

Adam Klóś

Od neuronu do kultury – biosemiotyczna historia powstania i ewolucji mózgu według Marcello Barbieriego

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce nr 56, 93-129

2014

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, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

Od neuronu do kultury – biosemiotyczna historia powstania i ewolucji mózgu według Marcello Barbieriego

Adam Klóś

Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie

From neuron to culture – a biosemiotic perspective of the origin and evolution of the brain according to Marcello Barbieri

Summary

Marcello Barbieri is one of the leading representatives of biosemiotics. Dissatisfied with current reductionistic approach in science, he proposes a new research programme based on the idea of semi-osis. According to it, life starts with the first appearance of the genetic code, and every big evolutionary step is marked with discoveries of the new organic codes that the evolving nature makes. This paper describes Barbieri's original theory of the origin and evolution of the brain and parallel evolution of the mind. The brain division into the cybernetic and instinctive brain, the emergence of the memory and the foetal developmental split into intrauterine and extrauterine phase are connected respectively with appearance of the

next levels of semiosis: organic semiosis (based on organic codes), interpretive semiotic (with the learning skills) and cultural semiosis (with language). The feelings in this theory plays an important role as a mean to establish the first-person experience and the intermediate step to consciousness.

Keywords

biosemiotic, organic codes, evolution, origin of brain, origin of mind, consciousness, Barbieri

Bardzo „modny” ostatnimi czasy temat świadomości przyciąga urokiem swojej tajemnicy coraz większe rzesze naukowców, parających się na co dzień odległymi dziedzinami. Każdy, wnosząc oręż własnej metody i szczegółową wiedzę w swojej dziedzinie, pragnie uchylić choćby rąbka tajemnicy pierwszoosobowego spojrzenia na rzeczywistość. Tropem świadomości udają się więc zarówno biologowie ewolucyjni, molekularni, embriolodzy, zoolodzy, neurobiolodzy, jak i biofizycy, logicy, informatycy i ludzie zajmujący się sztuczną inteligencją, psychologowie, filozofowie, socjologowie itd. Jak w każdej młodej dziedzinie, która nie zdołała jeszcze wypracować sztywnych metod, a szczególnie w tak specyficznej dziedzinie jaką jest badanie świadomości, każdy ma szansę przetestowania swoich pomysłów i zaproponowania oryginalnego, autorskiego wyjaśnienia. Wspomniana multidyscyplinarność nie jest bynajmniej zarzutem, lecz koniecznością, skoro samo zagadnienie zdaje się tak mocno

wiązać różne fizyczne, psychologiczne, obliczeniowe, duchowe i społeczne aspekty rzeczywistości. Na ten wysiłek jesteśmy też w jakiś sposób skazani. Chcąc bowiem budować całościowy obraz świata, ewolucji życia i powstania tego niezwykłego „zwierzęcia”, które w pewnym momencie zaczęło odczuwać własne „ja”, manipulować światem i tworzyć równoległy porządek kultury, nie możemy opuścić zasłony milczenia na ten kluczowy moment historii jakim było pojawienie się świadomości. Problem rozwikłania tej zagadki stanie przed każdym, kto odważy się przedstawić teorię pretendującą do wytłumaczenia ewolucji życia na naszej planecie. Niniejszy tekst jest próbą przedstawienia jednej z takich propozycji, która wyszła z kręgu ludzi określających siebie jako „biosemiotycy”. Choć od 2003 roku występują oni pod wspólnym sztandarem, tworząc jeden nurt badań, przedstawiciele tej szkoły dalecy są od jedynomyślności, dlatego w niniejszej pracy skupię się na propozycji wysuniętej przez jednego z czołowych przedstawicieli tego kierunku Marcello Barbieriego¹.

Kody organiczne w ewolucji życia

Chcąc przybliżyć w kilku słowach zamysł włoskiego embriologa, należałoby zwrócić uwagę na rolę kodu organicznego w powstaniu i ewolucji życia. Otóż zdaniem Barbieriego

¹ O historii tego kierunku można dowiedzieć się więcej z artykułu: M. Barbieri, *A short history of biosemiotics*, „Biosemiotics” 2009, 2, s. 221–245.

początek życia bardzo silnie wiązał się z powstaniem pierwszego kodu w historii ziemi, mianowicie kodu genetycznego. Stanowił on określony przepis, jak przełożyć informacje niesioną przez znaki-matryce (DNA, a docelowo mRNA) na podstawowe cegiełki życia, jakimi są proteiny². Pracę nad przełożeniem dokonywał tzw. wytwórca kodu (*codemaker*), którym w przypadku kodu genetycznego jest cząsteczka tRNA³. Ujmując rzecz w telegraficznym skrócie, u podstaw życia na naszej planecie stał pierwszy system semiotyczny. Konsekwencją tego pierwszego semiotycznego wynalazku, czyli kodu genetycznego, było uruchomienie zaawansowanego procesu ewolucji. Wielokrotne odkodowanie tej samej matrycy skutkuje nadprodukcją określonych białek, błędy w kopiowaniu kwasu nukleinowego dają początek różnorodności w świecie protein, dodając do tego ograniczone zasoby środowiska, uzyskujemy przepis na naturalną selekcję, koło zamachowe ewolucji. Taki pogląd na ewolucję jest dobrze okrzepniętym i szeroko akceptowanym stanowiskiem w środowisku naukowców. Nowością, którą Barbieri stara się przeforsować, jest twierdzenie, że pojawienie się pierwszego kodu nie było unikatowym zjawiskiem w ewolucji, przeciwnie, zdaniem tego naukowca każdej znaczą-

² Por.: tenże, *Is the Cell a Semiotics System?*, [w:] (red.) M. Barbieri, *Introduction to Biosemiotics*, Springer, Dordrecht 2007, s. 179–208.

³ Na dzisiejszym etapie ewolucji, ów przekład, czyli translacja, dokonywana jest z pomocą całej maszynery translacyjnej, w skład której wchodzi syntetaza aminoacylo-tRNA (katalizująca przyłączenie do tRNA określone aminokwasu) i kompleks rybosomalny.

cej zmianie w rozwoju życia będzie towarzyszyło wytworzenie nowego kodu organicznego. Właściwie nie istnieje, zdaniem włoskiego uczonego, inny sposób powoływania radykalnej nowości w świecie przyrody, jak tylko przez emergencję nowego kodu. Tak kolejne kody stały u początku zaistnienia pierwszej komórki (kod sygnałowy), były odpowiedzialne za oddzielenia się eukariontów od komórek prokariotycznych (kod splicingu), organizmów wielokomórkowych (kod adhezji), wytworzyły osie ciała w eksplozji kambryjskiej (kod cytoszkieletu) itd⁴. Włoski embriolog szczegółowo analizuje cały proces ewolucyjny życia, osadzając go w metodologicznych ramach ewolucji nowych kodów organicznych (w odróżnieniu od naturalnej selekcji, proces ten nazywa „naturalną konwencją”⁵). Każde odkrycie przez naturę nowego sposobu kodowania i zarządzania informacją biologiczną otwierało przed ewolucją niespotykane dotąd możliwości rozwoju i w konsekwencji stymulowało powstanie coraz to bardziej złożonych organizmów. Oczywiście, każdorazowe pojawienie się „nowości” nie należy rozumieć jako zerwanie z dotychczasowymi osiągnięciami ewolucyjnymi. Pojawienie się nowego kodu nie oznacza wcale, że wcześniejszy przestaje działać. Mamy tu raczej do czynienia z nadbudowaniem kolejnego kodu na wcześniejszym. Stąd kod cytoszkieletu wykorzystuje kod adhezji, cząsteczki adhezyjne

⁴ Ujęcie całej ewolucji w ramach schematu semiotycznego autor opisuje w pracy: M. Barbieri, *The Organic Code. An Introduction to Semantic Biology*, Cambridge University Press, Cambridge 2003.

⁵ Tamże, s. 252.

mogą powstawać w wyniku splicingu, a wszystkie te kody razem znajdują ostatecznie swoje źródło w kodzie genetycznym. To, co pozwala nam mówić o nowym kodzie, jest związane z nieistniejącym wcześniej sposobem organizacji komponentów organizmu, niezdeternowanym całkowicie przez własności fizykochemiczne połączeniem pewnych elementów, które przekłada się na pojawienie się konkretnej, nowej jakości fenotypowej. Barbieri wskazuje na trzy podstawowe elementy, które definiują kod organiczny:

[...] we find the three basic characteristics of all codes: (1) a correspondence between two independent worlds, (2) the presence of molecular adaptors, and (3) a set of rules that guarantee biological specificity⁶.

Jego zdaniem, kodem nazywamy każde połączenie między dwoma odrębnymi „światami”, które nie wynika z żadnego przymusu fizycznego, nie jest uwarunkowane przez cechy charakteryzujące owe „światy”, lecz jest połączeniem arbitralnym, konwencjonalnym (mogłoby zaistnieć inne połączenie tych elementów, ale taki sposób utrwalił się w przyrodzie i funkcjonuje od tej pory). Właśnie owa arbitralność połączenia tych dwóch światów, innymi słowy brak fizycznego przymusu determinującego daną strukturę biologiczną, wy-

⁶ Tenże, *Biosemiotics: A new understanding of life*, „Naturwissenschaften” 2008, 95, s. 587.

musza istnienie molekularnego adaptera, czyli wytwórcę kodu (*codemaker*)⁷. Przekłada on informację z jednego świata na zupełnie inną niezależną rzeczywistość, podobnie jak to czyni tRNA, tłumacząc określony liniowy zapis genetyczny na trójwymiarową rzeczywistość białek.

Na szczycie tej piramidy kodów, którą z mozołem metodą prób i błędów wybudowała ewolucja, pojawił się kiedyś człowiek, ze swoją niespotykaną w świecie zwierząt możliwością modelowania za pomocą języka otaczającej rzeczywistości, jak i tworzenia abstrakcyjnej, ludzkiej kultury. Czy i ten etap, związany ze samoświadomością i umiejętnością manipulowania symbolami, zdawałoby się tak radykalnie różny od wcześniejszych, da się wytłumaczyć hipotezą biologicznej semiozy? Odpowiedź Barbieriego jest jak najbardziej pozytywna. W obecnej pracy postaramy się ją w skrócie zreferować.

⁷ Przypisanie w kodzie genetycznym określone trójki nukleotydów do konkretnych aminokwasów jest niezależne ani od fizycznej budowy, ani od chemicznych właściwości owych nukleotydów i aminokwasów. To powiązanie w dużej mierze jest arbitralne, podobnie jak fakt zaistnienia ramki odczytu trójnukleotydu, a nie cztero-, czy dwunukleotydu (prawdopodobnie historycznie pierwotnej). Cechy te zostały zakodowane poprzez „zastygnięcie” w naturze określonego wzorca – kodu genetycznego. Podobna zasada arbitralności jest cechą fundamentalną kolejnych kodów organicznych. Por.: tenże, *The Organic Code...*, dz. cyt., s. 148–154.

Zarys problemu

Podjmując próbę rekonstrukcji ewolucji semiotycznej mózgu, pierwszym zadaniem jakie stanie przed nami, będzie odszukanie owego kodu organicznego, pod dyktando którego ostatecznie powstał ludzki mózg. Jednakże zdecydowanie ciekawszą rzeczą, omawianą w dalszej kolejności, będzie ukazanie jak ów pierwszy prymitywny mózg wytwarza załączki świadomości i dalsze, w miarę swojej ewolucji, coraz bardziej subtelne modele otaczającego go świata. Zdaniem Barbieriego mamy do czynienia z trzema takimi systemami modelowania rzeczywistości, które jednocześnie odpowiadają trzem różnym semiozom, czyli różnym sposobom operowania przez umysł znakami.

Pierwszy system modelowania powstaje w chwili, gdy prymitywny mózg jest w stanie wytworzyć załączki świadomości, co zdaniem uczonego równoznaczne jest z powstaniem uczuć, wrażeń i wytworzeniem perspektywy pierwszoosobowej. Na tym etapie mózg pozostaje w ramach semiozy organicznej, opartej o kod organiczny. Drugi poziom modelowania przez umysł rzeczywistości związany jest z nową umiejętnością, jaką jest używanie pamięci i proces uczenia się. Semioza, która towarzyszy temu procesowi, uwalnia się od zafiksowanego kodu organicznego na rzecz interpretacji otaczającej ją rzeczywistości. Semiozę tę nazywa się z tego powodu interpretacyjną. Trzeci, najwyższy poziom modelowania rzeczywistości dokonuje się za pośrednictwem ludzkiego języka. Fizycznym podłożem, stanowiącym warunek konieczny pojawiania się fenomenu języka, było zda-

niem uczonego rozdzielenie rozwoju mózgu człowieka na dwie fazy: przed- i popłodową. Na etapie ludzkiego języka pojawi się po raz kolejny kod – kod językowy. Tym razem jednak różni się on dość znacznie od swoich poprzedników, kodów organicznych. Cechą, która się nie zmienia, jest ogromna potencja do powoływania w świecie nowości. Możliwości, jakie stały przed nami dzięki językowi, przekroczyły nawet najśmielsze oczekiwania pierwszych użytkowników kodu symbolicznego i wciąż nas zaskakują. Zaczniemy jednak tę historię od początku, czyli od momentu powstania pierwszego, prymitywnego mózgu.

Kod neuronalny i powstanie mózgu pośrednika

Układ nerwowy strunowców powstaje w procesie złożonym z kilku etapów. We wczesnym stadium rozwojowym jeden z listków zarodkowych, ektoderma, indukowana przez leżącą poniżej mezoderme (strunę grzbietową), wytwarza neuroblast, z którego po dokonaniu kolejnych podziałów powstają płytki nerwowe. Intensywne podziały płytek nerwowych powodują ugięcie się struktury na kształt rynienki, a następnie zamknięcie jej z wytworzeniem cewki nerwowej. Właśnie z cewki nerwowej powstanie mózg i rdzeń kręgowy, a z brzegów rynienki nerwowej komórki grzebienia nerwowego, które docelowo wytworzą zwoje korzeni grzbietowych, układu współczulnego i inne neurony obwodowego układu nerwowego. Generalnie

komórki cewki nerwowej dzielą się w jej obrębie (strefie komorowej), opuszczając zaś ten obszar, tracą swoje zdolności do podziałów stając się neuronami lub komórkami glijowymi. Inaczej jest w przypadku komórek pochodzących z grzebienia nerwowego. Taka komórka z miejsca swojego „zrodzenia”, pod wpływem gradientu substancji chemicznych (przyciągających i odpychających) oraz odpowiednich cząstek adhezyjnych, kierowana jest do znajdującego się w głębi ciała miejsca przeznaczenia. Osiągając swój cel owe komórki prekursorowe dopiero na miejscu zaczynają się dzielić i różnicować, budując obwodowy układ nerwowy. Zakotwiczona komórka nerwowa zaczyna etap eksploatacji, wydłuża się, wypuszcza swoje „macki” w różnych kierunkach i szuka innych neuronów oraz organów, z którymi mogłaby się połączyć. Neurony zestrzają się ze sobą za pośrednictwem aksonów i dendrytów. Sam mechanizm tworzenia połączeń neuronalnych, choć ukierunkowany przez stożek wzrostu (na którego działają sygnały mechaniczno-chemiczne, jak i topologiczne)⁸, w dużej mierze dokonuje się „na ślepo” i charakteryzuje się znaczną nadprodukcją połączeń neuronalnych. Szacuje się, że z tak wytworzonych połączeń na dalszych etapach rozwoju układu neuronalnego obumiera nawet do 80% populacji neuronów⁹. Komórki, które utworzyły połączenia niepożądane, bądź nie

⁸ Odnosnie hipotez ukierunkowanego ruchu stożka wzrostu można dowiedzieć się więcej z pracy J. Pinel, *Biopsychology. Books a la Carte Edition* (8th edition), Pearson, Boston 2011, s. 224–225.

⁹ Por.: A. Wysokiński, W. Gruszczyński, *Neurotrofiny – aktualny stan wiedzy*, „Postępy Psychiatrii i Neurologii” 2008, 17, 4, s. 385.

zdołały w ogóle wytworzyć połączeń, ulegają programowej śmierci¹⁰. Choć mogłoby to wydawać się skrajnym marnotrawstwem, proces ten jest bardzo celowy. Najpierw dokonuje się zakrojona na szeroką skalę eksploracja, która ma za zadanie zmaksymalizować szansę na wytworzenie wszystkich niezbędnych połączeń nerwowych (stąd nadprodukcja neuronów), następnie masowa egzekucja komórek niepotrzebnych. Ten drugi etap też jest konieczny, gdyż po pozbyciu się nieprawidłowych połączeń neuronalnych, zwolnione miejsce jest zagospodarowywane przez pozostałe neurony, które reorganizują swoje połączenia synaptyczne. Owa reorganizacja polega na rozrastaniu się zakończeń połączeń synaptycznych jak i zwiększonej ich selektywności. Komunikacja między neuronami dokonuje się poprzez uwalnianie do szczeliny międzysynaptycznej zawartych w synapsach neuroprzekaźników. Dojrzały neuron, wbudowany w sieć neuronalną, gotowy jest do podjęcia swojego zadania i tworzy podstawową cegielkę skomplikowanej maszyny przetwarzania danych, jaką jest mózg.

Tak od strony biologicznej można krótko scharakteryzować proces rozwoju układu nerwowego. Zarysowany wyżej mechanizm, choć sprawia wrażenie spójnego, pozostawia wiele znaków zapytania. Na pewno nie da się go, zdaniem Barbieriego, całkowicie zredukować do procesów fizykochemicznych, czy wytłumaczyć za pomocą procesów samoorganizują-

¹⁰ Por.: M. Barbieri, *Origin and Evolution of the Brain*, „Biosemiotics” 2011, 4, 3, s. 384.

cych się. Do wyjaśnienia zagadki powstania i ewolucji mózgu niezbędne jest, zdaniem naszego uczonego, odwołanie się do procesów semiotycznych, a konkretnie do kodu neuronalnego. Zapytajmy więc, gdzie w omawianym procesie możemy doszukać się wspomnianego wzoru? Rozkładając kod neuronowy na części, odnajdujemy przynajmniej trzy jego składowe. Po pierwsze kod adhezji, który akceptuje określone połączenie neuron-neuron, neuron-organ i sprawia, że neurony łączą się z komórkami, które potencjalnie mogą być użyteczne w procesie przekazywania sygnałów. Określony zestaw charakterystycznych dla danych komórek cząstek adhezyjnych (zwłaszcza protokadheryn¹¹) możemy określić mianem kodu adhezji. Druga sprawa, blisko związana z powyższą, to kod programowej śmierci komórki. Geny uruchamiające apoteozę występują w każdej komórce, ale tylko w neuronach program samobójstwa komórki jest aktywowany zaraz po wytworzeniu zróżnicowanej komórki. Ochronę przed tym wyrokiem może zapew-

¹¹ Barbieri zwraca uwagę, że protokadheryny mają olbrzymi potencjał różnicowania się, ze względu na możliwość rekombinacji somatycznych, podobną do tej, która występuje w przypadku immunoglobulin. Z ich wykorzystaniem system nerwowy może się uczyć i zapamiętywać oraz radzić sobie (podobnie jak system immunologiczny) praktycznie z każdą nową sytuacją. (Por. M. Barbieri, *Origin and Evolution ...*, dz. cyt., s. 385). Poza wspomnianymi przez autora kadherynami literatura podaje jeszcze trzy główne CAM: integryny, selektyny i cząsteczki adhezyjne immunoglobuliny. (Por.: G. Matthews, *Neurobiologia. Od cząsteczek do układów*, tłum. J. Klawe, M. Tafil-Klawe, D. Soszyński, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2000, s. 522).

nić neuronowi tylko zbudowanie użytecznego połączenia z inną komórką, która wydzielając odpowiednią substancję (głównie NGF¹²) zapobiegnie uruchomieniu programu apoptozy. Ostatnia rzecz dotyczy neuroprzekaźników. Są to substancje, które służą neuronom do komunikowania się między sobą oraz z komórkami mięśniowymi i gruczołowymi. Neurotransmitery są cząsteczkami wielofunkcyjnymi, które w różnych częściach organizmu pełnią zupełnie odmienne zadania (np.: adrenalina jest neuroprzekaźnikiem, ale także hormonem produkowanym przez nadnercza, który przyspiesza bicie serca, powoduje wzrost ciśnienia i wydzielania glukozy z wątroby).

Przywołajmy jeszcze raz proponowane przez Barbieriego warunki zaistnienia kodu: (1) konwencjonalna korespondencja między dwoma niezależnymi światami, (2) obecność molekularnych adapterów, (3) zbiór zasad gwarantujących biologiczną specyficzność. W przypadku kodu adhezji mamy do czynienia z połączeniem neuron-neuron bądź neuron-komórka efektorowa, teoretycznie więc pierwszy warunek jest spełniony. Oczywiście bezpośrednimi adapterami są specyficzne cząsteczki adhezyjne, które zapewniają wytworzenie bardzo skomplikowanych i ściśle określonych (specyficznych) uzwojeń nerwowych. Kod śmierci współpracuje z kodem adhezji przy selekcji połączeń międzykomórkowych, a molekularnym adapterem jest w tym przypadku NGF. Skutek pozostaje ten sam, miano-

¹² NGF to neuronalny czynnik wzrostu. Więcej informacji na temat obecnie znanych neutrofin można znaleźć w pracy przeglądowej A. Wysokiński, W. Gruszczyński, *Neurotrofiny ...*, dz. cyt., s. 385–390.

wicie pozbycie się nadmiaru neuronów, a przez to specyfikacja układu nerwowego. Kod neuroprzekaźników zapewnia komunikację między komórkami układu nerwowego za pośrednictwem adapterów-neuroprzekaźników, co jest cechą budującą specyficzność biologiczną komórek nerwowych. Kluczową sprawą w przypadku omawianych kodów jest pewna konwencjonalność ewolucyjnie zastygłych wzorów. Wyjątkowy zestaw cząstek adhezyjnych, arbitralne połączenie kodu śmierci z NGF-em, czy nadawanie nowego znaczenia neuroprzekaźnikom w kontekście przekazu nerwowego, są to indykatory pojawienia się kodu organicznego. Ten pierwszy, zbudowany na kodzie neuronalnym system organicznej semiozy, stanowi absolutne minimum dalszej ewolucji mózgu.

Wrażenia zmysłowe i mózg cybernetyczny

W powyższym punkcie przedstawione zostały podwaliny rozwoju systemu neuronalnego. Trzeba przyznać, że możliwości pierwszego prymitywnego mózgu były jeszcze bardzo ograniczone. Najprostszym jego modelem był pojedynczy łuk odruchowy, który tworzył powiązanie między receptorem, neuronem a organem efektorowym i odpowiadał za niekontrolowaną reakcję fizjologiczną. Ponieważ pierwszy mózg niewiele odbiegał od schematu: bodziec – pośrednik – reakcja, Barbieri nazywa go „mózgiem pośrednikiem”. Jego rola ograniczała się właści-

wie do prostego przesyłania sygnału. Oczywiście ewolucyjnie korzystniejszym byłoby, gdyby ten sygnał nie docierał wyłącznie do jednego organu ciała, lecz do kilku jednocześnie (bardziej skoordynowana reakcja ciała). Z jeszcze lepszą sytuacją mielibyśmy do czynienia, gdyby informacje z kilku zmysłów łączyły się w jeden strumień i ten pęk informacji wywołałby równocześnie złożoną reakcję fizjologiczną. Widzimy więc, że ewolucja będzie preferowała te rozwiązania, które umożliwią odbieranie w tym samym czasie wielu sygnałów wyjściowych i jednoczesne pobudzanie złożonej odpowiedzi organów wewnętrznych i zewnętrznych. Posuńmy się jeszcze dalej i założmy, że informacje docierające od zmysłów nie są w prosty sposób przekazywane, lecz są poddane „obróbce”, odfiltrowane z niepotrzebnych szumów, jedne wygaszone, inne wzmocnione, tak by skuteczniej dostosowały organizm do szybkiej reakcji. Byłaby to prawdziwa rewolucja, która dałaby znaczną przewagę w walce o byt. Nic więc dziwnego, że po dłuższym czasie oczekiwania taka przemiana nastąpiła.

Kluczową rolę w tym procesie miał pełnić narząd wzroku, który wymaga złożonej obróbki pochodzącego z oka sygnału i zasymilowania go z koordynacją ruchową¹³. Zdolność do skomplikowanych automatycznych procesów przetwarzania sygnałów (np.: w przypadku wzroku odwracania obrazu do góry nogami, szacowania odległości, zachowania wrażenia nieruchomego przedmiotu przy poruszaniu głową itd..) przysługuje już

¹³ Por. M. Barbieri, *Origin and Evolution ...*, dz. cyt., s. 386–388.

bardziej skomplikowanemu organowi, tzw. „mózgowi cybernetycznemu”. Zaawansowane przetwarzanie sygnału jest głównie zasługą wytworzenia silnie skumulowanej sieci neuronalnej, która tworząc zapętlenia w połączeniach między zmysłami-organami wewnętrznymi-zmysłami, od razu uzyskuje sygnał zwrotny, co pozwala na bardziej adekwatną reakcję. Efekt ten nie został osiągnięty przez wzrost liczby neuronów czuciowych, czy ruchowych, lecz przez wytworzenie nowej kategorii neuronów – tzw. neuronów kojarzeniowych (pośredniczących). Zadaniem owych interneuronów jest przenoszenie informacji między samymi neuronami, a więc tworzenie bardziej skomplikowanej rzeczywistości sieci neuronowych. Warto podkreślić, że na tym etapie rozwoju mózg działa wciąż na zasadzie „automatycznego pilota”, który jest jednak coraz bardziej wyrafinowany w swoich odpowiedziach na otrzymywane bodźce ze świata zewnętrznego. Ciągły nacisk ewolucyjny będzie stymulował dalszy rozwój mózgu cybernetycznego, który zaowocuje coraz większą złożonością neuronalnych połączeń *hard-wired*, a tym samym coraz bardziej zaawansowanymi technikami manipulowania sygnałem i szerszą gamą reakcji osobnika. Nie należy jednak zapominać, że proces ten ma poważne ograniczenia. Otóż niezależnie od stopnia zaawansowania mózgu cybernetycznego, jest to system fizycznie powiązany ze środowiskiem zewnętrznym, a jego zadaniem jest wyłącznie coraz lepsze przetwarzanie danych pochodzących od zmysłów. Innymi słowy, impulsy kierujące takim mózgiem będą zawsze pochodziły z zewnątrz, nigdy z wnętrza, czego konsekwencją będzie brak autonomii organi-

zmu w odniesieniu do środowiska. Przykładowo, gdy organizm otrzyma w zasięgu zmysłów informacje o pożywieniu, mózg uruchomi całą procedurę zmierzającą do zdobycia tego jedzenia, lecz gdy w obrębie jego wzroku braknie pożywienia, taki osobnik umiera z głodu. Nie posiada bowiem jeszcze możliwości kierowania się instynktami, czyli rozkazami które nie pochodzą od środowiska lecz są wewnętrznymi regułami zachowania organizmu.

Uczucia, czyli świat widziany „oczyrna” mózgu instynktownego

Wytworzenie przez organizm autonomicznego sposobu przetwarzania sygnałów (instynktu) wymagało zmiany w konstrukcji mózgu. Na temat biologicznych podstaw, które stałyby u początków zaistnienia mózgu instynktownego, próżno jednak szukać w pismach Barbieriego dokładnych informacji. Autor zaznacza jedynie, że pojawienie się uczuć (*feelings*) wiązało się z fizycznym naruszeniem ciągłości mózgu cybernetycznego. Ów ciągły proces przetwarzania sygnałów (biegnący od zmysłów do narządów efektorowych) w pewnym momencie został naruszony, a powstałą przerwę wypełnił most zbudowany z uczuć i instynktów. Charakter tego przerwania ciągłości połączeń sieci neuronalnych niestety nie jest opisany przez autora. Możemy tutaj jedynie spekulować. Być może kluczową rolę pełniło odseparowanie pewnych fragmentów mózgu, w których następowały

niezależne od siebie procesy przetwarzania sygnałów, wtórnie dopiero scalane w efekt końcowy. Poprzez rozdzielenie w czasie i przestrzeni procesu przetwarzania sygnałów, mielibyśmy do czynienia z pewnym naruszeniem ciągłości przekazu, a więc teoretycznie z luką, która mogłaby być zapełniona instynktem. Trudno jednak powiedzieć, czy ten proces wskazałby Barbieri jako miejsce pojawienia się pierwszych uczuć. Pewne jest, podkreślane z wielką siłą przez włoskiego uczonego twierdzenie, że pierwotny mózg pośrednik wytworzył dwa zupełnie inne sposoby operowania sygnałami: pierwszy, który jest domeną mózgu cybernetycznego, związany z powstaniem pętli systemu zwrotnego (działający na zasadzie automatycznego pilota) i drugi, generujący instynkty i uczucia – produkty mózgu instynktownego. Wytwarzanie odczuć okazało się być jednak bardzo znamienne w skutkach, tworząc prawdziwy wyłom w procesie funkcjonowania mózgu. Używając metafory teatru, podczas gry aktorów po raz pierwszy pojawia się w tyle scena, wewnętrzna perspektywa, gdyż procesowi przetwarzania informacji zaczyna towarzyszyć uczucie, które wykazuje pewien stopień niezależności od świata zewnętrznego i dodatkowo może wpływać na proces przetwarzania sygnałów, zmieniając reakcję organizmu.

Z jednej strony, analizując przychodzące do organizmu sygnały, porządkując je, odpowiednio nimi manipulując, mózg cybernetyczny nieświadomie wytwarza pewien model świata zewnętrznego. Może on być jeszcze bardzo prymitywny, ale samo rozróżnienie bodźców od siebie, ich intensywność, ułożenie, kolejność itd., to wszystko będzie budowało pewne wyobraże-

nie o świecie zewnętrznym. Mózg cybernetyczny będzie więc tworzył *Umwelt*¹⁴, czyli model świata zewnętrznego. Z drugiej strony, mózg instynktowny w tym samym czasie będzie kreował *Innenwelt*, czyli model świata wewnętrznego. Ten świat wewnętrzny to osobisty sposób odbierania rzeczywistości złożony z odczuć i instynktów, które będą stopniowo ewoluowały w stronę uczuć wyższych i dalszego rozwoju świadomości. Wychodząc od najprostszych przykładów spróbujemy prześledzić pierwsze kroki scalania tych dwóch obrazów rzeczywistości w świadomej perspektywie pierwszoosobowej.

Scalone doświadczenie jako wytworzenie perspektywy pierwszoosobowej

Przypuśćmy, że ciało doznało jakiegoś uszczerbku, powiedzmy zwierzę zraniło się nogę¹⁵. Receptory z nogi wysyłają sygnał informujący do mózgu o tym, co się stało (np.: sygnał wzrokowy ukazujący obrażenie ciała, płynącą krew, sygnał elektryczny od receptorów na skórze i w tkance, mówiący o naruszeniu integralności tkanki itd.). Impulsy, które od receptorów wzroku,

¹⁴ Posługując się terminami *Umwelt* i *Innenwelt* nawiązuje autor do terminologii Jakoba von Uexküll'a, jednego z pierwszych ojców biosemiotyki.

¹⁵ Szczegółowy opis referowanej tutaj sytuacji, wraz z komentarzem autora, można odnaleźć w: M. Barbieri, *Origin and Evolution ...*, dz. cyt., s. 378–379.

słuchu, smaku, dotyku dochodzą do mózgu, są przez jego część cybernetyczną przetwarzane tak, by odtworzyć pewien model świata, w którym na przykład zwierzę leży pod drzewem z kawałkiem drewna w kończynie. Równoległe zaś do procesu przetwarzania sygnałów przez mózg cybernetyczny, mózg instynktowny integruje te wszystkie sygnały i wytwarza w odpowiedzi na tę sytuację uczucie bólu. Ciekawe jest jednak to, że uczucie bólu, choć powstaje gdzieś w mózgu, odczuwane jest w nodze, nie zaś w głowie. W ten sposób model świata zewnętrznego integruje się z modelem świata wewnętrznego, obserwator (mózg pośrednik) z obserwowanym (zraniona kończyna) i powstaje pierwszoosobowa perspektywa spojrzenia na rzeczywistość. To co wyróżnia przedstawioną koncepcją Barberiego, to rola uczuć w procesach umysłowych. Otóż uczucia dla niego nie są jakimś produktem ubocznym percepcji, czy świadomości, lecz są bezpośrednim produktem mózgu i jako sposób odbierania świata pełnią kluczową rolę w rozwoju świadomości. Z powyższej teorii wynikałoby stwierdzenie, że cały skomplikowany mechanizm rozwoju mózgu był „podporządkowany” wytwarzaniu uczuć, zaś świadomość to efekt uboczny tego procesu. Hipoteza ta zdaje się mieć w istocie głęboki sens ewolucyjny. Procesy myślenia, abstrahowania, odczuwania piękna i moralności są przecież wtórne w stosunku do kierowania się prostymi zasadami: boli – unikaj źródła bólu; strach – uciekaj; przyjemne – rób to. Mózg instynktowny koduje prymitywne wzorce zachowań zwierząt wiążąc je z pierwotnymi uczuciami. W przeciwieństwie jednak do prostego schematu bodziec-reakcja, pojawienie się reguły bodziec-uczucie-

-reakcja, daje zupełnie nowe możliwości, gdyż reakcja nie jest już powiązana sztywnie z „biologicznie wdrukowanym schematem działania”, lecz z uczuciami, które są bardziej podatne na modelowanie. U jednego osobnika spotkanie z drapieżnikiem zostanie powiązane z uczuciem podniecenia i chęci walki, u innego ze strachem, co zaowocuje ucieczką, jeszcze inny zareaguje ciekawością i podejdzie bliżej itd. Strategia, która umożliwi przeżycie, zostanie zachowana i będzie odpowiadała temu, co w przybliżeniu nazywamy instynktem. „Boimy się” więc ciemności, „odczuwamy wstręt” do węży, „mamy upodobanie do” słodkich, kolorowych owoców, „boli nas” uszkodzenia ciała, zaś seks powiązany jest z „odczuciem przyjemności”. Nasz świat odbieramy przez pryzmat uczuć, zaś źródeł takiego, a nie innego połączenia między konkretną sytuacją życiową a uczuciem, jakie jej towarzyszy, należy upatrywać w zwiększeniu prawdopodobieństwa przeżycia naszych przodków¹⁶. Teoretycznie przecież możemy wyobrazić

¹⁶ Badania wykazują, że przekazany z narządu wzroku do wzgórza sygnał o kształcie przypominającym węża, jest rozpatrywany dwoma ścieżkami. Pierwsza prymitywnie ewolucyjnie, ale krótka i dająca natychmiastową reakcję ścieżka opiera się na działaniach instynktownych. Sygnał wędrując do ciała migdałowatego, wywołuje uczucie strachu i natychmiastową reakcję fizjologiczną: przyśpieszenie akcji bicia serca oraz skurcz mięśni. Jednocześnie ten sam sygnał poddawany jest dalszej analizie w późniejszej ewolucyjnie korze wzrokowej. Tam mózg otrzymuje dodatkowe informacje i rozpoznaje, czy obserwowany kształt rzeczywiście jest wężem, czy też złudzeniem. Ta druga ścieżka przetworzenia sygnału zajmuje więcej czasu, a rezultat rozpoznania wzmacnia lub hamuje zaistniałą już uprzednio reakcję instynktowną. Por.: J. LeDoux, *Emotion, memory, and the brain*, „Scientific American” 2002, 12, 1, s. 62–71.

sobie, że nasz mózg na uderzenie kamieniem zareaguje wytworzeniem uczucia błogości, lecz czy takie połączenie pomoże w odniesieniu sukcesu ewolucyjnego?

Pierwszy system modelowania, czyli jak mózg pośrednik wytwarza świadomość

Omawiając dotychczas rozwój układu nerwowego pokazaliśmy, jak mózg cybernetyczny w połączeniu z mózgiem instynktowym wytwarzają model świata zewnętrznego i wewnętrznego, scalający się w jednym świadomym doświadczeniu. Tym samym wprowadziliśmy pierwszy, najbardziej podstawowy system modelowania rzeczywistości. Zdaniem Barbieriego wytworzenie tego poziomu dokonało się mocą semiozy, której hasłem przewodnim jest kod organiczny. Podobnie jak odczytywanie za pomocą kodu genetycznego informacji zawartej w matrycy DNA wprowadza zupełnie nowy poziom organizacji rzeczywistości – świat białek, tak samo zdaniem włoskiego naukowca uczucia (bliskożnaczne dla niego ze świadomością) „wytwarzane” są przez mózg za pośrednictwem kodu neuronalnego. Oparta o pojęcie kodu semioza organiczna jest początkiem kolejnej ewolucji, tym razem dokonującej się na płaszczyźnie umysłowej. Dalsze formy semiozy będą pozwalały na tworzenie coraz bardziej wyrafinowanych systemów semiotycznych, a modelowana przez nie rzeczywistość będzie stawała się coraz bardziej niezależna od fizycznych uwarunkowań świata zewnętrznego.

Drugi system semiotyczny, o tym jak się uczymy

Mózg bazujący na pierwszym systemie semiotycznym mógł prowadzić już do zaczątków samoświadomości, nie należy jednak zbyt wiele rozumieć pod pojęciem opisanej wyżej perspektywy pierwszoosobowej. Trudno tu raczej mówić o rozpoznawaniu własnego „ja”, choćby z tego prostego powodu, że nie istniały na tym etapie mechanizmy pamięci. Opisujący początek świadomego spojrzenia na rzeczywistość musielibyśmy co najwyżej ograniczyć do tego, co Damasio nazywa „świadomością rdzenną”, czyli jakiegoś rodzaju odczuwaniem rzeczywistości jako strumienia wrażeń, naszych odczuć z nim związanych, bez możliwości porównania tych wrażeń, zestawiania ich i analizowania. Nie trudno jest się jednak domyślić następnego znaczącego kroku w ewolucji mózgu. Do wytworzenia tego, co nazywamy potocznie świadomością i poczuciem „ja” (psychologowie uściśliły tę kategorię jako „ja autobiograficzne”), niezbędne będzie wytworzenie mechanizmów pamięci. Dlaczego pamięć jest tak istotna? Przede wszystkim dlatego, że zwierzę pozbawione śladów pamięci skazane jest na odbiór wrażeń płynących ze świata zewnętrznego i odczuć ze świata wewnętrznego jako strumienia czystej świadomości, do której dostęp jest w chwili bieżącej. Wyrwanie się z pułapki terażniejszości było zarówno niezbędne do dalszego rozwoju, jak i możliwe do spełnienia, jako że istniał już materiał, który potencjalnie mógł posłużyć do rozwoju pamięci. Barbieri odwołując się do

eksperymentów ze sztucznymi sieciami neuronowymi pokazuje, że istniejące już w mózgu cybernetycznym sieci neuronalne mogły uruchomić mechanizm pamięci, który staje się przepustką do następnego ważnego kroku w ewolucji.

Przede wszystkim pojawienie się pamięci daje możliwość nie tylko sięgania wstecz do minionych odczuć i spostrzeżeń, lecz stoi u podstaw mechanizmu, który ma pewną potencję przewidywania przyszłości, a w konsekwencji aktywnego wpływania na otaczającą rzeczywistość. Mowa tu oczywiście o umiejętności uczenia się i wyciągania wniosków. Jeżeli pewne konstrukcje, które pojawiają się w strumieniu świadomości, zaczynają się powtarzać, mogą zostać utrwalone w pamięci i połączone z kontekstem, który towarzyszył tej reprezentacji. Gdy przykładowo dwa razy zdarzyło się spotkać tygrysa pod tym samym drzewem, co związane było z uczuciem strachu, rozpoznanie tego miejsca kolejnym razem wywoła uczucie strachu, nawet pod nieobecność drapieżnika. Takie skojarzenia stoją u podstaw nauki. Podążając za terminologią Pierce’a Barbieri powie, że proces nauki dokonuje się poprzez interpretację rzeczywistości w kategoriach dwóch rodzajów znaków: ikon i indeksów. Ikony opierają się na zasadzie podobieństwa. Obserwacja dziesiątków drzew wytworzy określony wzorec percepcji, na podstawie którego można nawet w przypadku nieznaney nam rośliny (lecz wysokiej, otoczonej korą, z licznymi rozgałęzieniami) stwierdzić, że jest to drzewo. Ikony są mechanizmem detekcji powtarzających się wzorców w przyrodzie, dzięki temu stanowią podstawowe narzędzie percepcji. Nieco bardziej za-

awansowanym mechanizmem jest interpretacja wrażeń za pomocą indeksów. Otóż mając do dyspozycji pamięć, która za pośrednictwem ikon porządkuje i kategoryzuje świat oraz daje możliwość porównania różnych sytuacji, z czasem zostaną zauważone pewne korelacje między jednymi zjawiskami i innymi (przykładowo czarnym, niskim chmurom zazwyczaj towarzyszy deszcz). Wychwytywanie z kolei tych wzorców prowadzi na trop pewnych fizycznych konieczności czy reguł, jakie rządzą rzeczywistością, otwiera tym samym drogę do nauki. Zauważmy, jaki przeskok dokonuje się w tym momencie. Świat nie jest już biernie obserwowany, lecz interpretowany. Zbiory dochodzących wrażeń rozpoznawane są jako przedmioty (za pośrednictwem ikon), zaś oddziaływania między tymi wrażeniami odczytywane są jako relacje między rzeczami (nadawanie indeksów).

Ten poziom rozwoju rzeczywistości kieruje się więc semiozą interpretacyjną, a możliwości jakie się w tym momencie otwierają są praktycznie nieograniczone. Zazwyczaj mamy do czynienia z systemami dynamicznymi, a więc z natury otwartymi. Nie jest ani możliwe, ani konieczne posiadanie wyobrażeń wszystkich możliwych drzew, aby stworzyć ikonę drzewa, a nawet gdy wszystkie dotychczasowe miały korę brązową, a obecne będzie miało czerwoną, i tak nie przeszkodzi nam to w prawidłowym zaklasyfikowaniu tej rośliny. Proces wyuczania się byłby umiejętnością mało użyteczną, jeśliby ograniczał się tylko do rozpoznawania relacji, których już kiedyś doświadczyliśmy. Zakres doświadczeń, które mogą utwalić się w pamięci, jest

bowiem zawsze ograniczony, tymczasem życie lubi zaskakiwać co chwilę nowymi sytuacjami. Dlatego też po zdobyciu pewnego doświadczenia, spotkaniu się z różnymi odmianami pewnych zdarzeń, istnieje możliwość przeskoku i „odgadnięcia” jak właściwie postąpić w sytuacji, z którą nigdy wcześniej nie miało się do czynienia. Ten proces mentalny, który bazując na ograniczonej liczbie danych pozwala wysunąć prawidłowe wnioski, nazywamy abdukcją. Zobrazujmy to przykładem. Gdy zwierzę po narodzeniu zobaczy ślicznie pokolorowanego na żółto, czarno i czerwono węża to po raz pierwszy spróbuje go zjeść, co może skończyć się przykrym doświadczeniem. Następnym razem spotykając żabkę o podobnym ubarwieniu, ale nie przypominającą w żaden sposób węża, również potraktuje ją jako smakowity kąsek. Jeśli przeżyje i tę ucztę, do końca życia będzie pamiętało, że cokolwiek nosi takie ostrzegawcze barwy nie smakuje najlepiej i trzeba to omijać w swoim jadłospisie. Poziom interpretacyjnej semiozy pozwala nie tylko postrzegać świat jako rzeczywistość zbudowaną z pewnych rzeczy, które wpływają na siebie i rządzą się określonymi prawami, ale też (w zależności od zdolności umysłowych mechanizmów pamięci) jest poważnym krokiem w stronę utworzenia koncepcji własnego „ja” w dłuższej perspektywie czasowej.

Ten niesamowity rozwój mózgu nie zatrzymał się w tym punkcie. Już choćby ten tekst i umiejętność posługiwania się językiem jest dowodem, że w ewolucji umysłu musiał nastąpić jeszcze jeden wielki przeskok. Oczywiście mowa tu o umiejętności posługiwania się symbolami, które tworzą trzeci poziom

semiozy – świat kultury. Poniżej zastanowimy się, jakie biologiczne zmiany w budowie mózgu mogłyby stanowić fundament zaistnienia tej wyjątkowej umiejętności.

Biologiczne podstawy rozwoju mózgu symbolicznego

Posługiwanie się symbolami¹⁷, czyli znakami, które w przeciwieństwie do ikon i indeksów nie mają bezpośredniego odniesienia do fizycznej rzeczywistości, a są jedynie wynikiem przyjętych przez pewną grupę konwencji, jest przez wielu (w tym Barbieriego) uznawane za podstawowe kryterium oddzielające świat ludzki od reszty przyrody. Co prawda istnieją¹⁸ pewne przebliski posługiwania się symbolami w świecie zwierząt, jednakże używanie znaków symbolicznych w tak masowy i zdyscyplinowany sposób, z jakim mamy do czynienia w ludzkim języku, nie jest nigdzie indziej spotykane. Można zapytać,

¹⁷ Symbol, za autorem, używam tutaj w bardzo prostym sensie, odcinając się od głębszych znaczeniowych treści, które czasami niesie to pojęcie. Przyjmuję za Barbierim rozumienie symbolu jako znaku, któremu treść została nadana przez pewną grupę ludzi na zasadzie konwencji: „A sign is a *symbol* when it is associated with an object because a conventional link is established between them”, M. Barbieri, *Origin and Evolution...*, dz. cyt., s. 390.

¹⁸ Por.: T. Deacon, *The Symbolic Species. The co-Evolution of Language and the Brain*, W.W. Norton & Company, New York 1997, s. 376–411.

jakie są tego biologiczne podstawy, może jakieś szczególne cechy budowy człowieka, które zapewniły mu tę przewagę nad światem zwierząt? Śledząc do tej pory ewolucję mózgu, zauważyliśmy prawidłowość, że zdobycie kolejnych umiejętności umysłowych wiązało się z większym stopniem skomplikowania mózgu (np.: wytworzeniem nowych rodzajów neuronów, obwodów i sieci neuronowych), co wpływało na zwiększenie jego objętości oraz stopnia pofałdowania. Ten proces wzrostu mózgu napotyka wcześniej czy później na proste fizyczne ograniczenie, związane z momentem narodzin oseska. Potomek posiadający zbyt dużą głowę miałby bowiem trudności z przyjściem na świat, a tym samym życie jego, jak i matki byłoby zagrożone. Dodatkowy problem leży w tym, że czas potrzebny do wytworzenia rozwiniętego, skomplikowanego mózgu jest nieproporcjonalnie dłuższy, niż ten poświęcony na fizyczny rozwój noworodka. Wydaje się więc, że natura wyznaczyła tutaj granicę nie do przekroczenia. Jednakże zamykając jedne drzwi, uchyliła inną furtkę. W przypadku człowieka natura obeszła ten problem dzieląc rozwój mózgu na dwa etapy: prenatalny i postnatalny. Zwierzę rodzi się właściwie z całkowicie ukształtowanym mózgiem i jest gotowe od razu do życia. Człowiek rodzi się bezbronny i nieporadny, gdyż jego mózg i zdolności umysłowe będą dopiero się tworzyły. W łonie matki dziecko uzyskuje system nerwowy oraz dwupółkulowy, normalny mózg. Jednakże dopiero po narodzeniu ten mózg będzie się tak naprawdę tworzył i uczył się tych umiejętności, do których został stworzony. To rozdzielenie rozwoju mózgu na dwa etapy

znowu otwiera gamę niedostępnych wcześniej możliwości. Po pierwsze, czas rozwoju mózgu zostanie rozszerzony praktycznie o kolejne 12 miesięcy od momentu narodzenia dziecka. Jest to wystarczający okres na wytworzenie skomplikowanych połączeń w mózgu, dających zręby umysłowej struktury człowieka. Jeszcze ważniejsze jest środowisko, w którym ten rozwój następuje. Nie jest nim już odizolowany, ciemny i głuchy świat łona matki, lecz rzeczywistość pełna światła, dźwięków, zapachów i smaków, ludzkich głosów, kształtów i barw. Połączenia w mózgu ludzkiego dziecka są stymulowane przez bogactwo świata zewnętrznego, umożliwiając zaistnienie wyjątkowej struktury, której powstanie nie jest możliwe w innym otoczeniu. Oczywiście rozwój ten musi mieć odpowiednią podstawę fizyczną. Szacuje się, że nasz mózg trzykrotnie przekracza wielkością mózgi naszych najbliższych krewnych – naczelnych. Zauważmy jednocześnie, że ta inwestycja natury nie wiąże się ani z lepszym wzrokiem, ani słuchem, czy koordynacją ruchową, wręcz przeciwnie, owe zmysły w przypadku człowieka są jeszcze bardziej upośledzone w porównaniu do zwierząt. Cały więc nowy potencjał został zagospodarowany w inny sposób, a jedynym sensorym wyjaśnieniem jest tu wspomniana wcześniej unikalna dla naszego gatunku zdolność posługiwania się mową.

Trzeci system modelowania – semioza kulturowa i świat języka

Ukazanie biologicznych podstaw rozwoju mózgu człowieka jest dopiero pierwszym krokiem do zgłębienia tajemnicy umysłu. Poznawszy fizjologiczne podłoże dokonywanych w mózgu zmian, próbowaliśmy połączyć je z ewolucją umysłu, charakteryzującą się trzema systemami modelowania rzeczywistości. Pierwszy system semiotyczny, powstały w oparciu o kody organiczne, odbijał za pośrednictwem map neuronalnych rzeczywistość zewnętrzną. Jednak już na poziomie semiozy organicznej powstały model rzeczywistości uzyskuje pewien stopień niezależności od świata zewnętrznego dzięki zabarwieniu obrazu uczuciami i kierowaniu się wewnętrznymi nakazami – instynktami. Kolejny stopień modelowania rzeczywistości, który pojawił się wraz z semiozą interpretacyjną zyskuje jeszcze większą autonomię. Wrażenia zmysłowe w sposób aktywny są przez umysł interpretowane w procesie odwzorowywania rzeczywistości, a podejmowane decyzje, bazując na procesie nauki, jeszcze bardziej uniezależniają się od zewnętrznego środowiska. Dopiero jednak z chwilą pojawienia się trzeciego systemu semiotycznego (semiozy kultury), autonomia modelowania rzeczywistości objawiła się w swojej najbardziej skrajnej postaci. Znaki przestały „naśladować” świat zewnętrzny, a zaczęły tworzyć równoległą do świata fizycznego rzeczywistość – niezależny, oparty na symbolach *Umwelt* kultury i ludzkiego ducha. Przyjrzyjmy się więc bliżej mechanizmom, jakimi rządzi się ten ostatni system semiotyczny.

Zdaniem Barbieriego istnieją dwie najważniejsze teorie próbujące tłumaczyć fenomen języka. Pierwsza to teoria Chomsky'ego, która wychodzi od założenia, że język jest na tyle precyzyjny, określony i powtarzalny, że nie może być efektem kapryśnej interpretacji. Stąd określone zasady gramatyki generatywnej, wpisane w struktury naszego umysłu, są wspólne wszystkim ludziom. Przeciwny pogląd przedstawia Thomas Sebeok, dla którego język jest semiozą, czyli zawsze jest procesem interpretacji i jako taki nigdy nie może być rezultatem uniwersalnych reguł, ani fizycznych ograniczeń. Drogę pośrednią między tymi dwoma skrajnościami proponuje Barbieri w swojej teorii semiozy kulturowej. Wykorzystuje po raz kolejny znany już nam mechanizm: podobnie jak kod genetyczny stał u źródeł powstania życia, kod neuronalny dał początek umysłowi, tak samo odkrycie w naturze nowego kodu mogło zaowocować fenomenem ludzkiej mowy. Barbieri spekuluje, że kodem w tym przypadku mogło być wytworzenie odpowiedniego uzwojenia mózgu w pierwszym roku życia noworodka, zaś w rolę wytwórcy kodu wcieliłaby się wspólnota umysłów, niezbędna w procesie zdobywania kompetencji językowych. Odmienny rozwój mózgu (trzykrotnie większy potencjał do zagospodarowania) i środowisko stworzone ze wzajemnie oddziałujących na siebie umysłów ludzkich dało podstawę do wytworzenia tak abstrakcyjnych znaków, które swoją treść nie czerpią już ze świata przyrody, lecz prawa ustanowionego przez człowieka. Utrwalone w języku uzyskują duży stopień niezależności od swoich twórców, kształtując paralelny do fizycznego świat semiozy kulturowej.

Podsumowanie i pytania do autora

Wraz z włoskim naukowcem przeszliśmy wspólną drogę prowadzącą od zaistnienia prymitywnego mózgu, aż do pojawienia się umysłu z jego niezwykleymi wytworami. Proces ten ujmujemy Barbieri w ramy potrójnej semiozy, która wyznacza kolejne znaczące stopnie ewolucji ludzkiego umysłu. Poniżej, w celu przypomnienia i usystematyzowania wiadomości, przedstawiono w postaci tabeli nakreślony przez uczonego schemat ewolucji semiotycznej.

matryca	kod	wytwórca kodu (<i>codemaker</i>)	podłoże biologiczne	referent	semioza
DNA / mRNA	genetyczny	tRNA	proces translacji	białka	organiczna
komórki układu nerwowego	neuronalny	mózg pośrednik	rozpad na a) mózg cybernetyczny b) mózg instynktowny	a) obrazy umysłu (<i>Umwelt</i>) b) uczucia (<i>Innenwelt</i>)	organiczna (I system modelowania)
-----	-----	-----	powstanie mechanizmu pamięci	-----	interpretacyjna (II system modelowania)
mózg ludzki	językowy	wspólnota umysłów	płodowy i pozapłodowy rozwój mózgu	język, kultura, instytucje społeczne	kulturowa (III system modelowania)

Śledząc teksty Marcello Barbieriego, począwszy od pierwszego filozoficznie ważnego tekstu z 1985 r. *The Semantic Theory of Evolution*, aż po jeden z ostatnich artykułów z 2011 r. *Origin and evolution of the brain* dotyczący ewolucji mózgu, odnosi się wrażenie, że autor rysuje spójną i całościową wizję świata, jako systemu semiotycznego. Przyjmując podstawową tezę mówiącą o koekstensywności pojęć życia i semiozy, kreśli Barbieri oryginalną wizję ewolucji, od momentu pojawienia się życia na ziemi aż po zaistnienie ludzkiej kultury. Oczywiście tak wielkie przedsięwzięcie będzie skazane miejscami na ogólnikowość. Faktycznie nad niektórymi częściami tej układanki autor prześlizgnął się, zaledwie sygnalizując problem, z drugiej strony można odnieść subiektywne wrażenie, że innym (być może mniej ważnym) rzeczom poświęca zbyt dużo uwagi. O ile postępowanie to generalnie jest w jakimś sensie usprawiedliwione, o tyle czytelnikowi pozostaje głęboki niedosyt, gdy autor zbyt lekko przechodzi nad kwestiami najistotniejszymi, stanowiącymi podstawę całego szkieletu teorii. Przykładem takiego postępowania może być przemilczenie fizycznych podstaw rozdzielenia się mózgu pośrednika od mózgu cybernetycznego, czy wytłumaczenie na czym tak naprawdę polegałoby owo „wyprodukowanie” uczuć i instynktów. W jednym zdaniu jest też zamknięta kwestia świadomości, o której autor wypowiada się, że stanowi ona końcowy etap pojawienia się instynktu. Takie postawienie sprawy nie wyjaśnia wiele, a już na pewno nie odnosi nas do jakże bogatej literatury przedmiotu. Kolejną, kluczową dla kwestii świadomości sprawą, jest zaistnienie perspektywy

pierwszoosobowej. Opisany przez autora przykład ze zranioną kostką (który umyślnie został zreferowany w tej pracy) nie do końca definiuje perspektywę pierwszoosobową, przynajmniej w mocnym sensie tego słowa.

Niewątpliwą zasługą autora jest ciekawa myśl o generowaniu przez mózg uczuć i roli, jaką one pełnią w powstaniu i ewolucji umysłu. Omawiając to zagadnienie Barbieri chce pozostać w zgodzie ze swoim kluczowym schematem organicznej semiozy, stosując triadyczny proces: kod-wytwórca kodu-skutek. Zaakcentowanie w rozwoju świadomości uczuć, nie zaś percepcji, wydaje się być ciekawą propozycją i szkoda, że teoria ta nie została skonfrontowana z klasycznymi już badaniami takich naukowców, jak Joseph LeDoux, czy Antoni Damasio, którzy żywo interesują się biologicznymi podstawami powstawania emocji i instynktów¹⁹. Przed zarzutem niezaspokojenia naszej naukowej i filozoficznej ciekawości, możemy bronić włoskiego uczonego prostym stwierdzeniem, że zadaniem autora nie było wyjaśnienie wszystkich tajemnic ludzkiego umysłu, lecz jak sugerował choćby sam tytuł kluczowego artykułu (*Origin and evolution of the brain*) naukowiec postawił przed sobą znacznie skromniejsze zadanie, zbadać jak rządzona prawami semiotyki ewolucja mózgu mogłaby dać początek procesom umysłowym i ich ewolucji.

¹⁹ Wśród literatury przetłumaczonej na język polski warto zwrócić uwagę na pozycję J. LeDoux, *Mózg emocjonalny. Tajemnicze podstawy życia emocjonalnego*, tłum. A. Jankowski, „Media Rodzina”, Poznań 2000; A. Damasio, *Błąd Kartezjusza. Emocje, rozum i ludzki mózg*, tłum. M. Karpiński, Dom Wydawniczy „Rebis”, Poznań 1999.

Autorowi bardziej niż na dawaniu odpowiedzi zdaje się zależeć na budowaniu ogólnych ram metodologicznych, w obrębie których będą mogły być prowadzone dalsze szczegółowe badania. Innymi słowy, proponowany przez biologię i w dużej mierze neurobiologię mechanistyczny program badawczy, jest zdaniem włoskiego uczonego, niewystarczający do wyjaśnienia rzeczywistości życia i umysłu. Wysuwa więc propozycję alternatywną, nowy program badawczy oparty na semiozie, czyli manipulowaniu przez przyrodę różnymi kategoriami znaków. Semioza proponowana przez Barbieriego oparta jest na pojęciu kodu organicznego, który jest kluczowym motorem ewolucji złożoności w świecie. Choć samo pojęcie kodu, jak i ocena proponowanej przez autora semiotyki, wymagałyby dalszego uściślenia i filozoficznego namysłu, który niestety przekracza ramy tej pracy, propozycja biosemiotyki wydaje się być bardzo atrakcyjna. Rzadko komu udaje się zaproponować spójną hipotezę, która dawałaby metodologiczne narzędzie do ujęcia całej ewolucji życia od momentu jego zaistnienia, aż do tak zaawansowanego poziomu rozwoju organizmów, jakiego jesteśmy świadkami w przypadku ludzkiej kultury. Dodatkowo proponowana teoria ma nie tylko wielką moc eksplanacyjną, lecz zdaniem autora, może być testowana empirycznie²⁰. Choć Barbieri pozostawia nas z większą ilością pytań, niż udziela odpowiedzi, jego propozycja jest godna przemyślenia i przy-

²⁰ M. Barbieri, *Has Biosemiotics Come of Age?*, [w:] *Introduction to Biosemiotics*, dz. cyt., s. 101–113.

blizająca nas do tych najtrudniejszych obecnie problemów nauki i filozofii, jakimi są fenomen ludzkiej świadomości i kultury.

Bibliografia

- Barbieri M., *Biosemiotics: A new understanding of life*, „Naturwissenschaften” 2008, 95, s. 577–599.
- Barbieri M., *Has Biosemiotics Come of Age?*, [w:] M. Barbieri, *Introduction to Biosemiotics*, Springer, Dordrecht 2007, s. 101–113.
- Barbieri M., *Is the Cell a Semiotics System?*, [w:] M. Barbieri, *Introduction to Biosemiotics*, Springer, Dordrecht 2007, s. 179–208.
- Barbieri M., *Origin and evolution of the brain*, „Biosemiotics” 2011, 4, 3, s. 369–398.
- Barbieri M., *The Organic Code. An Introduction to Semantic Biology*, Cambridge University Press, Cambridge 2003.
- Bear M., Conors B., Paradiso M., *Neuroscience. Exploring the Brain* (3th-ed), Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2007.
- Damasio A., *Błąd Kartezjusza. Emocje, rozum i ludzki mózg*, tłum. M. Karpiński, Dom Wydawniczy „Rebis”, Poznań 1999.
- Deacon T., *The Symbolic Species. The co-Evolution of Language and the Brain*, W.W. Norton & Company, New York 1997.

- LeDoux J., *Emotion, memory, and the brain*, „Scientific American” 2002, 12, 1, s. 62–71.
- LeDoux J., *Mózg emocjonalny. Tajemnicze podstawy życia emocjonalnego*, tłum. A. Jankowski, „Media Rodzina”, Poznań 2000.
- Matthews G.G., *Neurobiologia. Od cząsteczek do układów*, tłum. J. Klawe, M. Tafil-Klawe, D. Soszyński, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2000.
- Pinel J., *Biopsychology. Books a la Carte Edition* (8th edition), Pearson, Boston 2011.
- Wysokiński A., Gruszczyński W., *Neurotrofiny aktualny stan wiedzy*, „Postępy Psychiatrii i Neurologii” 2008, 17, 4, s. 385–390.