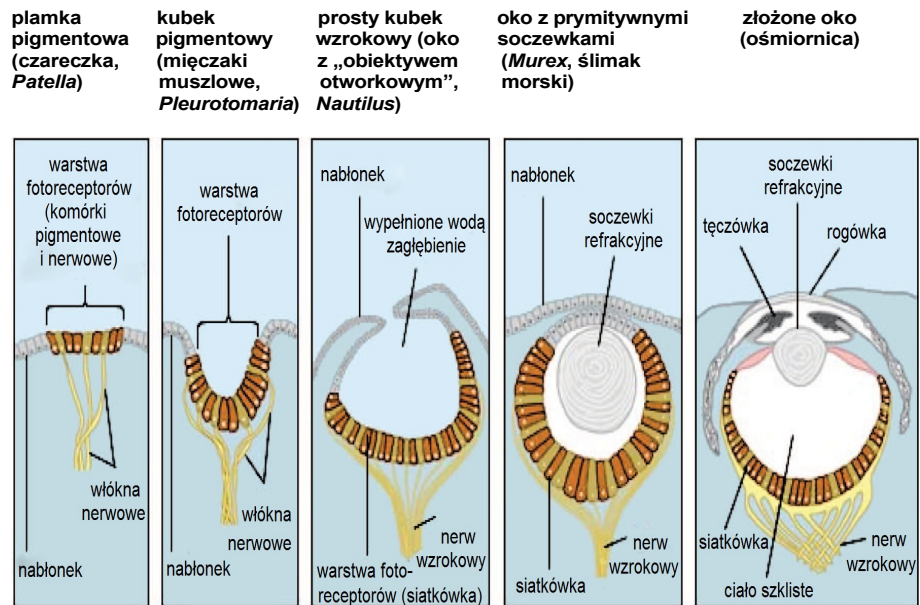
skowcami. Łożysko umożliwia wydłużenie okresu rozwoju zarodka w łonie matki, dzięki czemu noworodek jest lepiej przygotowany do samodzielnego życia. Łożysko wymaga jednak złożonych adaptacji, takich jak ochrona przed szkodliwymi oddziaływaniami odpornościowymi między matką a embrionem, dostarczanie zarodkowi odpowiednich składników pokarmowych i tlenu oraz usuwanie szkodliwych metabolitów wytworzonych przez zarodek. Ssaki łożyskowe wyewoluowały 100 milionów lat temu i odniosły sukces przystosowawczy, co umożliwiło gwałtowną ich dywersyfikację w Starym Świecie i Ameryce Północnej.

Łożyska wykształciły także pewne grupy ryb, takie jak *Poeciliopsis*. Niektóre gatunki *Poeciliopsis* składają jaja. Samice zaopatrują jaja w żółtko, które stanowi źródło składników pokarmowych dla rozwijającego się zarodka (jak u kur). Jednak inne gatunki *Poeciliopsis* wykształciły w tym celu łożysko. Biologia molekularna umożliwiła rekonstrukcję historii ewolucyjnej gatunków *Poeciliopsis*. Wynik jest zaskakujący, okazało się bowiem, że łożysko wyewoluowało w tej grupie ryb trzykrotnie w sposób niezależny. Niezbędne złożone adaptacje zakumulowały się w każdym z tych przypadków w okresie <750 000 lat.<sup>30</sup>

Dobór naturalny działa stopniowo w długich okresach czasu i dlatego tworzy kombinacje genów, które mogą wydawać się bardzo mało prawdopodobne. Rozważmy ewolucję oka u ludzi i innych kręgowców. Percepcja światła, a później wzrok, były ważnymi czynnikami z perspektywy przetrwania i sukcesu reprodukcyjnego ich przodków, ponieważ światło słoneczne stanowi dominującą cechę środowiska. Dobór naturalny faworyzował zatem te geny i ich kombinacje, które zwiększały funkcjonalną sprawność oka. Takie mutacje stopniowo gromadziły się, prowadząc w końcu do powstania wysoce złożonego i sprawnego oka kręgowców.

---

<sup>30</sup> Por. D.N. REZNICK, M. MATEOS, and M.S. SPRINGER, „Independent Origins and Rapid Evolution of the Placenta in the Fish Genus *Poeciliopsis*”, *Science* 2002, vol. 298, s. 1018-1020; J.C. AVISE, **Evolutionary Pathways in Nature: A Phylogenetic Approach**, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2006.



**Rys. 1.** Etapy ewolucji złożoności oka u żyjących współcześnie mięczaków. Najprostsze oko występuje u czareczki (pierwsze od lewej), składa się z zaledwie kilku komórek pigmentowych, czyli nieco przekształconych typowych komórek nabłonkowych (skórnych). Mięczaki muszlowe (drugie od lewej) posiadają nieco bardziej rozwinięty narząd, składający się z komórek pigmentowych uformowanych na kształt kubka. Oko ośmiornicy (pierwsze od prawej) jest dość złożone i ma części podobne do tych w ludzkim oku, na przykład rogówkę, tęczówkę, soczewki refrakcyjne i siatkówkę. (Zaczerpnięte z: „Evolution, The Theory of”. Za zgodą Encyclopaedia Britannica, Inc.)

Jak złożone narządy, takie jak ludzkie oko, mogą powstać stopniowo z jakiegś bardzo prostej struktury? Za przykład mogą posłużyć żyjące współcześnie mięczaki (Rys. 1). Mięczaki (kałamarnice, małże i ślimaki) to bardzo stara grupa organizmów, starsza niż kręgowce. Organizmy morskie mają rozmaite potrzeby wzrokowe, zależnie od ich trybu życia. Czareczki obdarzone są najprostszym z możliwych do wyobrażenia okiem. Jest to zaledwie plamka oczna zbudowana z kilku komórek pigmentowych i połączonych z nimi włókien nerwowych. Mięczaki muszlowe mają nieco bardziej rozwinięty narząd, złożony z komórek pigmentowych uformowanych na kształt kubka, który w pewnym stopniu umożliwia tym mięczakom rozpoznanie kierunku światła. *Nautilus*, grupa oce-

anicznych mięczaków, która praktycznie nie zmieniła się od milionów lat, posiada głębszy i niemal zamknięty kubek z małym otworem, lecz bez soczewek. *Murex*, grupa ślimaków morskich, ma oczy z prymitywnymi soczewkami refrakcyjnymi, chronionymi warstwą komórek skórnych pełniących funkcję rogówki. Oczy ośmiornic i kałamarnic są równie złożone, jak ludzkie oko, w ich skład wchodzi rogówka, tęczówka, soczewki refrakcyjne, siatkówka, wewnętrzna substancja szklista, nerw wzrokowy oraz mięsień.

## Projekt bez projektanta

Dobór naturalny, przesiewający spontanicznie powstające mutacje, to proces twórczy, ponieważ jest przyczyną łączenia i kumulacji korzystnych mutacji, co z upływem długich okresów czasu przynosi ogromną różnorodność organizmów. Jednak pewne ważne cechy odróżniają „projekt” powstający wskutek działania doboru naturalnego, czyli adaptacje organizmów, od projektu, którego twórcą jest inteligentny projektant, inżynier.

Inżynier z góry wie, jaki jest cel danego projektu, dobiera odpowiednie materiały i łączy je w uprzednio określony sposób tak, by struktura pełniła zamierzoną funkcję. Dobór naturalny nie działa natomiast w zgodzie z odgórnie ustalonym planem. Jest to proces zupełnie naturalny, będący skutkiem oddziaływania różnych własności bytów fizykochemicznych i biologicznych. Dobór naturalny to po prostu konsekwencja zróżnicowanego przeżywania i reprodukcji istot żywych. Przypomina działanie celowe, ponieważ jest warunkowany środowiskiem: to, które organizmy będą miały większą zdolność przetrwania i rozmnożenia się, zależy od tego, jakie zajdą w nich zmiany — użyteczne czy korzystne dla nich w danym miejscu i czasie ich życia.

Dobór naturalny nie jest procesem dalekowzrocznym. Nie przewiduje, jak będzie wyglądać środowisko w przyszłości. Drastyczne zmiany środowiskowe mogą stawiać przeszkody nie do pokonania dla dobrze prosperujących wcześniej organizmów. W istocie wymieranie gatunków to normalny rezultat procesu ewolucji. Istniejące dziś gatunki reprezentują równowagę między powstawaniem nowych gatunków a ich wymieraniem. Dostępny inwentarz żyjących obecnie gatunków liczy ich około dwa miliony, aczkolwiek szacowana ich liczba to

10 milionów. Mamy jednak świadomość, że wymarło być może ponad 99% gatunków, jakie kiedykolwiek stąpały po Ziemi.

Większa złożoność nie jest koniecznym następstwem doboru naturalnego, ale powstaje ona od czasu do czasu, kiedy mutacje zwiększające złożoność są faworyzowane kosztem innych. Fakt, że te pierwsze nie muszą kumulować się z czasem, jest łatwo dostrzegalny w wielu liniach ewolucyjnych. Na przykład organizmami najdłużej żyjącymi na Ziemi są mikroskopijne bakterie, które istnieją na naszej planecie nieprzerwanie od  $\approx 3,5$  miliarda lat. Mimo to współczesne gatunki bakterii nie są bardziej złożone od swych odległych przodków. Bardziej złożone organizmy powstały znacznie później, nie eliminując jednak swoich prostszych krewniaków. Niemniej na przestrzeni wieków na Ziemi pojawiło się całe mnóstwo złożonych organizmów. Niektóre ich grupy powstały względnie niedawno (w skali ewolucyjnej). Naczelne pojawiły się na Ziemi zaledwie 50 milionów lat temu, a nasz gatunek, *Homo sapiens*, liczy sobie mniej niż 200 000 lat.

W ewolucji nie ma żadnego bytu czy osoby, która selekcjonowałaby przystosowawcze kombinacje. Owe kombinacje selekcjonują się same, ponieważ posiadające je organizmy rozmnażają się skuteczniej niż te z mniej przystosowawczymi zmianami. Dobór naturalny nie usiłuje zatem tworzyć z góry określonych rodzajów organizmów, a jedynie organizmy przystosowane do swoich obecnych środowisk. Jak już pisałem, to, jakie cechy zostaną wyselekcjonowane, zależy od tego, jakie zmiany zaistnieją w danym czasie i miejscu. To zależy z kolei od losowego procesu mutacji oraz od ewolucyjnej historii organizmów (czyli od konstytucji genetycznej, jaką uzyskały one wskutek swojej wcześniejszej ewolucji). Dobór naturalny jest procesem oportunistycznym. Zmienne determinujące kierunek, jaki obierze dobór naturalny, obejmują środowisko, odziedziczoną budowę organizmów i losowo powstające mutacje.

Organizmy mogą więc przystosować się do danego siedliska na wiele różnych sposobów. Na przykład wiele roślin przystosowało się do klimatu pustynnego. Najbardziej istotne jest to, że przystosowały się do warunków suchych, w których łatwo mogłyby uschnąć. Przez większość roku, czasem przez kilka lat z rzędu, nie pada tam deszcz. Rośliny przystosowały się do niedostatku wody na różne sposoby. Kaktusy przekształciły swoje liście w kolce, dzięki czemu unika-

ją zjawiska ewaporacji, które występuje w liściach; fotosynteza zachodzi natomiast na powierzchni łodygi. Ponadto ich łodygi przekształciły się w beczułkowate struktury, które przechowują zasoby wody. Inny tryb przystosowania wybrały rośliny pustynne, które nie mają liści podczas suszy, ale gdy zaczyna padać, produkują liście i kwiaty i szybko wydają nasiona. Jeszcze inny tryb przystosowania obserwujemy u pustynnych roślin efemerycznych, które kiełkują z nasion, rosną, kwitną i produkują nasiona dokładnie w trakcie tych kilku tygodni roku, kiedy dostępna jest woda deszczowa; w innych okresach nasiona leżą uśpione w glebie.

### **Przypadek i konieczność: dobór naturalny jako proces twórczy**

Zapis kopalny wskazuje, że życie wyewoluowało w przypadkowy sposób. Radiacje pewnych grup organizmów, liczebne i terytorialne ekspansje innych grup, sporadyczne i nieregularne pojawianie się trendów w kierunku większych rozmiarów lub innych rodzajów zmian, a także wszechobecne wymieranie najlepiej wytłumaczyć procesem doboru naturalnego organizmów poddawanych kaprysom mutacji, wyzwań środowiskowych i dotychczasowej historii. Naukowe wyjaśnienie tych zdarzeń nie wymusza odwołania się do jakiegoś z góry ustalonego planu, czy to narzuconego na samym początku, czy też poprzez kolejne interwencje wszechwiedzącego i wszechmocnego Projektanta. Ewolucja biologiczna różni się od malowideł lub artefaktów tym, że nie jest następstwem jakiegoś przyjętego z góry projektu. Projekt organizmów nie jest inteligentny, lecz niedoskonały, a niekiedy nawet uderzająco dysfunkcyjny.

Dobór naturalny tłumaczy „projekt” organizmów dlatego, że zmiany przystosowawcze zwiększają prawdopodobieństwo przetrwania i reprodukcji swoich nosicieli kosztem wariantów szkodliwych lub w mniejszym stopniu przystosowawczych. Argumenty zwolenników teorii inteligentnego projektu, podkreślające niewiarygodnie małe prawdopodobieństwo zdarzeń przypadkowych, takich jak mutacje, jak również mające wyjaśnić adaptację organizmów, są tu nieistotne, ponieważ ewolucją nie rządzą losowe mutacje. Rządzi nią natomiast przyrodniczy proces (to jest dobór naturalny), który nie jest losowy, lecz ukierunkowany i zdolny tworzyć uporządkowanie czy też „stwarzać”. Cechy nabywane



przez organizmy w toku ich historii ewolucyjnych nie są przypadkowe, lecz zdeterminowane ich funkcjonalną użytecznością dla organizmów — jak gdyby zaprojektowane do spełniania ich potrzeb życiowych.

Niemniej przypadek jest integralnym elementem procesu ewolucji. Mutacje przynoszące zmiany dziedziczne i podlegające doborowi naturalnemu powstają losowo. Są one zdarzeniami losowymi lub przypadkowymi dlatego, że (i) są rzadkimi odstępstwami od na ogół wiernego procesu replikacji DNA oraz (ii) nie da się przewidzieć, który gen zmutuje w jakiejś konkretnej komórce lub osobniku. Jednakże najważniejsze dla zrozumienia procesu ewolucji jest inne znaczenie „losowości”, mianowicie (iii) mutacje nie są ukierunkowane pod względem przystosowania. Zachodzą one niezależnie od tego, czy są korzystne czy też szkodliwe dla organizmów. Część jest korzystna, ale większość nie, a tylko te korzystne są zachowywane przez dobór naturalny.

Przystosowawczej losowości procesu mutacji (jak również kaprysom innych procesów odgrywających jakąś rolę w wielkim teatrze życia) przeciwdziała dobór naturalny, który zachowuje to, co przydatne, i eliminuje to, co szkodliwe. Gdyby nie dziedziczne mutacje, ewolucja nie mogłaby mieć miejsca, ponieważ nie byłoby zmian, które mogłyby być przekazywane w zróżnicowany sposób z pokolenia na pokolenie. Jednak bez doboru naturalnego skutkami procesu mutacji byłyby dezorganizacja i wymieranie, a to dlatego, że większość mutacji jest niekorzystna. Mutacje i dobór wspólnie napędzały cudowny proces, który — począwszy od mikroskopijnych organizmów — doprowadził do powstania sterczyków, ptaków i ludzi.

Teoria ewolucji postuluje, że przypadek i konieczność splatają się ze sobą w realnym życiu. Losowość i determinizm połączone są ze sobą w naturalnym procesie, który stworzył najbardziej złożone, różnorodne i piękne byty, jakie znamy we Wszechświecie: organizmy, które opanowały Ziemię, w tym ludzi zdolnych do myślenia i miłości, obdarzonych wolną wolą i zdolnościami twórczymi, a także potrafiących analizować ten sam proces ewolucji, który sprowadził ich do istnienia. Fundamentalnym odkryciem Darwina było to, że istnieje proces, który jest twórczy, chociaż pozbawiony świadomości. I to jest właśnie konceptualna rewolucja, której dopełnił Darwin: idea, że projekt organizmów żywych można wyjaśnić jako rezultat podlegających prawom przyrody proces-

sów naturalnych. Jest to niewątpliwie zasadnicza wizja, która na zawsze zmieniła sposób, w jaki ludzkość postrzega samą siebie i swoje miejsce we Wszechświecie.



*Francisco J. Ayala*

### **Darwin's Greatest Discovery: Design without Designer**

#### **Summary**

Darwin's greatest contribution to science is that he completed the Copernican Revolution by drawing out for biology the notion of nature as a system of matter in motion governed by natural laws. With Darwin's discovery of natural selection, the origin and adaptations of organisms were brought into the realm of science. The adaptive features of organisms could now be explained, like the phenomena of the inanimate world, as the result of natural processes, without recourse to an Intelligent Designer. The Copernican and the Darwinian Revolutions may be seen as the two stages of the one Scientific Revolution. They jointly ushered in the beginning of science in the modern sense of the word: explanation through natural laws. Darwin's theory of natural selection accounts for the „design” of organisms, and for their wondrous diversity, as the result of natural processes, the gradual accumulation of spontaneously arisen variations (mutations) sorted out by natural selection. Which characteristics will be selected depends on which variations happen to be present at a given time in a given place. This in turn depends on the random process of mutation as well as on the previous history of the organisms. Mutation and selection have jointly driven the marvelous process that, starting from microscopic organisms, has yielded orchids, birds, and humans. The theory of evolution conveys chance and necessity, randomness and determinism, jointly enmeshed in the stuff of life. This was Darwin's fundamental discovery, that there is a process that is creative, although not conscious.

**Keywords:** adaptation, chance and necessity, evolution, natural selection, Scientific Revolution.

**Słowa kluczowe:** adaptacja, przypadek i konieczność, ewolucja, dobór naturalny, rewolucja naukowa.