

Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis

Studia Biologica 2 (2019)

DOI 10.24917/St.Biol.2.6

*Alina Stankiewicz, Aleksandra Wawer**

Instytut Biologii, Uniwersytet w Białymstoku

Osiągnięcia badań nad mózgiem w usprawnianiu szkolnego nauczania – uczenia się

Wstęp

Edukacja od zarania dziejów jest elementem ludzkiego życia. Rezultatem rozwoju nauki oraz uczenia się jest postęp techniczny i technologiczny, który w znaczny sposób przyczynił się do rozwoju naszej cywilizacji.

Uczenie formalne rozpoczyna się od szkoły podstawowej. Uczestniczenie w lekcjach, czytanie przez uczniów podręczników, wykonywanie notatek, pisanie klasówek i sprawdzianów to czynności służące wypełnianiu przez nich obowiązku szkolnego. Jednakże nie zawsze uczniowie wiedzą, dlaczego i w jakim celu to robią, a także, co istotne, jak mają przyswoić nowe wiadomości, aby zapamiętać je jak najdłużej. Uczymy się również przez rozwój zainteresowań, dążąc do doskonałości i doskonaląc umiejętności z własnej woli oraz dzięki motywacji wewnętrznej. Wiedza jest naszym kapitałem, który potrafi realnie poprawić naszą sytuację, niezależnie od dziedziny, jaką się zajmujemy. Amerykański psycholog poznawczy Don Norman odniósł się w następujących słowach do tego tematu: „nie da się odgrywać ważnej roli w świecie bez wystarczającej wiedzy w dziedzinie, którą wybraliśmy, lub tej, która wybrała nas” (za: Kotarski, 2017).

W pracy zdecydowano się przedstawić wybrane osiągnięcia badań nad mózgiem i wskazać ich znaczenie w uczeniu się. Wydaje się, że we współczesnym nauczaniu szkolnym w zbyt małym stopniu uwzględnia się wiedzę dotyczącą właściwości i funkcjonowania mózgu. Metody i techniki nauczania opracowane na podstawie badań neurobiologów mogą umożliwić uczniom osiąganie lepszych rezultatów podczas uczenia się, a szkolne nauczanie dostosować do indywidualnych możliwości i potrzeb uczących się.

Potrzeba zmian w edukacji szkolnej

Powstanie systemu szkolnego w Europie datuje się na początek XVIII wieku, kiedy władcy Prus wprowadzili obowiązek szkolny. Szkoły państwowe dostępne dla wszystkich mieszkańców powstawały za panowania Fryderyka Wilhelma II. Uczono

* Alina Stankiewicz – ORCID 0000-0003-0517-5240

w nich zawodów, czytania, pisania oraz innych przydatnych w życiu oraz w pracy umiejętności. Na początku XIX wieku wprowadzono system klasowo-lekcyjny, ujednolicono działalność szkół oraz uniwersytetów przez dokładne uporządkowanie roku szkolnego. Rozpoczęcie nauki było zależne od wieku ucznia, którego automatycznie przypisywano do klasy. Zmiany te były wynikiem działania Wilhelma von Humboldta, pruskiego dyrektora Sekcji Sztuki i Edukacji Publicznej w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych Prus. W tym okresie Georg Hegel odpowiadał za zwiększenie nacisku na wiedzę ogólną oraz encyklopedyczną, uczniowie dużo czasu przeznaczali na pamięciową naukę encyklopedycznych definicji (Kotarski, 2017). W XIX wieku szkoła była głównym źródłem informacji, dlatego u podstaw nauczania leżało przekazywanie i gromadzenie wiedzy. Organizacja pruskich szkół w krótkim czasie zaczęła być przyjmowana w innych państwach, takich jak Japonia, Stany Zjednoczone, Francja, przez dłuższy czas uchodziła ponadto za najlepszą w Europie. Sztywne zasady szkolnictwa zadomowiły się również w Polsce (Miąso, 2009).

W 1808 roku w Polsce pojawiły się pierwsze postulaty dotyczące wad systemu szkolnego autorstwa Wojciecha Szwejkowskiego (Kotarski, 2017). Zarzucał on brak sensu umieszczaniu uczniów w wieloosobowej klasie i wymaganiu od nich tych samych zdolności. Twierdził on, że poziom nauczania w danej grupie jest obniżany do poziomu osób, które nie radzą sobie dobrze z danym przedmiotem. W początkach XX wieku coraz częściej przedstawiano negatywne opinie na temat szkoły, sugerujące że panuje w nich zbyt surowa dyscyplina. Edukacja stawiała sobie za cel wychowanie posłusznych, ale nie wolnych obywateli. Ponad trzydziestoosobowe klasy zdaniem krytyków miały na celu ujednolicić społeczeństwo i zatrzeć wszelkie różnice między jednostkami. Mimo zmian kulturowych, społeczno-ekonomicznych i cywilizacyjnych XIX-wieczny model szkoły oraz system klasowo-lekcyjny w pewnej formie funkcjonują współcześnie w polskich szkołach i nie jest to jedyne spadkobierstwo pruskiej szkoły (Kotarski, 2017).

Współcześnie model funkcjonowania szkoły oraz efektywność kształcenia nabierają szczególnego znaczenia ze względu na postępujące szybkie zmiany kulturowe i technologiczne. Zdaniem prof. Dylaka obecna szkoła przegrała z mediami, ponieważ zignorowała zmiany, jakie zaszły w świecie. Edukacja szkolna przestała być oknem na świat, tak jak to było w XIX i XX wieku, współcześnie powinna stać się kluczem do zrozumienia szybko zmieniającego się świata (Dylak, 2017; Śliwerski, 2013). XXI wiek przyniósł powszechny dostęp uczących się do źródeł wiedzy, a zatem do szkół i klas jednorodnych wiekowo trafiają osoby o zróżnicowanym poziomie wiedzy i umiejętności. W szkołach uczą się uczniowie, którzy korzystają z internetu, samodzielnie surfują po różnych źródłach informacji, a w systemie klasowo-lekcyjnym szkoła staje się czynnikiem opóźniającym rozwój tych uczniów.

Wadą współczesnej szkoły jest dominujące na lekcjach nauczanie podające i encyklopedyzm. Potwierdzeniem tych obserwacji są dane z *Raportu o Stanie Edukacji 2013* (2014). W dokumencie tym stwierdzono, że uczniowie podczas lekcji z przedmiotów przyrodniczych rzadko mieli możliwość samodzielnie lub w grupach planować i przeprowadzać doświadczenia. Najczęściej byli obserwatorami eksperymentu przeprowadzanego przez nauczyciela. Zdaniem Herbsta formuła szkoły oparta na wykładzie i międzypokoleniowym przekazywaniu wiedzy stopniowo się

wyczerpuje. Ten sposób nauczania wymaga zmian, w szkole powinno się uczyć np. konstruowania wiedzy na podstawie różnych źródeł informacji, odróżniania rzetelnych źródeł od nierzetelnych (Herbst, 2016). Zwraca się również uwagę na to, że współczesny system nauczania jest znacznie mniej nastawiony na wykrywanie i rozbudzanie pasji, wzmacnianie indywidualności, wysłuchiwanie pytań uczniów, a bardziej na diagnozowanie odchyleń od normy i bezwzględne ich korygowanie (Szyłło, 2016).

Zdaniem prof. Dylaka (2017) przede wszystkim nie wolno uczyć w sposób liniowy o wszystkim, do pewnych twierdzeń i przekonań uczeń powinien dojść samodzielnie. Każdy uczeń powinien być miarą sam dla siebie, ponieważ dojrzewa i myśli nieliniowo.

Współcześnie pedagodzy i dydaktycy zwracają uwagę na duże znaczenie wpływu wiedzy o pracy mózgu na proces efektywnego uczenia się i nauczania dzieci i młodzieży (Dylak, 2017; Kaczmarzyk, 2017; Spitzer, 2007). Pręźnie rozwija się neurobiologia, a nauczyciele mogą skorzystać ze wskazówek metodycznych neurodydaktyków (Kaczmarzyk, 2017).

Mózg – najbardziej złożony obiekt we Wszechświecie

Zdaniem wielu współczesnych badaczy ludzki mózg jest jednym z najbardziej skomplikowanych systemów we Wszechświecie (Moskalewicz, 2013). Jego złożoność określa się na podstawie liczby połączeń między neuronami. Szacunkowo jest ich około miliona miliardów (Blakemore i Frith, 2008). Fakt ten tym bardziej wzbudza ciekawość i chęć szczegółowego poznania funkcjonowania tego narządu oraz jego struktury.

Historia badań nad mózgiem

Współcześnie dzięki dowodom w postaci znalezisk archeologicznych możliwe jest określenie rangi tego narządu w poszczególnych etapach rozwoju ludzkości. Prawdopodobnie już przed ewolucją neolityczną mózg odgrywał ważną rolę w rozwoju duchowym. Pełnił kluczową funkcję w pierwotnych religiach, jako miejsce pobytu duszy człowieka. Świadczą o tym pozostałości czaszek wykorzystywanych jako przedmioty w wielu kulturach. Istotne jest również to, że najstarszą znaną operacją chirurgiczną była trepanacja czaszki wykonywana przez prehistorycznych ludzi (Moskalewicz, 2013).

Badania nad mózgiem w czasach starożytnych

Jako pierwszy mózg badał Alkmeon z Krotonu, uczeń Pitagorasa, wykładowca medycyny żyjący w VI–V wieku p.n.e. Na podstawie przeprowadzonych sekcji zwłok zwierząt stwierdził, że umieszczone w głowie narządy zmysłów wpływają na pamięć i wyobraźnię, które determinują wiedzę gromadzoną w mózgu. Jednak za twórcę anatomii uważa się żyjącego na przełomie IV i III wieku p.n.e. Herofilusa z Chalcedonu. Przypisuje się mu rozróżnienie nerwów motorycznych i sensorycznych, opisanie siatkówki oka, nerwów twarzowych i czaszkowych, komór mózgowych (czterech przestrzeni wewnątrz mózgowia), opon mózgowo-rdzeniowych, mózdzku i pofałdowania ludzkiego mózgu (Krzemieńska, 2013). Wśród przyrodników

świata starożytnego poglądy na temat funkcji mózgu najbliższe współczesnemu ujęciu neurobiologicznemu wypowiadał Hipokrates. Twierdził on, że mózg umożliwia myślenie, widzenie, słyszenie, odróżnianie piękna od brzydoty, odczuwanie przyjemności i przykrości, czyli sprawuje funkcje psychiczne. Zarówno Platon, jak i Hipokrates byli przekonani, że droga do poznania prawdy prowadzi przez ludzki mózg, a nie przez zmysły. Grecki lekarz Erasistratos z Keos, opisując mózg, podzielił go na dwie części: jednostkę większą (mózg) oraz mniejszą (mózdżek). Twierdził on również, że to nie wielkość danego narządu, a liczba bruzd i pofałdowań świadczą o wyższości intelektu człowieka nad zwierzęciem (Sadowski, 2012). Uczonym, który badał mózgi zmarłych, był rzymski medyk i anatom Galen żyjący w II wieku n.e. Odkrył komory w mózgu, nerw wzrokowy i słuchowy, udowodnił powiązania oczu i uszu z mózgiem. Zaproponowana przez Galena teoria komór mózgowych jako siedliska duszy, czucia i myśli stała się doktryną, którą badacze czasów nowożytnych jedynie uzupełniali (Sadowski, 2012).

Badania nad mózgiem w czasach nowożytnych

W średniowieczu wszelkie przeżycia duchowe umiejscowiono w mózgu, jednak badacze nie mogli go analizować, gdyż Kościół uważał ciało za grzeszne naczynie na nieśmiertelną duszę i zabraniał jego rozcinania. Dopiero w epoce renesansu zainteresowano się na nowo ludzkim ciałem. Wielcy humaniści, Michał Anioł i Leonardo da Vinci, uczestniczyli w tajnych sekcjach zwłok. Flamandzki medyk Andreas Vesal zwany Wesaliuszem (1514–1564) po raz pierwszy przedstawił mózg od spodu i pokazał krzyżujące się nerwy wzrokowe (Krzemieńska, 2013). W połowie XVII wieku holenderski anatom Franciscus Sylvius (1614–1672) podobnie jak antyczni medycy wskazał mózdzek jako miejsce, z którego życiodajne tchnienie (dusza) rozchodzi się po ciele. Do jego zasług należy odnotowanie istnienia szczeliny w mózgu oddzielającej płat skroniowy od czołowego i ciemieniowego (tzw. szczelina Sylwiusza) oraz kanału w śródmózgowiu łączącego komory mózgu (tzw. wodociąg Sylwiusza). W XVII wieku rozpoczęły się badania mikroskopowe mózgu. Niderlandzki anatom botanik Frederik Ruysch (1638–1731) przygotowywał preparaty mikroskopowe – przez słomkę wpuszczał zabarwiony wosk w naczynia krwionośne mózgu, dzięki czemu dowiódł, że kora mózgowa ma ich całe mnóstwo. Z pomocą w badaniach anatomom z czasem przyszli fizycy i elektryczność. Dyskusja o roli impulsów elektrycznych w układzie nerwowym, zaczęła zyskiwać na popularności dzięki pracom włoskiego fizyka Luigiego Galvaniego (1737–1798), który twierdził, że mózg zwierząt wytwarza tzw. elektryczność zwierzęcą niezbędną do funkcjonowania mięśni i zmysłów. Pierwszych udanych kroków w pozyskiwaniu i zabarwianiu tkanki nerwowej mózgu udało się dokonać w II połowie XIX wieku niemieckiemu anatomowi Otto Deitersowi (1834–1863). Wyekstrahował on kawałek tkanki mózgowej za pomocą kwasu chromowego i zauważył, że z ciała komórki nerwowej wychodzą dwa rodzaje wypustek – dendryty i akson. W 1891 roku pojawiła się nazwa dla komórki nerwowej – neuron. Niemiec Joseph von Gerlach (1820–1896) wprowadził indygo-karmin i chlorek złota jako kontrast w badaniu tkanki nerwowej oraz zaobserwował przepływ impulsów. Pod koniec XIX wieku John Newport Langley (1852–1925) wprowadził pojęcie autonomicznego układu nerwowego, który unerwia wszystkie

narządy wewnętrzne. Funkcje i działanie neuronów udało się wyjaśnić brytyjskiemu fizjologowi Charlesowi Sherringtonowi (1857–1952), który odkrył miejsce kontaktowania się neuronów. Elektryczną naturę mózgu odkryli niezależnie od siebie angielski lekarz Richard Caton w roku 1875 roku oraz polski badacz Adolf Beck w roku 1890. Pierwszą osobą, której udało się zapisać potencjały elektryczne mózgu, był jednak Hans Berger – dokonał tego w 1929 roku. Ważne okazało się odkrycie przez austriackiego farmakologa Ottona Loewiego obecności acetylocholiny w mózgu oraz potwierdzenie teorii dotyczącej przekazywania impulsów za pomocą związków chemicznych (Sadowski, 2012). Choć o tym, że impuls nerwowy jest uniwersalną formą przesyłania sygnałów w komórkach nerwowych wszystkich zwierząt, wiedziano już od dłuższego czasu, zobaczenie tego na własne oczy udało się dopiero w 1939 roku dwóm brytyjskim noblistom Alanowi Hodgkinowi (1914–1998) i Andrew Huxleyowi (1917–2012).

Prekursorem tzw. cytoarchitektoniki był wiedeński psychiatra Theodor Meynert (1833–1892), który prowadził pionierskie badania nad topografią kory mózgowej. Kolejni anatomowie rozpoznawali w korze mózgowej obszary odpowiedzialne za poszczególne funkcje życiowe i umiejętności. Najbardziej znany podział stworzył niemiecki neurolog Korbinian Brodmann (1868–1918), który wyróżnił w 1907 roku 52 obszary mózgu zwane polami Brodmanna (Krzemieńska, 2013). Przez stulecia badacze formułowali rozmaite teorie na temat tego, czy utrata pewnych funkcji umysłowych zależy od miejsca uszkodzenia, czy też od ilości uszkodzonej tkanki. Jednak w XIX wieku dwaj wybitni neurologowie: Francuz Paul Broca oraz Niemiec Carl Wernicke udowodnili powiązania między konkretnymi okolicami mózgu a zdolnością mówienia i rozumienia mowy (Brzezicka, 2013).

Współczesne metody badań nad mózgiem

Od końca XX wieku naukowcy dysponują narzędziami pozwalającymi analizować czynności zdrowego mózgu. Tymi narzędziami są: elektroencefalograf, tomograf komputerowy, emisyjny tomograf pozytonowy, funkcjonalny rezonans magnetyczny oraz obrazowanie tensora dyfuzji. Encefalografia (EEG) polega na odbieraniu potencjałów elektrycznych mózgu za pomocą dużych elektrod. Natomiast tomografia komputerowa (TK) jest metodą umożliwiającą uzyskiwanie warstwowych zdjęć narządów za pomocą zmodyfikowanej techniki radiologicznej (rentgenowskiej) i komputerowego opracowania pomiarów, aby utworzyć trójwymiarowy obraz mózgu, odzwierciedlający wykryte zróżnicowanie gęstości. Za pomocą tomografii komputerowej po raz pierwszy można było zobaczyć wewnętrzną strukturę mózgu żyjącego człowieka (Frith, 2017). Emisyjna tomografia pozytonowa (PET) i funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI) opierają się przede wszystkim na określeniu poziomu metabolizmu komórek nerwowych oraz pomiarze przepływu objętości krwi w tkance mózgowej. Skanowanie aktywności mózgu (PET i fMRI) wykrywa zmiany w przepływie krwi, dzięki czemu wskazuje, który region mózgu jest w danej chwili najaktywniejszy. Obecnie większość badań koncentruje się na analizie fizycznych połączeń między wyszczególnionymi rejonami mózgu (np. między ciemieniowym a czołowym) przy użyciu takich metod jak obrazowanie tensora dyfuzji (DTI), które służy do oszacowania stopnia spójności tzw. istoty białej, dzięki

czemu można zobrazować przebieg i jakość włókien łączących poszczególne rejony mózgu, jak również do sprawdzenia funkcjonalnych połączeń (Sadowski, 2012).

Znaczenie wyników badań nad mózgiem w edukacji

Plastyczność mózgu a uczenie się

Uczenie się jest aktywnym procesem, w trakcie którego dochodzi do zmian w mózgu uczącego się (Spitzer, 2007). Z pewnością nie da się wyników badań nad mózgiem wprost przełożyć na skuteczne kształcenie, ale obecny stan wiedzy na temat mózgu pozwala przedstawić przynajmniej kilka praktycznych wskazówek dla szkoły, nauczycieli i nauczania oraz uczenia się. Wyniki badań nad dwiema właściwościami układu nerwowego – pobudliwością i plastycznością – mogą mieć duże znaczenie dla edukacji.

Rozróżnienia pobudliwości i plastyczności mózgu dokonał polski fizjolog Jerzy Konorski (Sadowski, 2012). Zgodnie z koncepcją wysuniętą przez tego naukowca w układzie nerwowym występują nie tylko połączenia aktualne, zawsze dostępne dla przenoszenia stanu czynnościowego między ośrodkami, na przykład czuciowymi i ruchowymi, lecz także nieaktywne połączenia potencjalne, które ulegają uczynieniu w zależności od stanu fizjologicznego organizmu (Sadowski, 2012). Dzięki pobudliwości elementów nerwowych bodźce działają na właściwe receptory oraz powodują szybkie, lecz przejściowe zmiany czynności neuronów i ośrodków.

Pojęcie plastyczność mózgu wprowadził amerykański filozof i psycholog Wiliam James (Vetulani, 2014). Plastyczne właściwości układu nerwowego odgrywają ogromną rolę w rozwoju osobniczym mózgu.

Plastyczność mózgu można wyjaśnić jako zdolność do przebudowywania połączeń między neuronami w sposób zwiększający ich skuteczność, zwłaszcza w zmieniającym się środowisku, pod wpływem bodźców (Vetulani, 2014). Ta właściwość mózgu okazuje się podstawą tworzenia pamięci i uczenia się oraz jest ważna dla naprawiania uszkodzeń. Polega ona na wytwarzaniu uprzywilejowanych dróg obiegu informacji, co wymaga selekcji neuronów, zwiększania liczby połączeń między nimi oraz uwalniania zwiększonych ilości neuromediatorów. Efektami zmian plastycznych jest wymieranie albo tworzenie nowych neuronów, rozrost lub regresja ich wypustek (drzewa dendrytycznego) oraz powstawanie bądź zanik elementów aparatu przekazywania sygnału – kolców synaptycznych i synaps. Rezultatami funkcjonalnymi plastyczności będzie np. przebudowa pól receptorowych w mózgu (obszarów kory mózgowej odpowiedzialnych za przetwarzanie sygnałów płynących z określonych obszarów ciała, np. ze skóry dłoni) (Vetulani, 2014). Nie zawsze wiedza o plastyczności mózgu była wykorzystywana w procesach nauczania – uczenia się. Dziś wiemy, że plastyczność mózgu nie tylko umożliwia przyswojenie wiedzy, ale również jest odpowiedzialna za jej konstruowanie (Dylak, 2013). Mózg zmienia się w interakcji ze środowiskiem każdego dnia, w każdej chwili. Ewolucyjnie mózg był kształtowany przez warunki zewnętrzne, które po części człowiek sam tworzył, lecz rozwiązywanie problemów, myślenie analityczne, uogólnianie nie było dla mózgu naturalną sprawnością (Dylak, 2013). Mózg nauczył się tych czynności dzięki rozwiązywaniu przez człowieka coraz trudniejszych zadań, używaniu narzędzi i ich

wytwarzaniu. Zdaniem prof. Dylaka mózg człowieka w toku ewolucji „nauczył się myśleć”. Odnosząc to do nauczania w szkole, można stwierdzić, że samo uczestniczenie ucznia w lekcjach, pamięciowe wyuczenie się przez niego informacji niekoniecznie doprowadzi do rozwoju myślenia i opanowania umiejętności rozwiązywania problemów. Aby ukształtować u ucznia umiejętność rozwiązywania problemów, trzeba stawiać go w sytuacjach problemowych, stwarzać mu okazje do rozwiązywania trudności i myślenia (Potyrała, 2011; Stawiński, 2006). Rozwiązywanie przez uczniów problemów przyczynia się do zwiększenia plastyczności oraz powstania nowych ścieżek neuronalnych w ich mózgach.

Najważniejszym przykładem plastyczności neuronalnej jest neurogeneza, czyli tworzenie nowych komórek nerwowych w mózgu dojrzałych zwierząt i człowieka. W 2009 roku Elizabeth Gould udowodniła, że nowe neurony tworzą się w hipokampie, w zakręcie ząbkowanym oraz w opuszce węchowej. Jednak to, na ile będą one wykorzystywane do anatomicznego i funkcjonalnego odnawiania naszego mózgu, zależy wyłącznie od samego człowieka. Do przeżycia nowych neuronów niezbędny jest określony wysiłek w uczeniu się. Ale nie każdy poziom wysiłku związanego z uczeniem się sprzyja zachowaniu największej liczby nowych neuronów. Przypuszczalnie najwięcej neuronów „ratują” zadania najtrudniejsze do wyuczenia i wymagające największego wysiłku umysłowego (Dylak, 2013).

Zdaniem Vetulaniego procesy neurorozwojowe mogą być aktywowane przez zmuszanie neuronów do pracy dzięki symulacji sensorycznej, bombardowaniu mózgu nowymi wrażeniami wymagającymi odpowiedzi, a także przez wysiłek fizyczny, restrykcje kaloryczne i wysiłek intelektualny. Natomiast stres psychiczny, wolne rodniki (niewłaściwa dieta) i beczynność intelektualna oraz zubożone środowisko zmniejszają plastyczność neuronów (Vetulani, 2014).

Przetwarzanie elaboracyjne

Uczenie się jest procesem poznawczym i emocjonalnym. Za emocjonalne zaangażowanie się w proces uczenia się odpowiedzialne są: serotonina, dopamina i adrenalina. Dopamina działa głównie na najmłodszą część kory mózgowej, gdzie powstają idee, decyzje i plany działania (Dylak, 2013). Wysoki poziom dopaminy pojawia się w mózgu, kiedy skupiamy uwagę na nowym bodźcu. Jednak nie każdy bodziec wzbudza uwagę i powoduje uwolnienie dopaminy. By tak się stało, potrzeba emocji, zaangażowania wielu zmysłów. Żeby mózg ucznia mógł przetworzyć informacje, muszą one pojawiać się w kontekście mającym dla niego znaczenie i być intrygujące. Gdy informacje, wydarzenia pobudzają emocjonalnie uczniów, w ich mózgach uwalniane są neuroprzekazniki, a neurony mogą produkować białka niezbędne do tworzenia nowych wypustek i synaps, a także stabilizować już istniejące połączenia. Ale uwalniane są one jedynie wtedy, gdy nowe informacje mają znaczenie, sens dla uczniów.

Uczniowie na etapie edukacji wczesnoszkolnej są spragnieni wiedzy, ciekawi świata, dlatego zadają wiele pytań. Przez zwracanie się z pytaniem i otrzymywanie na nie odpowiedzi uwalniana jest dopamina, dzięki czemu ciekawość staje się większa. Podtrzymać ciekawość uczniów można, korzystając z metody przetwarzania, podczas której nowe zagadnienia opracowywane są w kontekście wcześniej

przyswojonej wiedzy. Zadaniem uczniów jest poznawanie zagadnień na podstawie zadanych sobie lub nauczycielowi pytań, służących odkrywaniu związków zależności, podobieństw, różnic, wytwarzaniu skojarzeń, odnoszeniu ich do własnych doświadczeń. Odkryte w odpowiedziach nowe informacje przetwarzane i włączane są do już posiadanych. W umysłach tworzy się wiedza ustrukturyzowana (nielinearna), której elementy są powiązane licznymi zależnościami (Kaczmarzyk, 2017).

Ważne są również umiejętności nauczycieli w indywidualizowaniu nauczania, tak aby każdy uczeń mógł pracować we własnym tempie oraz odpowiedzialnie podejść do rozwiązywania zaproponowanych zadań. Treści nauczania, jakie uczniowie opanują w szkole, zależą od samych uczniów, ale to, jak będą je wykorzystywać, jak będą nimi operować, zależy już od nauczyciela. Motywacja do nauki powinna więc pochodzić z faktycznego zainteresowania się danym przedmiotem, a nie z przymusu.

Neurony lustrzane a uczenie się

Badania prowadzone przez zespół Giacomo Rizzolattiego ujawniły istnienie szczególnego typu komórek nerwowych nazwanych neuronami lustrzanymi, znajdujących się w korze ruchowej makaków (Ramachandran, 2012). Prowadząc eksperymenty z udziałem małp, uczeni przypadkowo zauważyli, że niektóre neurony wydawały się aktywne nie tylko wtedy, gdy małpa sięgała po jakiś przedmiot, lecz również wtedy, gdy małpa wyłącznie obserwowała badacza sięgającego po ten przedmiot. Późniejsze badania dodatkowo pokazały, że to nie obserwacja każdego przypadkowego ruchu aktywuje neurony lustrzane, ale liczy się też celowość ruchu. Nie aktywują się one np. wtedy, gdy obserwujemy ruch nieskierowany na konkretny przedmiot, a nawet ruch z wykorzystaniem narzędzi. Dzięki wykorzystaniu metody obrazowania aktywności mózgu rezonansem magnetycznym (fMRI) stwierdzono obecność neuronów lustrzanych także u ludzi. Nie ma jednak wśród naukowców zgody co do ich funkcji i istnieje potrzeba dalszych badań w tym zakresie (Dylak, 2013). Obecność neuronów lustrzanych wskazuje na możliwość uczenia się przez obserwację, jednak wyobrażenie sobie określonych czynności nie zastąpi ich rzeczywistego wykonania. W nauczaniu biologii niezbędnym etapem w kształtowaniu umiejętności praktycznych jest obserwacja przez uczniów poprawnie wykonanych przez nauczyciela czynności składających się na daną umiejętność, a następnie naśladownictwo przez uczniów tych czynności. Po wyeliminowaniu błędów uczniowie ćwiczą i doskonalą wykonywanie czynności. W ten sposób np. opanowują umiejętności wykonania prostych preparatów mikroskopowych. Dla nauczycieli planujących nauczanie ważna jest również informacja, że wszystkie narządy człowieka mają swoje reprezentacje w mózgu, a dokładnie w pasie czuciowym i ruchowym, ale też aktywności z odbiorem różnych wrażeń (Frith, 2017). W nauczaniu ważne jest przetwarzanie sensoryczne, gromadzenie informacji wszystkimi zmysłami, które to informacje następnie będzie można wykorzystać w konkretnym działaniu. Dlatego duże znaczenie ma samodzielne przeprowadzanie przez uczniów obserwacji i doświadczeń, a także prowadzenie dyskusji.

Podsumowanie

Można stwierdzić, że warunkiem niezbędnym do wzrostu sprawności mózgu jest uczenie się. Aby rzeczywiście się uczyć, musimy lubić i chcieć to robić. Każda osoba, bez względu na wiek, uczy się tylko tego, co ją interesuje, intryguje, co ma dla niej znaczenie. Tylko wtedy w mózgu powstają substancje, które przyczyniają się do powstania nowych komórek nerwowych i nowych połączeń między nimi, wydzieła się dopamina odpowiedzialna za uczucie przyjemności. Do uczenia się zarówno w szkole, jak i poza nią niezbędne jest środowisko stymulujące ten proces. Za profesorem Dylakiem (2013) można przyjąć, że „mózg jest podmiotem i przedmiotem działania nauczyciela, jest narządem, który stworzony jest do uczenia się”.

Literatura

1. Blakemore S.J., Frith U. 2008. *Jak uczy się mózg?*, Kraków: Wydawnictwo UJ, s. 10–11.
2. Brzezicka A. 2013. Jak mózg działa (i skąd o tym wiemy). *Niezbędnik Inteligentna*, 4.
3. Dylak S. 2013. *Architektura wiedzy w szkole*. Warszawa: Difin.
4. Dylak S. 2017. „Po dzwonku”. Rozmowa z prof. Stanisławem Dylakiem o dobrej szkole, do której nam coraz dalej, o polskiej szkole systemowego deformowania oraz o szkole marzeń. *Polityka*, 36 (3126).
5. Frith Ch. 2017. *Od mózgu do umysłu. Jak powstaje nasz wewnętrzny świat*. Warszawa: Wydawnictwo UW.
6. Herbst M. 2016. Szkolne błędy. *Polityka*, 46 (3085).
7. Kaczmarzyk M. 2017. *Szkoła neuronów. O nastolatkach, kompromisach i wychowaniu*. Słupsk: Dobra Literatura.
8. Kotarski R. 2017. *Włam się do mózgu*. Warszawa: Altenberg.
9. Krzemieńska A. 2013. Jak mózg poznawaliśmy? *Niezbędnik Inteligentna*, 4.
10. Miąso J. 2009. Szkolnictwo w XIX-wiecznej Europie i początki pedagogiki porównawczej w Anglii. *Rozprawy z Dziejów Oświaty*, 46: 85–146.
11. Moskalewicz M. 2013. Krótka historia mózgu. *Czas Kultury*, 164 (5): 12–21.
12. Potyrała K. (red.). 2011. *Kreatywny nauczyciel – wskazówki i rozwiązania*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
13. Ramachandran V.S. 2012. *Neuronauka o podstawach człowieczeństwa. O czym mówi mózg?* Warszawa: Wydawnictwo UW.
14. *Raport o stanie edukacji 2013. Liczą się nauczyciele*. (2014). Warszawa: ORE.
15. Sadowski B. 2012. *Biologiczne mechanizmy zachowania się ludzi i zwierząt*. Warszawa: PWN.
16. Spitzer M. 2007. *Jak uczy się mózg*. Warszawa: PWN.
17. Stawiński W. (red.). 2006. *Dydaktyka biologii i ochrony środowiska*. Warszawa: PWN.
18. Szyłło A. 2016. Studiowanie to znaczy zgłębianie wiedzy. Klasa zniewalających Einsteinów. Z Marią Mach rozmawia Aleksandra Szyłło.
19. Śliwerski B. 2013. Precz z gimnazjami. *Polityka*, 35 (2922).
20. Vetulani J. 2014. *Mózg: fascynacje, problemy, tajemnice*. Kraków: Wydawnictwo Benedyktynów TYNIEC.

Streszczenie

Mózg jest skomplikowaną strukturą składającą się z ok. stu miliardów neuronów. Jednocześnie jest najmniej poznanym przez człowieka narządem. Warunkiem niezbędnym do wzrostu sprawności mózgu jest uczenie się. Aby rzeczywiście się uczyć, musimy lubić i chcieć to robić. Do uczenia się zarówno w szkole, jak i poza nią niezbędne jest środowisko stymulujące ten proces. Zdaniem profesora Dylaka – mózg jest podmiotem i przedmiotem działania nauczyciela, narządem stworzonym do uczenia się. W artykule przedstawiono wyniki badań nad mózgiem i ich znaczenie w edukacji.

Słowa kluczowe: badania nad mózgiem, nauczanie i uczenie się, edukacja szkolna

Achievements of brain research in improving school-learning**Abstract**

The brain is a complex structure consisting of about 100 billion neurons. At the same time, it is the least known human organ. A prerequisite for increasing the efficiency of the brain is learning. To actually learn, we must like and want to learn. For learning both at school and outside it is necessary to stimulate this process. According to prof. Dylak – the brain is the subject and object of the teacher's activity, it is an organ that is created for learning. The article presents the results of research on the brain and their importance in education.

Keywords: brain research, teaching and learning, school education