

Skuteczność procesu uczenia się z wykorzystaniem TIK a pobudzenie układu nagrody – studium krytyczne

BEATA JANCARZ-ŁANCZKOWSKA*¹ KATARZYNA POTYRAŁA**²

¹Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

²Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie

Głównym celem podjętych eksploracji była refleksja krytyczna nad możliwościami wykorzystania pobudzania układu nagrody podczas korzystania z technologii informacyjnych w trakcie uczenia się. Autorki podjęły próbę odpowiedzi na pytanie: Jaka jest rola (układu) nagrody w motywacji do działania i w procesie uczenia się? Poszukując odpowiedzi na pytanie badawcze, zastosowano niereaktywne metody badawcze skoncentrowane głównie na analizie treści różnych przekazów na temat procesu uczenia się. Szczególnym obszarem badań była regulacja metapoznawcza w kontekście wpływu układu nagrody na procesy uczenia się. Stwierdzono, że refleksja pedagogiczna w zbyt małym stopniu koncentruje się na tych zagadnieniach, zwłaszcza w kontekście zastosowania technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) w edukacji. Badania i analizy nie dotyczą rzeczywistych efektów uczenia się, a proponowane narzędzia badawcze mają związek głównie z innowacjami technicznymi lub organizacyjnymi.

SŁOWA KLUCZOWE: dopamina, TIK, uczenie się, układ limbiczny, układ nagrody.

* E-mail: beata.jancarz-lanczkowska@uken.krakow.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8292-552X>

** E-mail: kpotyrala@uafm.edu.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9926-0803>

The effectiveness of stimulating the reward system in learning with the use of ICT – a critical study

The main objective of the research was to reflect critically on the possibilities of using the stimulation of the reward system during information technologies-aided teaching and learning. The authors attempt to answer the question: What is the role of the reward system in the motivation to act and in the learning process? In search of an answer to this question, non-reactive research methods were used, focused mainly on the analysis of the content of various messages about the learning process. A special area of research was metacognitive regulation in the context of the influence of the reward system on learning processes. It was found that pedagogical reflection focuses too little on these issues, especially in the context of using information and communication technologies (ICT) in education. Research and analysis does not focus on actual learning outcomes, and the proposed research tools are mainly concerned with technical or organizational innovations.

KEYWORDS: dopamine, ICT, learning, limbic system, reward system

1. Wprowadzenie

W każdej sekundzie do mózgu docierają miliardy bodźców, dlatego mózg zajęty jest bezustannym przewidywaniem tego, co może się wydarzyć. Jeśli wydarzy się coś niespodziewanie lepszego od tego, co przewidywał mózg, jest w nim generowany sygnał, który sprawia, że zachodzi uczenie się – pisze Manfred Spitzer (2012). Biologiczna ocena bodźców dokonuje się w układzie limbicznym zbudowanym z hipokampu, ciała migdałowatego i przegrody, powiązanych z jednej strony z korą przedczołową i obszarami podkorowymi, a z drugiej z podwzgórzem i pniem mózgu. Układ limbiczny bierze udział w funkcjach autonomicznych, emocjonalnych i poznawczych, a sam hipokamp odgrywa kluczową rolę w niektó-

rych formach pamięci (Jagodzińska, 2008). Dopamina, jeden z wielu neuroprzekaźników występujących w ośrodkowym układzie nerwowym, zyskała szczególne zainteresowanie farmakologów ze względu na swoją rolę w regulacji nastroju oraz procesach motywacji i wzmacniania. Skupisko neuronów dopaminergicznych to właśnie tzw. układ nagrody. Mimo że w mózgu istnieje kilka układów tego typu, mezolimbiczny szlak dopaminergiczny wydaje się najważniejszy w procesach motywacyjnych.

Szybkie odnajdywanie i tworzenie informacji przez AI (*artificial intelligence*), wizualizacja budowy różnych struktur w AR (*augmented reality*), immersja w przestrzeń osiągnana poprzez zastosowanie VR (*virtual reality*), uruchamianie procesów grywalizacji, samodzielne tworzenie treści i wymienianie się nimi z uczestnikami grup społecznościowych na całym świecie – to tylko część sytuacji, w których uruchamiany jest układ nagrody, a stąd tylko krok do utworzenia trwałych śladów w pamięci, czyli uczenia się. Trzeba jednak nadmienić, że tego typu mechanizmy są kwestionowane z kilku powodów. Jak piszą fizjolodzy, z czasem rozwija się tolerancja na działanie nagradzające i w konsekwencji, aby móc uzyskać ten sam oczekiwany efekt, należy zwiększyć dawkę lub ilość czynnika „motywacyjnego”. Takie zaburzone, nałogowe zachowanie staje się nawykiem, który w późniejszym okresie może przyjąć formę uzależnienia, np. od Internetu. Wyniki badań potwierdzają, że bezustannie pobudzany układ nagrody przez niekontrolowane obcowanie z Internetem może prowadzić do uzależnień, których mechanizm jest podobny do uzależnień od jedzenia, leków, zakupów czy hazardu.

Głównym celem badań było podjęcie refleksji krytycznej nad propagowanymi przez niektórych badaczy możliwościami wykorzystania pobudzania układu nagrody podczas korzystania z technologii informacyjnych w trakcie zdalnej nauki.

2. Tło teoretyczne

Pamięć i procesy uczenia się mają związek z emocjami

Rozwój technik dających możliwość obrazowania pracy mózgu pozwala na coraz lepsze rozumienie procesów zapamiętywania informacji, przechowywania ich, wydobywania z pamięci, a także zapominania, czyli etapów uczenia się człowieka. Jednocześnie obserwacja złożoności tych procesów ugruntowuje przekonanie, że do ostatecznego ich wyjaśnienia wiedzy jeszcze długa droga poprzez nowe, odważne hipotezy neurobiologów, zaskakujące wyniki badań i formułowane na ich podstawie wnioski. Poszukując lokalizacji pamięci w mózgu, musimy zdawać sobie sprawę ze złożoności tego problemu. Prawdopodobnie funkcjonowanie pamięci jest związane z wieloma obszarami mózgu, a związki te mają specyfikę zależną zarówno od rodzaju pamięci, jak i od fazy procesu. Ponadto w każdym przypadku zaangażowane są zespoły szeroko rozproszonych neuronów, które tworzą obwody łączące różne części mózgu (Jagodzińska, 2008). Proces przetwarzania informacji w swym głównym założeniu zawiera komponent aktywności umysłowej osoby uczącej się, co jest też bardzo indywidualnym zjawiskiem, zależnym od wielu czynników zewnętrznych i wewnętrznych (czynniki afektywne, społeczne i kontekstowe przyczyniające się do zmiany koncepcji u osoby uczącej się). Złożone środowisko nauczania musi koniecznie kolidować z pomysłami uczniów – przekonuje twórca allosterycznego modelu uczenia się André Giordan (1998). Może dlatego nie potrzebujemy wcale jednego modelu uczenia się, lecz wielu modeli konkurencyjnych, które zastosujemy jednocześnie – przypuszczają kognitywiści (Miłkowski, 2016).

Obserwacje przebiegu procesów myślowych oraz analiza prac z zakresu dydaktyki i epistemologii wskazują, że za motywacjami do uczenia się kryją się odpowiednie emocje, powstające w reakcji na istotne dla jednostki bodźce lub doświadczenia życiowe zapamiętane wcześniej

i wydobywane z pamięci (Giordan, 1978; Giordan i de Vecchi, 2010). Emocje to reakcje natychmiastowe i automatyczne o różnym natężeniu, które pojawiają się w odpowiedzi na zdarzenie wyzwalające. Psychologowie wciąż dyskutują o tym, jak liczyć i kategoryzować podstawowe emocje. Identyfikowanie emocji byłoby bardzo przydatne dla uczniów (Giordan i Binda, 2020). Za ocenę bodźców jako pozytywnych lub negatywnych i sterowanie reakcjami emocjonalnymi odpowiedzialna jest filogenetycznie stara struktura mózgowia – układ limbiczny (łac. *limbus* – ‘rąbek’). Należy podkreślić, że układ limbiczny poza oceną bodźców pełni inne, różnorodne funkcje, m.in. kieruje emocjami, motywacją, wędchem, zachowaniami oraz pamięcią. Ponadto wchodzi w interakcje z ośrodkami kory mózgowej, co przejawia się określonymi zachowaniami emocjonalnymi, takimi jak śmiech czy płacz (Campbell i in., 2014). Układ ten przypisuje naszym doświadczeniom ocenę i tym samym nadaje im znaczenie. Zdarzenie w rozumieniu psychologicznym pojawia się tak naprawdę dopiero poprzez „znaczenie”, ponieważ właśnie wtedy zostaje wyłonię z całego ciągu przeżyć i zakodowane w pamięci jako wyrazisty, odrębny byt (Spitzer, 2016). Dzięki zjawisku pamięci zależnej od stanu możliwe jest różnicowanie nabywanych informacji w zależności od towarzyszących im stanów emocjonalnych. Jeśli opanowywaniu materiału towarzyszą różnorodne emocje (wzbudzone przez nabywane informacje lub wynikające z innych źródeł), to poszczególne jego treści mogą zostać skojarzone z odmiennymi emocjami. Takie emocjonalne zróżnicowanie materiału ułatwia późniejsze odpamiętywanie – konkretne emocje stają się wskazówkami do wydobycia określonych treści (Bąbel i Wiśniak, 2016). Układ nagrody znajdujący się w starych filogenetycznie obszarach mózgowia prawdopodobnie rozwinął się w celu motywowania nas do poszukiwania rzeczy najważniejszych dla naszego przetrwania, takich jak pożywienie i woda. Pod tym względem to genialny mechanizm. W końcu jak najlepiej zagwarantować, żebyśmy zdo-

bywali to, co niezbędne do przeżycia, niż zadbać o to, żeby sprawiało nam to przyjemność (Dingman, 2020)? Ludzie są z natury zmotywowani do działania i nie potrafią inaczej funkcjonować, gdyż temu służy bardzo efektywny układ wbudowany w ich mózg. Gdybyśmy go nie mieli, nie przeżylibyśmy (Spitzer, 2012).

Czynnika determinującego proces uczenia się można szukać również w emocjach generowanych przez szkołę. Brak dobrego samopoczucia w szkole może doprowadzić młodą osobę do rezygnacji z nauki. Uczeń potrzebuje bezpieczeństwa i pewności w procesie uczenia się oraz w swoich relacjach z dorosłymi. Zbyt restrykcyjne lub swobodne zachowanie nauczyciela w obliczu błędów i trudności ucznia (kary lub brak nagrody) przyczyniają się do znacznej utraty bezpieczeństwa, co prowadzi ucznia do zaniechania nauki z powodu braku motywacji do uczenia się. Uczeń odczuwa emocje, takie jak: smutek, złość czy strach, na różne sposoby, niekoniecznie je rozumiejąc (Giordan i Binda, 2020).

Gdzie dokładnie się mieści i jak funkcjonuje układ nagrody?

Układ limbiczny, w obrębie którego funkcjonuje układ nagrody, to zbiór struktur korowych i podkorowych mieszczących się na przyśrodkowej powierzchni półkul mózgowych. Wszystkie te struktury tworzą sieć wzajemnych powiązań łączącą się z jednej strony z pniem mózgowia, z drugiej strony z ośrodkami kory mózgowej. W pniu mózgowia znajdują się jądra zawierające neurony, które wytwarzają jako neuroprzebieżniki noradrenalinę, dopaminę i 5-hydroksytryptaminę (serotoninę). W jądrach tych biorą początek drogi noradrenergiczne, dopaminergiczne i serotonergiczne (Brzozowski, 2019). Nazwa tych systemów pochodzi od rodzaju występującego w nich neurotransmitera: noradrenaliny, dopaminy i serotoniny.

Z funkcjonowaniem układu nagrody związana jest droga dopaminergiczna, a więc szlak neuronów łączących się ze sobą poprzez synapsy, w których neurotransmiterem jest dopamina. Dla zrozumienia przebiegu tej drogi i działania układu nagrody istotne jest zwrócenie uwagi na kilka kluczowych elementów anatomicznych: znajdujące się w pniu mózgowia pole brzuszne nakrywki śródmózgowia (*ventral tegmental area, VTA*), w którym skoncentrowane są neurony dopaminowe, oraz miejsca projekcji tych neuronów – jądro półleżące (*nucleus accumbens*), kora przedczołowa (*prefrontal cortex*) i prążkowie (*striatum*). Szczególną rolę w funkcjonowaniu układu nagrody odgrywa odcinek drogi dopaminergicznej z pola brzuszego nakrywki śródmózgowia do jądra półleżącego, zwany szlakiem mezolimbicznym. Neurony tego szlaku pod wpływem stymulacji uwalniają dopaminę, wywołując uczucie euforii i satysfakcji. Naturalne, fizjologiczne pobudzenie układu nagrody polega na umiarkowanym, krótkotrwałym uwalnianiu dopaminy z neuronów VTA do szczelin synaptycznych (synaps) oddzielających te neurony od neuronów znajdujących się w jądrze półleżącym. Nadmiar dopaminy, która w wyniku stymulacji układu nagrody pojawia się w synapsie, zostaje po spełnieniu przez nią jej roli usunięty (Szukalski, 2009). Należy także podkreślić zwrotne oddziaływanie obszarów kory przedczołowej na sygnał dopaminy. Kora przedczołowa to region mózgu odgrywający ważną rolę w osądach, planowaniu i innych funkcjach wykonawczych. W prawidłowych warunkach opanowanie impulsów skłaniających do uzyskania natychmiastowego efektu nagradzającego na rzecz osiągnięcia celów ważniejszych lub silniej nagradzanych następuje w wyniku wysyłania przez korę przedczołową hamujących sygnałów do dopaminergicznych neuronów VTA mezolimbicznego układu nagrody (Szukalski, 2009).

3. Rama koncepcyjna

Uczenie się oznacza ciągle tkanie wielu powiązań pomiędzy strukturą myślenia ucznia a informacją, które nie są prostą zależnością pomiędzy bodźcami a reakcją. W akcie uczenia się uczeń potrzebuje pomocy innych osób, aby pokonać mechanizmy konfrontacji nieznanego z nowym. To proces bardzo złożony, a wiara w to, że nagroda (wzmocnienie pozytywne) otrzymana za dobrze rozwiązane zadanie oznacza sukces edukacyjny (trwałą i operatywną wiedzę), jest bardzo złudna. Giordan uważa, że akt uczenia się jest rozumiany jako całość, która nadaje jednostce zdolność „sprostania wyzwaniu złożoności świata” i dopiero w konfrontacji z rzeczywistością codziennego życia weryfikujemy wartość „nagród” otrzymanych za pewne zadania istniejące poza szerszym kontekstem.

Autorki podjęły próbę udzielenia odpowiedzi na pytanie: Jaka jest rola (układu) nagrody w motywacji do działania i w procesie uczenia się?

Od niedawna istnieją podstawy do zrozumienia układu nagrody i roli dopaminy w wyższych czynnościach umysłowych, przede wszystkim w motywacji i uczeniu się. Sygnał dopaminowy neuronów znajdujących się w części brzusznej nakrywki śródmózgowia prowadzi do aktywacji prążkowiec, co z kolei wywołuje uwalnianie endogennych opiatów w płacie czołowym. Ta sekrecja stwarza subiektywny efekt nagrody i w zakresie przetwarzania informacji pełni funkcję odzwierciedlenia (*gating*): sekwencja zachowań czy zdarzenie, które doprowadziły do rezultatu lepszego, niż się spodziewaliśmy, są dalej przetwarzane i z większym prawdopodobieństwem zostaną zapamiętane. Możemy też powiedzieć: zachodzi uczenie się (Spitzer, 2012). Co ciekawe, nasz układ dopaminowy działa nie tylko w chwili otrzymania nagrody, lecz także w oczekiwaniu na nią. Neurony dopaminowe już w momencie oczekiwania na coś miłego sygnalizują nagrodę, ale też potrafią wspomnieniami powrócić do przyjemnego

momentu (Vetulani i Mazurek, 2015). Układ nagrody można by zatem nazywać „układem czekania na nagrodę”. Poziom dopaminy w organizmie (zwłaszcza rozprawdanej szlakiem obejmującym płat czołowy, a zatem związanym z działaniem świadomym, ukierunkowanym, modyfikowanym) łączy się raczej z poziomem mobilizacji (pobudzenia) i motywacji niż z odczuciem przyjemności (Chojak, 2019). Ustalono, że ten neuroprzekaźnik nie odpowiada za zapewnienie organizmowi nagrody bądź pozytywnych stanów emocjonalnych (uczucia przyjemności) – jak wcześniej twierdzono – ale mobilizuje do podjęcia działań służących uzyskaniu czegoś korzystnego albo ustrzeżenia się przed czymś niepożądanym. Dopamina nie jest w takim razie wytwarzana po uzyskaniu gratyfikacji (nagrody), lecz zaczyna działać znacznie wcześniej, i to za jej sprawą uzyskujemy nagrodę bądź unikamy nieprzyjemności (kary). Uzmysłowanie sobie celu prowadzi zatem do produkcji dopaminy i w konsekwencji do zwiększenia motywacji do działania (Sikorski, 2015). Teorię automatycznego łączenia działania dopaminy wyłącznie lub przede wszystkim z przyjemnością można raczej odnieść do mechanizmów uzależnienia. Wówczas substancja uzależniająca nie tylko zwiększa poziom dopaminy, ale jednocześnie blokuje inne obszary mózgu, np. korę przedczołową. Aktywowany jest wówczas jeden szlak dopaminogenny – ten związany wyłącznie z emocjami, bez udziału świadomości. Sytuacja ta nie ma jednak miejsca w trakcie nauki, gdy aktywnie wykorzystywane są obszary kory przedczołowej. Nie można zatem bezpośrednio przenosić wniosków z badań nad uzależnieniami na obszar edukacji (Chojak, 2019). Nauka dokonuje się na podstawie oceny rezultatu. W trakcie poznawania rzeczywistości czy działania jedne ośrodki mózgu skupiają się na aktywności, inne oceniają działanie. Te drugie mobilizują człowieka do aktywności lub od niej odwołują. Stanislas Dehaene (2022) przywołuje wyniki badań dwóch amerykańskich badaczy – Roberta Rescorla i Allana Wagnera, którzy na początku lat 70. ubiegłego wieku wy-

sunęli następującą hipotezę: mózg uczy się tylko wtedy, kiedy zauważa rozbieżność między tym, co przewiduje, a tym, co otrzymuje. Bez sygnału błędu niemożliwe jest wystąpienie nauki, a fundamentalnym motorem procesu nauki jest zaskoczenie. Dopamina bierze udział w uczeniu się dzięki tak zwanemu błędowi przewidywania nagrody. Rzecz w tym, że ilekroć mózg napotka coś, co może być satysfakcjonujące, przewiduje, na ile wartościowa będzie ta nagroda (jak dobrze dzięki temu się poczujesz, jak długo to potrwa, na ile to będzie przyjemne dla twoich zmysłów itp.). Kiedy okazuje się, że nagroda jest lepsza, niż przewidywał, następuje silna reakcja, w której pośredniczy dopamina. Natomiast jeśli wartość nagrody jest niższa od oczekiwanej, sygnał dopaminowy zostaje stłumiony (Dingman, 2020). Do uwalniania dopaminy w układzie nagrody prowadzi także kontakt z nowością. Dopamina została więc też określona mianem substancji ciekawości i zachowań eksploracyjnych, poszukiwania nowości (Spitzer, 2012). To, co nas nie zaskakuje, nie wzbudza w nas ciekawości – rzeczy widziane już przez nas tysiąc razy stają się nudne. Jednakże nie mamy też pociągu do rzeczy zbyt nowatorskich czy zaskakujących albo tak dezorientujących, że umyka nam ich struktura – stopień ich komplikacji nas zniechęca. Pomiędzy nudą spowodowaną zbytnią prostotą danego zjawiska a awersją do zbyt złożonego ciekawość w naturalny sposób prowadzi nas ku obszarom nowym, ale dostępnym (Dehaene, 2022). Można powiedzieć najogólniej, że uczenie się to proces rozpoznawania rzeczywistości, w którym dostosowujemy i weryfikujemy dotychczasową wiedzę i umiejętności do nowych sytuacji.

4. Metodyka badań

Poszukując odpowiedzi na pytanie badawcze, zastosowano niereaktywne metody badawcze skoncentrowane głównie na analizie treści różnych przekazów na temat procesu uczenia się. Do form przekazu można zaliczyć, jak wskazuje Earl Babbie (2013): książki, strony internetowe, platfor-

my internetowe oraz części, z których się one składają lub złożone z nich zbiory. Możliwymi jednostkami analizy były: książki, strony internetowe, akapity, wiersze, edukacyjne gry komputerowe, platformy e-learningowe oraz zakładki na stronach internetowych. Analiza treści jako sposób obserwacji wymagała przemyślanego posługiwania się tym, „co” jest komunikowane. Analiza danych zebranych tą metodą, podobnie jak w przypadku innych metod, odnosi się do pytań „dlaczego” i „z jakim skutkiem” (Babbie, 2013, s. 359). Przyjęto, że zastosowana metoda ma charakter quasi-analityczny i dotyczy wytworów społecznych umożliwiających zrozumienie głównych mechanizmów uczenia się i komunikowania się ludzi w celu usprawnienia procesu edukacyjnego.

5. Wyniki badań

Zdaniem Giordana (2002) modele edukacyjne nie mają szans na skuteczność, jeśli w trakcie ich stosowania nie weźmiemy pod uwagę opinii, jaką posiada na dany temat sam uczeń. Główną cechą mózgu jest jego zdolność do interakcji i regulacji. Podstawą aktu uczenia się na poziomie mózgu jest „reorganizacja połączeń”. Praca mózgu jest komplementarna i pozostaje w stałym dialogu pomiędzy strukturami poznawczymi. Koncepcja powstająca w umyśle ucznia (rozumiana jako reprezentacja wiedzy) nie jest ani dobra, ani zła. Stanowi dla jednostki ramy odniesienia w zależności od osobistego kontekstu, w którym ewoluuje.

Prawdziwa motywacja dotycząca uczenia się często jest w opozycji do prób sprostania oczekiwaniom szkoły i nauczyciela. Teoria oczekiwań opiera się na założeniu, że motywacja jednostki zależy od jej siły pragnienia oraz prawdopodobieństwa zaspokojenia tego pragnienia. Dobrze, gdy to pragnienie dotyczy procesu uczenia się, gorzej – gdy dotyczy zaspokojenia oczekiwań nauczyciela i rodziców, którzy utożsamiają nagrody otrzymane przez ucznia ze spełnieniem przez niego ich własnych

oczekiwań. Uczenie się to aktywność umysłowa. Wszystko jest „kwestią interakcji” – mówi nam Giordan (2002). Uczeń jest prawdziwym mistrzem gry, musi być „wynalazcą” swojej nauki, nagrodą może być dla niego pokonanie własnych ograniczeń, zmierzenie się z trudnością, wyjście ze strefy komfortu i doświadczenie czegoś nowego. W tym procesie wymiar emocjonalny nabiera ogromnego znaczenia. Uczeń musi być „zaniepokojony swoją pewnością” i powinien ciągle ją weryfikować, ale nie może czuć się zagrożony utratą potencjalnej nagrody. Prawdziwa wiedza musi być kontekstowa i „biodegradowalna” (Giordan, 2002).

Korzystanie z technologii informacyjnych a układ nagrody i znaczenie tej zależności w procesie uczenia się

Internet zdaje się posiadać wszystkie atrybuty, jakie powinna mieć nagroda uruchamiająca cały szereg zdarzeń prowadzący do uwolnienia dopaminy i uaktywnienia obszarów kory mózgowej odpowiedzialnych za zapamiętywanie. Szybkość efektu, atrakcyjność percepcyjna, pewna doza nowości, a także bardzo często element zaskoczenia i uzyskanie efektów lepszych, niż się spodziewaliśmy, czyni z technologii informacyjnych opartych na globalnej sieci internetowej jak najbardziej przydatne narzędzie wspierające proces uczenia się. Informacja stała się dostępna na wyciągnięcie ręki w dowolnym miejscu i w dowolnym czasie, a odpowiedź na nurtujące pytanie staje się natychmiastową „nagrodą”. Pokolenie sieci nie zadowoli się czekaniem do wieczora na serwis informacyjny czy ulubiony program telewizyjny. Młodzi ludzie chcą mieć dostęp do informacji tam, gdzie są, i wtedy, kiedy chcą (Tapscott, 2010). W raporcie *Neuronauka i edukacja* Paul Howard-Jones opisuje, jak stosowanie gier poprzez uruchamianie układu nagrody może wpływać na proces uczenia się:

Popularne gry dostarczają nieprzewidywalnych wzmocnień według szybko zmieniających się rozkładów, co stymuluje mózgowy układ nagrody. Reakcja mózgowego układu nagrody może pozytywnie wpływać na tempo uczenia się. Poza wielkością nagrody na aktywność układu nagrody wpływa również szereg czynników związanych z kontekstem. Inicjatywy mające na celu rozwój i praktyczne zastosowanie gier edukacyjnych już w chwili obecnej bazują na wiedzy naukowej o mózgu i umyśle. Nadal brakuje jednak starannie kontrolowanych porównań ich skuteczności z innymi technikami nauczania (Howard-Jones, 2020, s. 24).

Praktyka pedagogiczna w małym stopniu nadąża za odkryciami w zakresie neuronauki. Wprawdzie powstaje wiele interaktywnych platform edukacyjnych oferujących różne poziomy aktywności studentów i uczniów oraz opisuje się wspomagane komputerowo uczenie się oparte na współpracy, jednak wymagają one ponownej rewizji wraz z przedstawieniem ich ograniczeń i możliwości oraz powiązań z modelami i teoriami pedagogicznymi. Do najczęściej stosowanych należy wciąż model jednokierunkowego transferu wiedzy (od nauczyciela lub innych środków przekazywania informacji) połączonego z pokazem, wykładem lub referatem. Uczestnicy ogólnie pozytywnie oceniają platformy, przy czym ocena ta dotyczy głównie struktury platform, łatwości ich obsługi, a także bezproblemowego połączenia i dostępu do różnych treści, natomiast niewiele wiadomo o rzeczywistej użyteczności tych miejsc z perspektywy środowisk uczenia się (Tomczyk, Potyrała, Włoch, Wnęk-Gozdek i Demeshkant, 2020). W ostatnich latach wzrosła popularność mobilnego uczenia się, w którym jednym z najważniejszych kryteriów zastosowania jest posiadanie urządzenia mobilnego z dostępem do Internetu i z możliwością robienia zdjęć, tworzenia filmów i animacji oraz uczestnictwa w sieciach społecznościowych. W modelu tym istnieje pewna własna aktywność poznawcza podmiotu, jednak

nauczyciel, korzystając z aplikacji, często stosuje strategie asocjacyjne (pokazy) i organizacyjne (instrukcje), a więc prezentuje podejście quasi-problemowe. Aby podczas korzystania z gier i aplikacji mobilnych można było mówić o uczeniu się, a nie tylko nauczaniu, nauczyciel powinien mieć dodatkowe kompetencje w zakresie projektowania i stosowania różnych strategii oraz poszukiwania alternatywnych metod pedagogicznych.

Różnego rodzaju gry i aplikacje oparte na konkurencji odznaczają się nie tylko atrakcyjnością i nieprzewidywalnością, ale także umożliwiają globalne i bardzo różnorodne współdziałanie i współpracę członków sieci. Internet jest środowiskiem, które może zapewnić kolejny warunek skutecznego uczenia się – uczenie się we współpracy. Człowiek od zawsze uczy się we wspólnocie, a wspólna aktywność czy współdziałanie jest prawdopodobnie najważniejszym wzmacniaczem, podkreśla Spitzer (2012). Pokolenie sieci chciałoby nadać poszukiwaniom informacji lub rozrywki formę dialogu. Niemal 80% osób z tego pokolenia w wieku poniżej 28 lat regularnie odwiedza blogi, które są najpopularniejszą metodą tworzenia i udostępniania treści (Tapscott, 2010). Dyskusje w grupach tematycznych, pisanie blogów czy kręcenie filmów i umieszczanie ich na YouTube jest rodzajem uczenia się we wspólnocie. Uczestnicy grupy (sieci) wspierają się i nawzajem się od siebie uczą. Odkąd Internet dał nam możliwość tworzenia własnych wiadomości oraz wyrażania opinii i poglądów, została zaspokojona jedna, jak się okazało, z najważniejszych potrzeb człowieka – mówienie i pisanie o swoich prywatnych doświadczeniach. Spitzer (2016) przytacza wyniki badań Mora Naamana, Jeffrey'a Boase'a i Chih-Hui Lai z 2010 roku, które dotyczyły analizy przypadkowo wybranych 3379 wiadomości 350 użytkowników Twittera – obecnie platforma X (równie przypadkowo wybranych). Okazało się, że 80% z tej grupy to osoby, które mówią przede wszystkim o sobie. Po-

nieważ wśród istot żywych niebędących ludźmi takie zachowania nie występują, można zakładać, że mamy do czynienia z kolejnym typowo ludzkim przejawem zachowań społecznych – skrajną skłonnością do tworzenia grup (Spitzer, 2016). Nieograniczone możliwości tworzenia sieci i grup oraz wyrażania siebie, swoich przekonań i poglądów dają poczucie wolności, która staje się czynnikiem wzmacniającym. Wszyscy marzymy o takiej wolności, ale młode pokolenie nauczyło się traktować ją jako coś naturalnego. Spodziewają się tej wolności, ponieważ dorastali w epoce cyfrowej i mieli okazję poznawać świat, odkrywać rozmaite rzeczy, rozmawiać z nieznanymi i kwestionować oficjalne wersje wydarzeń podawane przez rząd i wielkie firmy (Tapscott, 2010).

Kierując się powyższymi przesłankami, niektórzy badacze (Halavakis, 2016; Fatimah, Rajiani i Abbas, 2021) wprowadzili model uczenia się z podwójną pętlą pozytywnego feedbacku (*computer-supported collaborative learning model*, CSCL). W świetle współczesnej wiedzy na temat procesu uczenia się i znaczenia środowiska w tym procesie można jednoznacznie określić go jako quasi-społeczny i quasi-konstruktywistyczny model oparty głównie na wielokrotnych sprzężeniach zwrotnych, którego wymiar poznawczy odnosi się do tego, w jaki sposób treść informacji zwrotnej pomaga uczącym się zrozumieć treść uczenia się. Społeczny wymiar tego modelu odnosi się jedynie do wymiany informacji między uczniami a nauczycielem. Należy podkreślić, że wiedza może być przekazywana bezpośrednio tylko w określonych warunkach i rzadko są one takie same dla wszystkich uczniów. Ponadto nauczyciele mają tendencję do pewnych stałych zachowań, zwłaszcza w środowisku wirtualnym, którego wszystkie możliwości są nieznane nauczycielom o niskim poziomie umiejętności cyfrowych (Potyrała i Tomczyk, 2021). Natychmiastowe działanie osoby uczącej się w odpowiedzi na pytania lub instrukcje zamieszczone na platformie internetowej na ogół nie jest wystarczające.

Jak pisze Giordan (2002), zawłaszczanie wiedzy wynika z procesu transformacji pojęć, w których sam uczący się jest głównym aktorem. Uczeń musi skonfrontować się z nowymi informacjami i zmobilizować swoją wiedzę, a także stworzyć nowe znaczenia. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy jest zmotywowany, przy czym jego emocje również odgrywają istotną rolę. Model CSCL słusznie podnosi wymiar społeczno-afektywny, ponieważ wymiary afektywny i poznawczy są ściśle powiązane w wielu pętlach regulacyjnych i są regulowane przez czynniki społeczne. Uczenie się w dużym stopniu zależy od kontekstu i zawsze odbywa się w określonym środowisku społeczno-kulturowym.

Wszystkie możliwości cyfrowych technologii informacyjnych pobudzające układ nagrody mogą jednak mieć inne oblicze. Jak pisze Marc Dingman (2020), czasem układ nagrody działa nieco za dobrze i mózg staje się nadgorliwy w staraniach o maksymalizowanie przyjemności i minimalizowanie bólu. Jego zapal może wydobyć ciemną stronę przyjemności i ujawnić jedną z jego najbardziej zaskakujących i destrukcyjnych dychotomii. Wiele przyjemnych zachowań staje się nałogiem, ponieważ Internet oraz inne technologie mediów cyfrowych pozwalają w znacznym stopniu doświadczać przyjemności. Według tej teorii korzystanie z nich może wywoływać uzależnienie lub posiadać potencjał uzależniający (Greenfield, 2017). W ostatnich latach pojawiło się wiele wyników badań potwierdzających negatywny wpływ nadmiernego korzystania z Internetu na mózg i zachowania człowieka. Naukowcy alarmują, że cyfrowa technologia informacyjna nas rozprasza i szkodzi koncentracji i uwadze. Zakłóca procesy kształcenia, zamiast – jak często się słyszy – je wzmacniać. Podszyta lękiem niewiedza laika zderza się z elektronicznie pomnażanymi milionami razy prawdami, półprawdami i bzdurami serwowanymi mu na ekranie w sposób bezkrytyczny i pozbawiony struktury przez wyszukiwarkę (Spitzer, 2016). Małgorzata Chojak (2019) przytacza wyniki

badzeń aktywności mózgu metodą rezonansu magnetycznego w obszarze przedczołowym u dzieci wykonujących czynności edukacyjne z wykorzystaniem technologii medialnych. Dzieci biorące udział w badaniu miały różny czas kontaktu z mediami – od 30 minut do 2 godzin na dobę. Badaniami objęto obszar przedczołowy kory mózgowej. Wyniki badań potwierdziły, że czas kontaktu z mediami różnicuje neuronalny mechanizm wykonywania wybranych zadań. Istotnie statystycznie różnice objęły cały obszar grzbietowo-brzuszej kory przedczołowej. Miały one charakter dodatni lub ujemny – można zatem mówić o nadmiernej stymulacji lub niedostymulowaniu. Im dłuższy czas kontaktu dziecka z mediami, tym zmiany były większe (Chojak, 2019). Jednocześnie pojawiają się też odmienne opinie, zgodnie z którymi rewolucja technologiczna jest procesem wpisanym w rozwój cywilizacyjny człowieka. Nie ma sensu zaprzeczać, że nasze nawyki zmieniają się w odpowiedzi na nowe technologie. Tak dzieło się na przestrzeni dziejów i tak jest dzisiaj w odniesieniu do komputerów i Internetu. Podobnie jak każda inna aktywność, korzystanie z tej technologii będzie miało wpływ na nasz mózg. Jak jednak widzieliśmy, wpływ ten niekoniecznie jest szkodliwy, a może być nawet korzystny. Prawdopodobnie osoby intensywnie korzystające z Internetu stają się biegłejsze w wyszukiwaniu informacji online. Używanie komputerów w ogóle staje się stymulujące umysłowo i może pomagać w przeciwdziałaniu spadkowi sprawności umysłowej (Jarrett, 2018). Nie ulega wątpliwości, że nie powinniśmy nadużywać technologii cyfrowych w edukacji, zresztą podobnie jak innych środków dydaktycznych. Jednak nie można nie dostrzegać ich ogromnego potencjału motywacyjnego dla młodych pokoleń, szczególnie że pokolenia te rodzą się w świecie mediów cyfrowych i to jest ich naturalne środowisko życia codziennego.

6. Wnioski

Badania jednoznacznie dowodzą, że metapoznanie ma dwa wymiary: wiedzę metapoznawczą, która wskazuje, co uczący się wiedzą o uczeniu się w zakresie własnych zdolności poznawczych, konkretnych zadań i wiedzy o dostępnych i odpowiednich strategiach, oraz regulację metapoznawczą, która wskazuje, co uczący się robią w zakresie uczenia się oraz monitorowania i kontrolowania własnych procesów poznawczych. Regulacja metapoznawcza w kontekście wpływu układu nagrody na procesy uczenia się była szczególnym obszarem naszych zainteresowań badawczych. Refleksja pedagogiczna w zbyt małym stopniu koncentruje się na tych zagadnieniach. Brakuje wskaźników opisujących kompetencje metapoznawcze, czyli konkretnych opisów umiejętności i zdolności, które jednostki wykorzystują do monitorowania, kontrolowania i refleksji nad własnymi procesami uczenia się i myślenia. Rozwijając te wskaźniki, jednostki mogłyby stać się bardziej świadome własnych procesów uczenia się i myślenia oraz poprawić swoją zdolność do ich regulowania i kontrolowania, a ich układ nagrody byłby bardziej sprzężony ze świadomością celów i efektów uczenia się. Między innymi w tym celu proponuje się scalanie modeli dydaktycznych (Potyrała, 2017). W kontekście społecznego uczenia się „interakcja” nie może być mylona z faktycznym „uczestnictwem”, niezależnie od środowiska uczenia się. Informacja zwrotna i konfrontacja z innymi punktami widzenia są bardzo ważne dla uczącego się, ale nie zastępują efektywnego wykorzystania narzędzi TIK do kwestionowania i rekonstrukcji indywidualnej wiedzy osoby uczącej się.

Badania w dziedzinie neuronauki poznawczej (Shohamy i Adcock, 2010, za: Howard-Jones, 2020) pokazały, że zapisywanie informacji w pamięci deklaratywnej jest silnie związane z reakcją mózgu na nagrodę. Oznacza to, że odpowiedź neuronalna na nagrodę powinna być przedmiotem zainteresowania edukacyjnego nie tylko w kontekście motywowania

nas i tworzenia bardziej nagradzających lekcji, ale też dlatego, że nagrody wydają się mieć bardziej bezpośredni wpływ na tempo uczenia się (Howard-Jones, 2020). Czy jednak wielkość nagrody ma znaczenie? Czy zawsze nagroda sama w sobie stymuluje proces uczenia się? Dla optymalnego uczenia się istotna nie jest absolutna wartość nagrody, ale to, że jest nieoczekiwana. Zawsze wtedy, gdy organizm ma określone oczekiwania, a rezultat zachowania jest od nich lepszy, zachodzi uczenie się. Jak udało się udowodnić w badaniach eksperymentalnych, to samo dotyczy neuronów dopaminergicznych, które ulegają pobudzeniu w odpowiedzi na różnicę między oczekiwaną a otrzymaną nagrodą. W ten sposób udowodniono, że zarówno na płaszczyźnie zachowania, jak i aktywacji neuronów dopaminergicznych istotne dla uczenia się jest to, w jakim stopniu dany bodziec pozwala przewidywać nagrodę, a nie po prostu połączenie bodźca z nagrodą (Spitzer, 2012). Z powyższego wynika, że proces nagradzania, rodzaj nagród oraz moment wręczania nagrody powinien być wnikliwie przemyślany. Okazuje się, że szkodliwy wpływ obserwuje się w przypadku zewnętrznego wzmacniania ucznia (np. stopniem lub pochwałą) za wykonywanie czynności, którą lubił i wcześniej wykonywał już dla własnej przyjemności (czyli było to zachowanie wzmacniane wewnętrznie). W trakcie wielu badań stwierdzono bowiem, że jeśli uczniom umożliwi się wykonywanie lubianej przez nich czynności, obiecując za nie nagrodę, to gdy nagroda przestanie już być dostępna, uczniowie przestaną mieć ochotę na robienie tego, co wcześniej tak bardzo lubili (Lepper, Greene i Nisbett 1973, za: Bąbel i Wiśniak, 2016).

Bibliografia

- Bąbel, P. i Wiśniak, M. (2016). *12 zasad skutecznej edukacji, czyli jak uczyć, żeby nauczyć*. Sopot: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Brzozowski, T. (red.). (2019). *Konturek. Fizjologia człowieka*. Wrocław: Edra Urban & Partner.

- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain M.L., Wasserman, S.A, Minorsky, P.V. i Jackson, R.B. (2014). *Biologia*. Tłum. zbiorowe. Poznań: Dom Wydawniczy Rebis.
- Chojak, M. (2019). *Neuropedagogika. Neuroedukacja i neurodydaktyka. Fakty i mity*. Warszawa: Difin.
- Dehaene, S. (2022). *Jak się uczymy? Dlaczego mózgi uczą się lepiej niż komputery... jak dotąd*. Tłum. D. Rossowski. Kraków: Copernicus Center Press.
- Dingman, M. (2020). *Twój mózg bez tajemnic. Rzecz o emocjach, uczuciach, śnieniu i myśleniu*. Tłum. B. Jóźwiak. Poznań: Dom Wydawniczy Rebis.
- Fatimah, F., Rajiani, S. i Abbas, E. (2021). Cultural and individual characteristics in adopting computer-supported collaborative learning during COVID-19 outbreak: Willingness or obligatory to accept technology? *Management Science Letters*, 11(2), 373–378.
- Giordan, A. (red.). (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Le Centurion.
- Giordan, A. (1998). *Apprendre!* Paris: Belin.
- Giordan, A. (2002) *Apprendre!* Paris: Belin.
- Giordan, A. i Binda, M. (2020). *Interférences des émotions dans l'apprentissage*. Pobrano z <https://www.andregiordan.com/articlesindex/REVSSUe501.pdf>
- Giordan, A. i Vecchi, G. de (2010). *Aux origines du savoir. La méthode pour apprendre*. Nice: Les Éditions Ovidia.
- Greenfield, D. (2017). Uzależniające właściwości korzystania z Internetu. W: K.S. Young i C. Nabucco de Abreau (red.), *Uzależnienie od internetu. Profilaktyka, diagnoza, terapia. Poradnik dla terapeutów i lekarzy* (s. 160–181). Tłum. M. Jastrzębski. Zamość: Fundacja Dolce Vita. Pobrano z https://fundacjadolcevita.pl/lib/r6qdmUzaleznienie_od_internetu-km0tt36l.pdf
- Halavais, A. (2016). Computer-Supported Collaborative Learning. W: R.T. Craig, E.W. Rothenbuhler, K. Bruhn Jensen i J.D. Pooley (red.), *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy* (s. 1–5). Chichester–Malden (MA): Wiley-Blackwell.
- Howard-Jones, P. (2020). *Neuronauka i Edukacja: Przegląd interwencji i podejść edukacyjnych korzystających z osiągnięć neuronauki. Pełen raport i podsumowanie*. Tłum. K. Cipora, A. Bereś, E. Międzobrodzka, J. Płachetka. Pobrano z <https://osf.io/9yf8k>

- Jagodzińska, M. (2008). *Psychologia pamięci*. Gliwice: Helion.
- Jarrett, Ch. (2018). *Mózg. 41 największych mitów*. Tłum. A. Binder, M. Binder. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Miłkowski, M. (2016). *Kognitywistyka i modele umysłu*. Pobrano z <https://www.dwutygodnik.com/artukul/6322-kognitywistyka-i-modele-umyslu.html>
- Morin, E. (1982). *Science with Consciousness*. Paris: Fayard.
- Naaman, M., Boase, J. i Lai, C-H. (6–10 lutego 2010). *Is it really about me? Message content in social awareness streams*. Referat przedstawiony na ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (Association for Computing Machinery). Savannah (GA), USA.
- Potyrała, K. (2017). *iEdukacja*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Potyrała, K. i Tomczyk, Ł. (2021). Teachers in the lifelong learning process: examples of digital literacy. *Journal of Education for Teaching*, 47(2), 255–273.
- Sikorski, W. (red.). (2015). *Neuroedukacja. Jak wykorzystać potencjał mózgu w procesie uczenia się*. Warszawa: Dobra Literatura..
- Spitzer, M. (2012). *Jak uczy się mózg*. Tłum. M. Guzowska-Dąbrowska. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Spitzer, M. (2016). *Cyberchoroby. Jak cyfrowe życie rujnuje nasze zdrowie*. Tłum. M. Guzowska. Słupsk: Wydawnictwo Dobra Literatura.
- Szukalski, B. (2009). Neurobiologiczne podstawy uzależnienia od narkotyków. *Farmacja Polska*, 65(9), 655–664.
- Tapscott, D. (2010). *Cyfrowa dorosłość. Jak pokolenie sieci zmienia nasz świat*. Tłum. P. Cypryński. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
- Tomczyk, Ł., Potyrała, K., Włoch, A., Wnęk-Gozdek, J. i Demeshkant, N. (2020). Evaluation of the Functionality of a New E-Learning Platform vs. Previous Experiences in E-Learning and the Self-Assessment of Own Digital Literacy. *Sustainability*, 12(23), 10219.
- Vetulani, J. i Mazurek, M. (2015). *Bez ograniczeń. Jak rzędzi nami mózg?* Warszawa: PWN.