

**Renata Michalak**

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Biologia czy kultura mózgu. W poszukiwaniu uwarunkowań działalności edukacyjnej

KEY WORDS

the biology of the brain, the culture of the brain, intelligence, mind, mirror neurons, education

ABSTRACT

Michalak Renata, *Biologia czy kultura mózgu. W poszukiwaniu uwarunkowań działalności edukacyjnej* [Biology or Culture of Brain? Searching for the Conditions of Educational Agency]. *Kultura – Społeczeństwo – Edukacja* nr 2(10) 2016, Poznań 2016, pp. 95–110, Adam Mickiewicz University Press. ISSN 2300-0422. DOI 10.14746/kse.2016.10.8.

An unusual flowering neuroscience is perceived in many scientific areas and education also. The scientific disciplines such as neuropedagogic, neuroteaching or neuroprogramming are trying to use the data of neuroscience in optimizing educational process for children, teenagers, and adults. Improving the functions of human brain and maintaining its cognitive capacity are very important and attractive activities for both researchers and practitioners of education, now. However, it will not be possible without a good knowledge of the basics and the determinants of development of brain. This article presents neurobiological and cultural context of programming of educational process.

Wprowadzenie

Rewolucyjne odkrycia, jakie nastąpiły w naukach ścisłych na przestrzeni ostatnich lat, na co zwraca uwagę między innymi amerykański neurolog Vilayanur Subramanian Ramachandran, dokonały prawdziwego przewrotu w wielu dziedzinach ludzkiej działalności. Jak pisze w przedmowie do swojej niezwykle interesującej książki *Neuronauka o podstawach człowieczeństwa*, nauki o umyśle, a więc

psychiatria, neurologia, psychologia – trwały w zastoju przez setki lat. Właściwie aż do ostatniego ćwierćwiecza XX wieku nie było ścisłych teorii percepcji, emocji, poznania czy inteligencji (z godnym uwagi wyjątkiem widzenia barwnego). Przez większość XX wieku do zaoferowania mieliśmy jedynie dwa systemy teoretyczne wyjaśniające zachowanie

ludzi – freudyzm i behawioryzm – oba doświadczyły dramatycznego upadku w latach 80. i 90., kiedy neuronauki zdołały wreszcie wyjść z epoki brązu. (...) Mimo triumfalnego postępu naszej dyscypliny naukowej musimy uczciwie przyznać, że zdołaliśmy odkryć zaledwie drobną część tego, czego można dowiedzieć się o ludzkim mózgu. Ale już ta drobna część jest o wiele bardziej ekscytująca niż powieści o Sherlocku Holmesie. Jestem pewien, że dalszy postęp w tej dziedzinie przyniesie w najbliższych dziesięcioleciach przewroty pojęciowe i rewolucje techniczne na skalę przełomu, który sto lat temu zakończył panowanie fizyki klasycznej, i tak samo jak tamten wstrząśnie podstawami naszego zdroworozsądkowego oglądu świata, fundując nam lekcję pokory wobec umysłu, ale i zadziwienie potęgą ludzkiego ducha. Porzekadło, że rzeczywistość jest dziwniejsza niż fikcja, szczególnie trafnie przystaje do pracy mózgu. (Ramachandran, 2012: 11)

Ten niezwykle rozkwit neuronauk coraz bardziej widoczny jest także na gruncie nauk o edukacji. W takich dziedzinach jak neuropedagogika, neurodydaktyka czy neuroprogramowanie próbuje się wykorzystywać osiągnięcia neuronauk w optymalizacji działalności edukacyjnej zarówno wobec dzieci i młodzieży, jak i dorosłych. Świadome i celowe zabiegi zmierzające do usprawniania mózgu człowieka i zachowania jego zdolności kognitywnych aż do późnej dorosłości stają się obecnie ważnym i niezwykle atrakcyjnym kierunkiem działań zarówno dla naukowców, jak i praktyków edukacji. Nie będzie to jednak możliwe bez dobrej znajomości podstaw i uwarunkowań jego rozwoju.

Neurobiologiczne podstawy działalności edukacyjnej

W procesie poszukiwania neuronaukowych podstaw oddziaływań wspierających funkcje kognitywne konieczne wydaje się odwołanie do badań nad mózgiem. Znaczna ich część ujawnia dziedzictwo biologiczne mózgu człowieka. Zmiany w zakresie jego struktury i funkcji zachodziły pod wpływem jego aktywności adaptacyjnej. Jak podkreślają naukowcy, wiele unikatowych aspektów ludzkiego umysłu wykształciło się prawdopodobnie wskutek nowatorskiego wykorzystania struktur mózgu, które pierwotnie wyewoluowały z innych powodów (Tomasello, 2011). Z ewolucyjnego punktu widzenia człowiek w swoim mózgu niesie całe dziedzictwo biologiczne, a więc części stare mózgu – archipalium i paleopalium – oraz części nowe, zwane neopalium. Jak zauważa V. Ramachandran,

Ewolucji udało się stworzyć zupełnie nowe funkcje poprzez radykalną zmianę przeznaczenia wielu funkcji istniejących już w mózgu małych człokształtnych. Niektóre z nich – na myśl przychodzi tu na przykład język – są tak doniosłe, że posunąłbym się do twierdzenia, iż stworzyły gatunek, który wykracza poza „małpność”, tak jak życie wykracza poza zwykłą chemię i fizykę. (Ramachandran, 2012: 13)

Każda część mózgu człowieka odpowiada za inne funkcje i wyróżnia się swoistą aktywnością. Lapidarnie rzecz ujmując, archipalium, najstarsza część mózgu, zwana mózgiem gadzim, odpowiedzialna jest za popędy, reprodukcję, agresję, samoobronę, podstawowe i niezależne od woli czynności życiowe. W niej znajdują się wszystkie najbardziej podstawowe narzędzia regulujące funkcje życiowe człowieka. Paleopalium, zwane mózgiem emocjonalnym, obejmuje układ limbiczny i steruje życiem uczuciowym człowieka. Stanowi centrum nieświadomej regulacji emocji, kontroluje i modyfikuje reakcje na bodźce środowiskowe (Herzyk, Krukow, 2011: 327). Część nowa mózgu, a więc kora nowa – neopalium – stanowi zaś siedlisko świadomości, kultury i intelektu. Jej najbardziej zaawansowaną rozwojowo częścią jest kora czołowa, która jest także największa. Odpowiada ona za racjonalne myślenie, podejmowanie decyzji i sterowanie funkcjami wykonawczymi. Do kory mózgowej dochodzą wszystkie wrażenia zmysłowe i zostają przekształcone na reakcje ruchowe. Kora zatem jest centralą wszystkich umiejętności wykonawczych. W toku ewolucji wartość indeksu istoty szarej w korze przedczołowej malała u naczelnych, a wzrastała objętość neuropilu, co świadczy o zwiększonej komunikacji międzyneuronalnej. Neurony w korze mózgowej są dość luźno rozmieszczone i mają w związku z tym wiele miejsca na tworzenie połączeń. Należy podkreślić, że dla zachowania podstaw życia, jak i prowadzenia tak zwanych czynności wyższych, jak myślenie, rozumowanie, uczenie się i inne, wszystkie części mózgu muszą ze sobą współpracować. Zaburzenia jakiegokolwiek systemu prowadzą do dysfunkcji i głębokiej dezintegracji aktywności życiowej człowieka w różnych jej sferach (Vetulani, 2011).

Mózg człowieka w stosunku do rozmiarów i wagi ciała jest olbrzymi i jednocześnie najlepiej zorganizowany spośród wszystkich mózgów organizmów żywych. Dzięki ewolucyjnym zmianom, które, jak szacują naukowcy, trwały ponad 400 mln lat, stał się najdoskonalszym narzędziem adaptacji człowieka. Jego intensywny rozwój zaowocował rozkwitem funkcji poznawczych, a więc umysłu, który z kolei umożliwił powstanie świadomości. To zapewniło człowiekowi przetrwanie i bezkonkurencyjne panowanie nad światem. Mózg ludzki rozwinął się w toku rywalizacji z innymi zwierzętami i stopniowo ustanawiał swoją hegemonię między innymi dzięki zwiększaniu masy. Wraz ze wzrostem wagi wzrastały jego zdolności kognitywne, choć stwierdzenie to nie jest jednoznaczne i precyzyjne (Vetulani, 2010b: 4–7). O zdolnościach przetrwania organizmu decyduje bowiem nie tyle wielkość mózgu, co jego plastyczność. Jak zauważa V.S. Ramachandran (Ramachandran, 2012) w kontekście eksperymentów nad kończynami fantomowymi, które świadczą o zdumiewającej zdolności ludzkiego mózgu do zmian, to rozwinięta plastyczność ludzkiego mózgu mogła wpłynąć na bieg rozwoju ewolucyjnego i kulturowego człowieka.

Jeszcze do niedawna sądzono, że mózg człowieka zawiera około 100 mld aktywnych komórek nerwowych. Badania Suzany Herculano-Houzel, naukowca z Rio de Janeiro, pokazały, że mózg ludzi zawiera o 14 mld neuronów mniej, niż dotąd szacowano. W kontekście tych badań, zauważono, że komórki nerwowe nie są równomiernie rozłożone w mózgu i wcale nie jest ich najwięcej w największych jego częściach. Najwięcej neuronów znajduje się w mózdzku, który waży zaledwie 154 gramów, co stanowi około 10% masy całego mózgu. W mózdzku znajduje się około 69 mld neuronów, dość gęsto rozmieszczonych, co może nieco ograniczać możliwości ich wzajemnej komunikacji. Być może to właśnie mózdzek stał się przyczyną eksplozji rozwoju gatunku ludzkiego. W korze mózgowej człowieka, o masie 1,2 kg, neuronów jest znacznie mniej, bo około 16 mld, co z kolei sugeruje, że dość duża przestrzeń pozwala na tworzenie wielu połączeń synaptycznych (Herculano-Houzel, 2009: 31). Każda komórka nerwowa może wytworzyć nawet do 20 tys. połączeń. Z powyższego obliczono, że liczba permutacji i kombinacji powstających podczas działania mózgu przewyższa liczbę cząstek elementarnych znajdujących się we wszechświecie (Ramachandran, 2012).

Najnowsze badania mózgu pokazują także, że komórki glejowe, którym przez dziesiątki lat przypisywano określone funkcje, zwykle służebne, traktując je jako wypełniacz wolnych przestrzeni, przejawiają aktywność w zakresie przypisanym dotąd jedynie neuronom. Richard D. Fields, amerykański neurolog, w swej niezwykle interesującej książce *Drugi mózg. Rewolucja w nauce i medycynie* prezentuje wyniki badań, które wyraźnie sugerują, że komórki glejowe są zdolne do komunikowania się ze sobą i to niezależnie od neuronów. Komórki te nie tylko potrafią wykryć aktywność elektryczną przepływającą przez obwody neuronalne, ale również ją nadzorować, tworząc w związku z tym niezależne obwody przepływu informacji. Dzięki badaniom nad budową mózgu (już między innymi Einsteina), uznano je za podstawowy materiał, z którego „lepi się” geniusz. To właśnie komórki glejowe, zdaniem R.D. Fieldsa (Fields 2012), najprawdopodobniej odpowiadają za możliwości myślenia abstrakcyjnego i decydują o skłonności umysłu do zapadania na pewne choroby psychiczne, a także biorą udział w procesach myślenia i zapamiętywania informacji.

O potęgze ludzkiego mózgu, jego zdolnościach, decyduje siatka połączeń synaptycznych, która jest charakterystyczna dla każdego człowieka i stanowi niejako wzór jego aktywności i doświadczeń. Różnice w sposobach funkcjonowania, a więc reakcjach na ból czy nauczanie, zależą od rodzajów i wzorców połączeń neuronalnych. Siatka połączeń neuronalnych decyduje o indywidualności każdego człowieka, zarówno w zakresie jego relacji do świata zewnętrznego, jak i odbiorze bodźców płynących z zewnątrz do jego organizmu.

Dla określania podstaw organizowania działalności edukacyjnej niezwykle znaczenie ma także odkrycie w mózgu pewnego systemu neuronów lustrzanych przez włoskiego neurofizjologa Giacoma Rizzolattiego, który podczas badań nad makakami zaobserwował nietypową ich aktywność. Wyjątkowość ta wynika z tego, że uruchamiają się one zarówno podczas wykonywania określonej czynności, jak i jedynie obserwowania wykonywania jej przez kogoś innego. Istnienie neuronów lustrzanych w pewnym zakresie wyjaśnia zdolność do odzwierciedlania stanów umysłowych innych ludzi na podstawie obserwacji ich zachowań. Jest także istotnym narzędziem uczenia się przez naśladownictwo, identyfikację i odwzorowywanie (Rizzolatti, Fogassi, Gallese, 2006: 38–45). Stanowi zatem fundament modelowania, a więc mechanizmu społecznego wpływu. Neurony lustrzane aktywizują się w procesie interakcji, jaka zachodzi między działającym sprawcą a jego obiektem. Należy przy tym zaznaczyć, że odpowiedź neuronów lustrzanych jest swoista dla „rodzaju działania”.

Niektóre są wrażliwe na chwytność, manipulowanie albo darcie (np. papieru), inne zaś na sposób w jaki obiekt jest chwytny lub trzymany. U człowieka system lustrzany odgrywa ważną rolę w komunikacji werbalnej albo jest silnie z nią związany (np. poprzez związek z ekspresją twarzy), albowiem posiadają pewne własności „abstrahowania” uchwycenia rzeczy lub stanu pod pewnym aspektem. (Kapusta, 2008: 146, 127–164)

Vittorio Gallese i Alica Goldman (Gallese, Goldman, 1998: 493–501) uważają, że neurony lustrzane warunkują występowanie także bardziej złożonych zdolności interakcyjnych, gdyż umiejscowione są w obszarach mózgu odpowiedzialnych za empatię, rozumienie intencji czy użycie języka. Giacomo Rizzolatti i Michael A. Arbib (Rizzolatti, Arbib, 1998: 188–194) zlokalizowali je także w polu Broca i odkryli, że słuchanie werbalnego opisu działania uaktywnia neurony lustrzane, które uruchamiają się także podczas wykonywania lub obserwowania takiego działania. Neurony lustrzane są postrzegane jako kluczowe dla rozwoju umiejętności społecznych (Ramachandran, 2012; Tomasello, 2016).

Mózg zatem, mimo niepozornego wyglądu, przyrównywanego do galarety czy kisielu, pozwala człowiekowi rozmyślać nad wszechświatem oraz zapytać o sens własnego istnienia i naturę Boga (Ramachandran, 2012). Jest najdoskonalszym wytworem ewolucji, najbardziej pracowitym i energochłonnym organem ciała, a przy tym najbardziej wrażliwym na niedotlenienie. Zużywa 9 razy więcej tlenu i 7 razy więcej krwi niż każdy inny organ. Jest także sterowany przez największą liczbę genów (1/3 wszystkich genów ma swoją ekspresję właśnie w mózgu). Jest najbardziej skomplikowanym tworem ze znanych we wszechświecie, różni się od zwierzęcego wieloma cechami i parametrami, a głównie rozmiarem, powierzchnią, którą zwiększał przez fałdowanie, nowymi obszarami (kora nowa) oraz szczególnie szybkim i wykorzystywaniem starych. To wszystko czyni go

niezwykle sprawnym narządem przetrwania w stale zmieniającej się rzeczywistości, choć nawet niewielkie uszkodzenia mogą wywołać dramatyczne skutki, odbijające się na jego funkcjach (Vetulani, 2010a).

Kultura jako efekt rozwoju mózgu i konieczny warunek przetrwania człowieka

Od momentu pojawienia się człowieka na Ziemi obserwuje się prawdziwą eksplozję kultury i typowo ludzkich zachowań, jak chociażby budowa schronienia, wykorzystywanie ognia do przygotowywania jedzenia czy komunikacja językowa. Człowiek stworzył kulturę, a ona stworzyła jego człowieczeństwo i pozwoliła mu przetrwać oraz niepodzielnie panować nad światem. W kontekście tych rozważań niezwykle nurtujące staje się pytanie: jak człowiek o stosunkowo przecież niewielkich rozmiarach zachował tak duży i sprawny mózg, z tak ogromną ilością neuronów, a jeszcze przy tym podejmował tak wielce zróżnicowane formy aktywności? Życie innych zwierząt, nawet tych o zdecydowanie mniejszych rozmiarach niż człowiek, w zasadzie koncentruje się na zdobywaniu pokarmu, by dostarczyć energii niezbędnej do przeżycia. Odpowiedzi na to pytanie szukają naukowcy, tworząc niezwykle interesujące koncepcje poparte wieloletnimi badaniami.

Przywoływana już wcześniej badaczka Suzan Herculano-Houzel przekonuje, że człowiek mógł pozwolić sobie na zachowanie tak dużego i sprawnego mózgu, a przy tym stworzyć tak potężną cywilizację, ponieważ wytworzył swoistą kulturę jedzenia. Jak zauważa, to głównie wykorzystanie ognia do przygotowania posiłków ze zróżnicowanych surowców zwiększyło ich kaloryczność, a przede wszystkim przyswajalność, i pozwoliło w krótkim czasie dostarczać mózgowi odpowiednią ilość paliwa. Mózg ludzki zużywa około 20% dziennej energii całego organizmu, czyli potrzebuje około 500 kcal, gdyż zdaniem badaczki, 1 mld neuronów potrzebuje dziennie około 6 kcal. Gdyby człowiek odżywiał się w taki sam sposób jak inne prymaty, zajmowałoby mu to około 9 godzin dziennie. Tymczasem, dzięki niesamowitym zdolnościom mózgu, potrafił nie tylko przetrwać, ale stworzyć narzędzia i strategie pozyskiwania oraz przechowywania i przygotowania jedzenia, które obecnie pozwalają mu dostarczyć sobie nie tylko tyle energii ile potrzebuje do przeżycia, ale znacznie więcej i to w zaledwie kilka minut (Fonseca-Azevedo, Herculano-Houzel, 2012: 18571–18576; Vetulani, 2013).

Ramachandran twierdzi natomiast, że niesamowity rozwój kultury związany jest z wytworzeniem się w mózgu grupy niezwykle neuronów, które pozwoliły ludziom na imitację i uczenie się obserwacyjne. To stało się podstawą rozwoju kultury i cywilizacji. Wybitny znawca problemów związanych z kończynami fan-

tomowymi opisuje hipotezę dotyczącą funkcji tak zwanych neuronów lustrzanych, które, jego zdaniem, są podstawowym czynnikiem warunkującym powstanie i rozwój języka, a tym samym szeroko pojętej kultury. Zdaniem neurologa uważna analiza procesów ewolucji dokonujących się na przestrzeni ostatnich 100 tysięcy lat pozwala zauważyć nagłe powstanie i rozprzestrzenienie się wielu umiejętności specyficznych dla gatunku ludzkiego. W ich skład wchodzi między innymi zdolności wzniesienia ognia, produkowania i stosowania narzędzi, budowania schronienia, a przede wszystkim używania języka oraz rozumienia tego, co myśli drugi człowiek i interpretowania jego zachowania. Zdaniem badacza rozwój tych umiejętności nastąpił relatywnie szybko, gdyż mózg ludzki osiągnął dzisiejsze rozmiary już około 300–400 tysięcy lat temu. Kluczowym powodem tej nagłej eksplozji rozwoju było powstanie wyrafinowanego systemu neuronów lustrzanych, które umożliwiły uczenie się przez obserwację i imitację cudzych zachowań. W związku z tym, jeśli nasz przodek przypadkowo dokonał jakiegoś odkrycia, to nie umierało ono wraz z nim, ale rozprzestrzeniało się horyzontalnie w populacji i wertykalnie, przekazywane z pokolenia na pokolenie. Imitacja, naśladowanie złożonych umiejętności zapewniło rozwój kultury, która stała się fundamentem cywilizacji *homo sapiens* (Ramachandran, 2012).

Problemy z układem neuronów lustrzanych, zdaniem V. Ramachandrana, mogą leżeć u podłoża autyzmu, czyli zaburzenia rozwojowego charakteryzującego się skrajnym wyobcowaniem psychicznym i zaburzeniami interakcji społecznych. Neurony lustrzane odgrywają zasadniczą rolę w zdolności przyjmowania cudzego punktu widzenia i wczuwania się w emocje i odczucia innych. Funkcje neuronów lustrzanych u ludzi rozwinęły się tak bardzo, że daleko przekraczają zdolności pozostałych naczelnych i najwyraźniej stanowią ewolucyjny fundament kultury ludzkiej (Ramachandran, 2012).

Badania nad imitacją są prowadzone także przez Andrewa N. Meltzoffa, który zajmuje się analizą rozwoju kompetencji poznawczych i społecznych dzieci. Jego zdaniem imitacja jest zachowaniem powszechnie łatwym do zaobserwowania. Badania pod jego kierunkiem wykazały, że już w kilka minut po urodzeniu dzieci są zdolne do przejawiania zachowań imitacyjnych. Naukowiec tłumaczy to istnieniem międzymodalnego systemu odwzorowywania, bazującego na neuronach lustrzanych. Analiza kształtowania się procesów imitacji stała się podłożem modelu rozwoju teorii umysłu (ToM – theory of mind) autorstwa Meltzoffa (Meltzoff, 2015). Rozumienie stanu umysłu innej osoby jest wychodzeniem poza same obserwowalne dane ściśle behawioralne. Rozumienie umysłu innych wiąże się ze zrozumieniem intencji zachowania innych osób (Wang, Williamson, Meltzoff, 2015: 1–8). Podobne spostrzeżenia formułują polscy neurologowie, opisując zjawisko empatii. Badacze przekonują, że za emocjonalny aspekt empatii odpowiadają neurony lustrzane wzbudzone wtedy, kiedy człowiek patrzy na ko-

goś, kto wykonuje jakąś czynność, gdy wyobraża sobie, że ktoś ją wykonuje lub naśladuje ją sam (Jankowiak-Siuda, Siemieniuk, Grabowska, 2009: 51–58).

Także koncepcja imitacji kulturowej w ujęciu Michaela Tomasella potwierdza poglądy V.S. Ramachandrana i A.N. Meltzoffa. Twierdzi on, że ewolucja kultury wpływa na rozwój zdolności kognitywnych ludzi. Wyjściową kwestią koncepcji M. Tomasella jest zrozumienie specyfiki transmisji kulturowej, charakterystycznej dla rozwoju ludzkiej społeczności. Jej podstawą jest współintencjonalność, która stanowi cechę gatunkową ludzi. Zdolność do dzielenia intencji to umiejętność działania w oparciu o wspólne cele i społecznie koordynowane plany postępowania (wspólnych intencjach). Stanowi ona fundament dla zrozumienia istoty kompetencji ludzkich i ludzkiej kultury. Autor wskazuje cztery wzajemnie warunkujące się filary, na jakich wspiera się zdolność do współintencjonalności:

- [1] specyficzna dla człowieka zdolność utożsamiania się z innym oraz rozumienia siebie i innych jako istot żywych, intencjonalnych, a więc nakierowanych na osiągnięcie określonego celu, ponadto umiejętność rozumienia celowości użycia narzędzia oraz praktyki symbolicznej;
- [2] charakterystyczna dla człowieka gotowość do współprzeżywania, współdziałania oraz dzielenia doświadczeń;
- [3] umiejętność tworzenia odpowiednich, a jednocześnie oryginalnych form reprezentacji poznawczych (języka) oraz
- [4] unikatowe ludzkie formy kulturowego uczenia się (Tomasello, 2002).

O wyjątkowości mechanizmów kulturowego uczenia się, zdaniem M. Tomasella, świadczą to, że:

- [1] wykraczają one poza rytualizację ontogenetyczną i uczenie się poprzez emulację;
- [2] opierają się na technikach uczenia się przez instrukcję;
- [3] wykorzystują formy uczenia oparte na współdziałaniu.

Uczenie się poprzez rytualizację ontogenetyczną i emulację (charakterystyczne między innymi dla wszystkich naczelnych) nie wymaga umiejętności rozumienia intencji i założonych celów, jakie kryją się za przyswajaną czynnością. Pozostałe formy uczenia się – przez naśladowanie, instruowanie i kolaborację – warunkowane są rozumieniem intencji i strategii, kryjących się za ich wykonaniem. Wszystkie te trzy formy są specyficzne jedynie dla człowieka i określane jako „mocniejsze” formy uczenia się, które bazują na jego zdolności do „rozumienia innych członków własnego gatunku jako istot takich jak ona, mających takie samo życie wewnętrzne (intencjonalne i umysłowe)” (Tomasello, 2002: 12).

Ta nadzwyczajna gotowość człowieka do współodczuwania, współdoświadczenia i współdziałania staje się jednocześnie fundamentem kolejnych wyjątkowych i skutecznych „form dziedziczenia kulturowego” (Tomasello, 2002: 24).

Uruchamia ona kluczowy dla kultury ludzkiej efekt „zapadki”, decydujący o kumulatywnym charakterze ewolucji kulturowej. „Zapadka” sprawia, że koło ewolucji kulturowej nie cofa się i że nad każdym przekazanym poprzez proces uczenia się wynalazkiem nadbudowywany jest kolejny. Jak zauważa M. Tomasello, w procesie tym swój wyjątkowy udział mają coraz to bardziej zróżnicowane i skomplikowane procesy socjogenezy, polegające na kooperatywnym tworzeniu nowych rozwiązań (Tomasello, 2016). Zdolność do współintencjonalności, jako fundament kumulatywnej ewolucji kulturowej, stanowi szczególnie rodzaj charakterystycznej dla człowieka wewnętrznej motywacji do współpracy.

Autor przekonuje, że były dwa zasadnicze powody, które wykształciły u ludzi unikalną formę współzależności. Pierwszy był związany z koniecznością zmiany trybu życia spowodowaną zmianami klimatycznymi, a drugi – z ludzką skłonnością do organizacji życia społecznego opartej na współpracy (Tomasello, 2016).

Autor, argumentując swe stanowisko, odwołuje się do wydarzeń, jakie miały swój początek około dwa miliony lat temu. W owym czasie na wielkich równinach Afryki pojawił się praprzodek człowieka *Homo habilis*, który został zmuszony do zmiany trybu życia z powodu globalnego oziębienia. Zmiana klimatu ukształtowała ogromne i otwarte środowisko, co uniemożliwiło mu bezpieczne polowanie na duże krwiożercze zwierzęta z wczesnego plejstocenu. W związku z tym człekokształtni przodkowie człowieka zmuszeni zostali do pozyskiwania jedzenia z ciał niedawno zabitych zwierząt. Potwierdza tę hipotezę analiza skamieniałych kości z tego okresu, która pokazała, że w okolicy śladów pozostawionych przez zęby drapieżników występują nacięcia wykonane kamiennym narzędziem. Ta nowa strategia adaptacyjna pociągnęła szereg zmian w sposobie funkcjonowania *Homo habilis*. Musieli oni koordynować swoje zachowania, współpracować ze sobą i nauczyć się dzielenia łupów i działań (Tomasello, 2002).

Dla małp żyjących w gęstej dżungli, jak przekonuje M. Tomasello, poszukiwanie dojrzałych owoców i orzechów było głównie zajęciem indywidualnym. Na równinach nasi przodkowie musieli podróżować w grupach, żeby przetrwać, a pozyskiwanie jedzenia z jednego martwego zwierzęcia wymusiło na praludziach wzajemną tolerancję i sprawiedliwy podział łupu. Doprowadziło to z kolei do swoistej społecznej selekcji, która faworyzowała współpracę: „Jednostki, które próbowały zagarnąć całe jedzenie, były odpychane przez innych i może też wykluczane w inny sposób” (Tomasello, 2016). Skłonność do współpracy ma zatem charakter ewolucyjnego dziedzictwa. M. Tomasello twierdzi także, że ludzka skłonność do współpracy pozwoliła małym grupom zyskiwać na wielkości i ostatecznie przekształcać się w społeczności plemienne. Jednocześnie u ludzi wykształciły się psychologiczne mechanizmy identyfikacji członków własnej grupy (na podstawie unikalnego zachowania, tradycji lub języka) i poczucia tożsamości

kulturowej — co umożliwiło dążenie do wspólnego celu. „Dzięki naszym wspólnym, zbiorowym wysiłkom zbudowaliśmy nasze kulturowe świąty i ciągle się do nich dostosowujemy” (Tomasello, 2016: 116).

Biokulturowe wskaźniki rozwoju mózgu

Uzasadnień dla poglądów o znaczącym wpływie czynników zewnętrznych na strukturę i funkcje mózgu dostarczają wyniki badań prowadzonych głównie na gruncie nauk kognitywnych. Przekonują one o tym, że mózg jest i organem biologicznym, i kulturowym. Mózg na drodze ewolucji rozwinął umysł poprzez stopniowe poszerzanie pamięci, rozumowania, wyobraźni, kreatywności i języka. To pozwoliło na wytworzenie narzędzi kultury, takich jak religie, prawo, handel, sztuki, naukę, technologię i inne. Kultura zaś stopniowo stawała się, obok biologii, istotnym czynnikiem i kontekstem rozwoju człowieka. Wobec tego zmiany rozwojowe mózgu podlegają także regulacjom socjokulturowym (Damasio, 2005; Tomasello, 2016; Ramachandran, 2012).

Wielu wybitnych neurobiologów stanowczo podkreśla, że zarówno z ontogenetycznego, jak i filogenetycznego punktu widzenia mózg jest organem biologicznym (Vetulani, 2011; Żernicki, 2006: 217–231), a do jego podstawowych zadań należy sprawne sterowanie ciałem człowieka, jego wszystkimi organami i ruchami oraz zarządzanie procesem przekazywania genów tak, by zapewnić ciągłość przżycia gatunku. Myślenie zaś i uczenie się, mimo iż stanowią immanentne cechy mózgu człowieka, uznają jedynie za uboczne skutki jego rozwoju. Mózg w wyniku ewolucji osiągnął taki stopień rozwoju, że umożliwiło mu to rozwinięcie umysłu po to, by zoptymalizować strategię przetrwania człowieka. Mimo tych zapewne niepodważalnych i fundamentalnych założeń zarówno badania, jak i wyrosłe na nich poglądy pokazują, że odpowiednio zorganizowane środowisko zewnętrzne, a nie jedynie biologia, ma ogromne, a czasami determinujące znaczenie dla rozwoju mózgu, gdyż doprowadza nie tylko do jego poprawy, ale także modyfikacji jego struktury i funkcji. Powołując się między innymi na sformułowane przez Richarda E. Nisbetta (Nisbett, 2010) wnioski z badań, należy uznać, że to właśnie czynniki podatne na modyfikacje i możliwe do kontrolowania, takie jak otoczenie społeczno-kulturowe, a nie wrodzony kod genetyczny, odpowiadają za rozwój intelektualny człowieka. Kapitał intelektualny jest rezultatem wspierania i stymulowania rozwoju człowieka i to już od jego poczęcia. Sposób i jakość odżywiania się ciężarnych kobiet, palenie papierosów, picie alkoholu, a także ekspozycja płodu na infekcje i działanie toksyn wywierają wpływ na kształtowanie się jego zdolności kognitywnych (Case, Paxson, 2008:

499–532; Nisbett, 2010). Styl życia matki ciężarnej ma modelujący wpływ na środowisko rozwoju jej nienarodzonego dziecka, a w przyszłości na poziom jego funkcjonowania fizycznego i społeczno-psychicznego, wyrażonego w poziomie wykształcenia, zarobków i ogólnym dobrostanie. Pogląd ten ma swoje uzasadnienie zwłaszcza w różnicach rasowych, na niekorzyść mniejszości etnicznych. Jak zauważa R.E. Nisbett (Nisbett, 2010), iloraz inteligencji współczesnych Afroamerykanów utrzymuje się na poziomie średniego IQ rasy białych z lat sześćdziesiątych. Naukowiec twierdzi, że jest to wynik niekorzystnych warunków życiowych, a głównie głodu, który nie sprzyja rozwojowi mózgu. Dane empiryczne z badania dzieci uboższych kobiet, uzyskane przez D. Almonda i zespół (Almond, Hoynes, Schanzenbach, 2011: 387–404), a także prezentowane przez R.E. Nisbetta (Nisbett, 2010), pokazują korzystny wpływ wsparcia żywieniowego (szczególnie wśród Afroamerykanek), jakiego doświadczyły podczas ciąży w porównaniu z wynikami tych dzieci, których matki takiego wsparcia nie otrzymały. Warto tu także wskazać, że ciężarne kobiety żyjące w biedzie częściej niż bardziej zamożne wykazują tendencję do nadużywania alkoholu, papierosów i narkotyków. Ponadto, nieodpowiednio się odżywiają, nie dostarczają konkretnych składników odżywczych i witamin, a przy tym są wystawione na działanie toksyn (biernie palenie, zanieczyszczenia przemysłowe) i stresu codziennego. Częściej też doświadczają depresji i przeżywają więcej sytuacji traumatycznych przy jednoczesnym braku środków finansowych na poradzenie sobie z owymi negatywnymi doświadczeniami. Kumulacja tych czynników niewątpliwie niekorzystnie wpływa na rozwój ich nienarodzonych jeszcze dzieci, a w przyszłości upośledza ich zdolności intelektualne i fizyczną odporność. Badania pokazują także, że tak niekorzystnie doświadczone dzieci wykazują większą skłonność do podejmowania zachowań ryzykownych na kolejnych etapach ich życia (Weck, Paulose, Flaws, 2008: 349–359).

Jakość życia człowieka zależy zatem od jakości doświadczanego wsparcia i warunków socjokulturowych, w jakich funkcjonuje. Kumulacja zagrożeń, jakie mogą pojawić się w najbliższym środowisku życia dzieci, a więc rodzinie, a także szerszym kontekście jej funkcjonowania, wpływają negatywnie na rozwój umiejętności umysłowych, osiągnięcia szkolne, kompetencje społeczno-emocjonalne, przystosowanie społeczne i zdrowie dzieci. Środowisko zewnętrzne stanowi zatem źródło bodźców różnicujących szanse edukacyjne dzieci. Naukowcy (Ackerman, Brown, Izard, 2004: 204–216; Bradley, Corwyn, 2002: 371–399; Repetti, Taylor, Seeman, 2002: 330–366) zaliczają do nich następujące grupy czynników ryzyka:

- [1] zagrożenia społeczno-kulturowe, a więc stan zdrowia rodziców, problemy psychiatryczne, presja, nadużywanie środków odurzających, konflikty małżeńskie, duża liczba dzieci, wychowywanie dziecka przez jednego ro-

- dzica, niskie dochody, stres związany z pracą, bezrobocie oraz częste zmiany miejsca zamieszkania, wykształcenie rodziców, złe warunki mieszkaniowe, kontakt z przestępczością i przemocą oraz zanieczyszczenie środowiska;
- [2] jakość opieki domowej, a więc wzorce edukacji nieformalnej w rodzinie reprezentowane w określonych strategiach nauczania i wychowania stosowanych przez rodziców w trakcie codziennej zabawy i w sytuacjach wspólnego rozwiązywania problemów z dziećmi, oraz stylach ich komunikacji. Ponadto poziom alfabetyzacji rodziny, zwyczaję wspólnego czytania i pisania. Badania pokazują, że różnicowania te stanowią główną przyczynę wcześniej pojawiających się między dziećmi różnic pod względem inteligencji, rozwoju poznawczego, rozwoju językowego, osiągnięć szkolnych i motywacji do nauki (Gottfried, Fleming, Gottfried, 1998: 1448–1460; Hoff, 2006: 55–88; Weizman, Snow, 2001: 265–279) i wywierają silny wpływ na rozwój językowy, alfabetyzację i osiągnięcia szkolne dzieci (Baker, Mackler, Sonnenschein, Serpell, 2001: 415–438; Leseman, Van Tuijl, 2001: 309–324; Sénéchal, Lefevre, 2002: 445–460);
- [3] poglądy na style wychowania i opieki nad dziećmi, które uwydatniają ogromny rozdźwięk między tradycyjnym, autorytarnym podejściem a nowoczesnym, zindywidualizowanym. Wyraża się to w traktowaniu dzieci jako niedojrzałe, całkowicie podporządkowane władzy rodzicielskiej istoty, bądź przeciwnie, jako jednostki autonomiczne, godne szacunku i spersonalizowanego podejścia.

Warunki społeczno-kulturowe odgrywają zatem niebagatelny wpływ na rozwój i funkcje mózgu, co także znajduje swe potwierdzenie w badaniach, które pokazują, że negatywne skutki akumulacji zagrożeń można łagodzić, a nawet niwelować, poprzez odpowiednio zorganizowane wsparcie społeczne i edukacyjne (Repetti, Taylor, Seeman, 2002: 330–366). Edukacja staje się zatem ważnym narzędziem praktyk kulturowych.

Mózg, co pokazują badania, nadal ewoluuje. Zmienia się kształt czaszki człowieka (rozbudowane, uwypuklone czoło i „skracanie” potylicy) oraz struktura tkanki mózgowej. O jego ewolucji świadczy aktywność genu *microcephalin*, a ściślej mówiąc, jego wariantu haplotyp D, który reguluje wielkość mózgu i ewoluje pod wpływem silnej presji. W ciągu ostatnich 37 tysięcy lat odnotowuje się zwiększanie częstotliwości jego działania. Mózg ewoluuje szybciej pod wpływem wyzwań i trudności adaptacyjnych (szybciej w Ameryce Południowej i Europie niż w Afryce) (Żukiel, Nowak, Jankowski, Garczyk, 2012: 19–35). Dowodem na ewolucję ciągłą mózgu jest efekt Flynna, który wyraża się w znacznym i utrzymującym się od początku XX wieku trendzie do zwiększania wyników populacji,

zwłaszcza zachodniej, w teście IQ. Jak przekonuje autor, co dwie generacje obserwuje się poprawę wyników testów na inteligencję, głównie w dolnej części rozkładu. Szczegółowe analizy rezultatów uzyskiwanych przez badanych wywodzących się z 24 krajów pokazały, że wzrost następuje prawie wyłącznie w tych obszarach, które wymagają abstrakcyjnego myślenia. Większość naukowców jest zgodna co do tego, że za efekt Flynna odpowiada rozwój technologiczny i rewolucja przemysłowa oraz w dużym stopniu zmiany w systemie edukacji, a zwłaszcza jej rozpowszechnienie (Flynn, 2012: 28–31). Z kolei J. Rodgers (za: Folger, 2012: 28–31) uważa, że za utrzymywanie się efektu Flynna odpowiadają cztery niezależne czynniki, jak: lepsze odżywianie, rozpowszechnienie się edukacji, zmniejszenie się liczebności rodzeństwa i mające duży wpływ na swoje potomstwo lepiej wyedukowane matki. Złe warunki żywieniowe, bieda, nie sprzyjają rozwojowi mózgu, co ma swój wyraz w niższym IQ.

Naukowcy twierdzą, że największa eksplozja rozwoju mózgu i szczyt rozwoju intelektu miały miejsce kilkanaście tysięcy lat temu, w późnym paleolicie. Rozwój umysłu postępował wówczas pod silną presją ewolucji, gdyż słabsza inteligencja oznaczała mniejszą przeżywalność. Słabsze zatem i mniej inteligentne jednostki umierały, ponieważ miały mniejsze umiejętności adaptacyjne. Rozwój cywilizacji stopniowo zmniejszał presję ewolucyjną na rozwój inteligencji, co zaowocowało działaniami humanitarnymi wobec osób gorzej przystosowujących się, a to z kolei, w opinii wybitnego neurobiologa J. Vetulaniego, powoduje osłabienie populacji ludzkich.

Podsumowanie

W kontekście zaprezentowanych tu wyników badań i rozważań dotyczących mózgu można z całą pewnością stwierdzić, że każdy człowiek jest wyjątkową istotą, o unikalnych poznawczych i emocjonalno-społecznych zdolnościach, które wynikają zarówno z biologicznych, jak i kulturowych uwarunkowań. Człowiek, jako jedyny organizm żyjący na Ziemi, zdolny jest do przekształcania świata dzięki specyficznym formom aktywności, takim jak muzyka, literatura, sztuka, sport, fizyka, nauka i inne. Mimo iż jego podstawowe zdolności w zakresie percepcji, aktywności, pamięci, emocji i uczenia się czynią go podobnym do innych naczelnych, to wyróżniają go unikatowe sposoby wykorzystywania ich, co skutkuje spektakularnymi osiągnięciami. Tym, co w zasadzie pozwala człowiekowi na niesamowity rozwój umysłu i transmisję kultury, jest jego społeczna natura i społeczne praktyki. Unikalność natury człowieka tkwi zatem nie tylko w tym, że ma on duży mózg i wyjątkowe zdolności poznawcze, ale że jest zdolny

do specyficznych form relacji społecznych. Jak podkreśla M. Tomasello (2016), człowiek jest urodzonym altruistą i współpracownikiem, z natury skłonny do współpracy, dzielenia informacji, celów i działań. Te cechy stanowią fundament postępu, który pozwala człowiekowi tworzyć coraz doskonalsze narzędzia adaptacji.

Edukacja jako praktyka wyrosła na podłożu wyjątkowych zdolności człowieka staje się miejscem spotkania biologii i kultury mózgu. Te dwie wciąż niepoznane, nieprzewidywalne i wzajemnie warunkujące się siły rozwoju jednostki i gatunku stanowią fundamentalne odniesienia w procesie projektowania i realizacji głównych funkcji edukacji. Dostarczają argumentów, które utwierdzają naukowców i praktyków w przekonaniu, że mechanizmy efektywnego wspierania i wspomaganie rozwoju ontogenetycznego i filogenetycznego, powinny opierać się na indywidualizacji i kooperacji, modelowaniu, emocjonalizowaniu doświadczeń poznawczych i wielostronnym zaangażowaniu podmiotów relacji edukacyjnych.

Literatura

- Ackerman B.P., Brown E.D., Izard C.E. (2004). *The relations between contextual risk, earned income, and the school adjustment of children from economically disadvantaged families*. "Developmental Psychology" 40(2), s. 204–216.
- Almond D., Hoynes H., Schanzenbach D.W. (2011). *Inside the world of poverty: The impact of food stamps on birth outcomes*. "The Review of Economics and Statistics" nr 93(2), s. 387–404.
- Baker L., Mackler K., Sonnenschein S., Serpell R. (2001). *Parents' interactions with their first-grade children during storybook reading and relations with subsequent home reading activity and reading achievement*. "Journal of School Psychology" nr 39(5), s. 415–438.
- Bradley R.H., Corwyn R.F. (2002). *Socioeconomic status and child development*. "Annual Review of Psychology" nr 53, s. 371–399.
- Case A., Paxson Ch. (2008). *Stature and status: height, ability, and labor market outcomes*. "Journal of Political Economy" t. 116, nr 3, s. 499–532.
- Damasio A.R. (2005). *W poszukiwaniu Spinozy. Radość, smutek i czujący mózg*. Poznań.
- Fields R.D. (2012). *Drugi mózg. Rewolucja w nauce i medycynie*. Warszawa.
- Flynn J.R. (2007). *What is Intelligence*. Cambridge.
- Folger T. (2012). *Czy będziemy mądrzeć bez końca?*. „Świat Nauki” nr 10(254), s. 28–31.
- Fonseca-Azevedo K., Herculano-Houzel S. (2012). *Metabolic constraint imposes tradeoff between body size and number of brain neurons in human evolution*. "Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America" nr 109(45), s. 18571–18576.
- Gallese V., Goldman A. (1998). *Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading*. "Trends in Cognitive Science" nr 12, s. 493–501.

- Gottfried A.E., Fleming J.S., Gottfried A.W. (1998). *Role of cognitively stimulating home environment in children's academic intrinsic motivation: a longitudinal study*. "Child Development" nr 69(5), s. 1448–1460.
- Herculano-Houzel S. (2009). *The human brain in numbers: a linearly scaled-up primate brain*. "Frontiers in Human Neuroscience" nr 3(31), <http://dx.doi.org/10.3389/neuro.09.031.2009>, dostęp: 10.01.2016.
- Herculano-Houzel S., Lent R. (2005). *Isotropic fractionator: a simple, rapid method for the quantification of total cell and neuron numbers in the brain*. "The Journal of Neuroscience" nr 25(10), s. 2518–2521.
- Herzyk A., Krukow P. (2011). *Analiza neuropsychologiczna zaburzeń emocji i osobowości u pacjentów z dysfunkcjami mózgu*. [W:] Ł. Domańska, A.R. Borkowska (red.). *Podstawy neuropsychologii klinicznej*. Lublin.
- Hoff E. (2006). *How social contexts support and shape language development*. "Developmental Review" nr 26, s. 55–88.
- Jankowiak-Siuda K., Siemieniuk K., Grabowska A. (2009). *Neurobiologiczne podstawy empatii*. „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” nr 4, 2, s. 51–58.
- Kapusta A. (2008). *Problem intersubiektywności w świetle współczesnej neurokognitywistyki: od neuronów lustrzanych po narrację*. „Studia Philosophiae Christianae” t. 44, nr 2, s. 127–164.
- Leseman P.P.M., Van Tuijl. (2001). *Home support for bilingual development of Turkish 4-6-year-old immigrant children in the Netherlands: Efficacy of a home-based educational program*. "Journal of Multilingual and Multicultural Development" nr 21(4), s. 309–324.
- Meltzoff A.N., Prinz W. (2015). *The Imitative Mind: Development, Evolution, and Brain Bases*. Cambridge.
- Nisbett R.E. (2010). *Inteligencja sposoby oddziaływania na IQ. Dlaczego tak ważne są szkoła i kultura*. Sopot.
- Ramachandran V.S. (2012). *Neuronauka o podstawach człowieczeństwa*. Warszawa.
- Repetti R.L., Taylor S.E., Seeman T.E. (2002). *Risky families: Family social environments and the mental and physical health of offspring*. "Psychological Bulletin" nr 128(2), s. 330–366.
- Rizzolatti G., Arbib M.A. (1998). *Language within our grasp*. "Trends in Neuroscience" nr 21, s. 188–194.
- Rizzolatti G., Fogassi L., Gallese V. (2006). *Zwierciadła umysłu*. „Świat Nauki” nr 12.
- Sénéchal M., Lefevre J. (2002). *Parental involvement in the development of children's reading skill: A five-year longitudinal study*. "Child Development" nr 73, s. 445–460.
- Tomasello M. (2002). *Kulturowe źródła ludzkiego poznania*. Warszawa.
- Tomasello M. (2015). *Historia naturalna ludzkiego myślenia*. Kraków.
- Tomasello M. (2016). *Dlaczego współpracujemy*. Kraków.
- Vetulani J. (2010a). *Mózg: fascynacje, problemy, tajemnice*. Kraków.
- Vetulani J. (2010b). *Poszukiwanie dobrostanu*. „Academia” nr 2, s. 4–7.
- Vetulani J. (2011). *Piękno neurobiologii*. Kraków.
- Vetulani J. (2013). *Stary tata, tłusty syn*. <https://vetulani.wordpress.com/2013/02/18/stary-tata-tlusty-syn/>, dostęp: 4.04.2016.
- Wang Z., Williamson R.A., Meltzoff A.N. (2015). *Imitation as a mechanism in cognitive development: a cross-cultural investigation of 4-year-old children's rule learning*. "Frontiers in Psychology" nr 6, s. 1–8.
- Weck R.L., Paulose T., Flaws J. (2008). *Impact of environmental factors and poverty on pregnancy outcomes*. "Clinical Obstetrics and Gynecology" t. 51, nr 2, s. 349–359.

- Weizman Z.O., Snow C.E. (2001). *Lexical input as related to children's vocabulary acquisition: Effects of sophisticated exposure and support for meaning*. "Developmental Psychology" nr 37(2), s. 265–279.
- Żernicki B. (2006). *Uszkodzenie mechanizmu uczenia się w wyniku wczesnej deprivacji wzrokowej*. [W:] T. Górski, A. Grabowska, J. Zagrodzka (red.). *Mózg a zachowanie*. Warszawa, s. 217–231.
- Żukiel R., Nowak S., Jankowski R., Garczyk D. (2012). *Od powstania życia na Ziemi do rozwoju centralnego układu nerwowego i diachronicznej zmienności mózgu rodzaju Homo*. Część II, „Neuroskop” nr 14, s. 19–35.