
Nauczyciele – nauczycielom

Przestrzenie edukacji



Tom 1: **Tadeusz Sławek**

A jeśli nie trzeba się uczyć...

Tom 2: **Krzysztof Maliszewski**

Bez-silna edukacja.

O kształceniu kruchego

Nauczyciele - nauczycielom

Nauczyciele – nauczycielom

Przestrzenie edukacji

pod redakcją
MARTY MAMET-MICHALKIEWICZ

RECENZENT

Beata Karpińska-Musiał

SERIA

Nowa Edukacja (3)

REDAKTOR SERII

Marta Tomczok

RADA NAUKOWA SERII

Krystyna Koziołek

Łukasz Lamża

Krzysztof Maliszewski

Mikołaj Marcela

Tomasz Pawlus

Publikacja finansowana w ramach projektu pozakonkursowego
„Śląska Szkoła Ćwiczeń” współfinansowanego ze środków Europejskiego
Funduszu Społecznego (POWER) nr POWR.02.10.00-IP.02-00-003/19



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita Polska



Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny

Spis treści

Słowo wstępne (*Marta Mamet-Michalkiewicz*) | 7

Tadeusz Sławek

Nowhere Man. O szkole, która się waha | 11

Marta Mamet-Michalkiewicz

Edukacja to relacja. O potrzebie dialogu
i dialogicznej postawie w nauczaniu | 25

Magdalena Piotrowska-Grot

Jedna zmiana w twojej szkole – dla kogo, kiedy i z kim? | 37

Marek Kaczmazzyk

Biologiczne podłoże mechanizmów uczenia się.
Co nam dają neuronauki w edukacji? | 55

Sylwia Kania

Czy liczby mogą kłamać?
O przykładach aktywizacji w nauczaniu matematyki | 65

Marzena Podgórna, Maciej Serda, Aneta Słodek

Chemia w badaniach naukowych
i nauczaniu. O różnych zastosowaniach węgla | 81

Mateusz Staśko

Nauczanie znaków drogowych z wykorzystaniem gier
oraz programów edukacyjnych | 99

Małgorzata Przybyła-Kasperek

Jak odkryć wiedzę z danych?
Sztuczna inteligencja i systemy ekspertowe | 113

Indeks nazw osobowych | 133

Słowo wstępne

Oddajemy do rąk Czytelników tom będący pokłosiem dwuletniej współpracy między nauczycielami akademickimi z Uniwersytetu Śląskiego i nauczycielami ze szkół podstawowych i ponadpodstawowych z województwa śląskiego, odbywającej się w ramach projektu Śląskiej Szkoły Ćwiczeń. W latach 2020–2022 w Uniwersytecie Śląskim realizowano konsultacje przedmiotowe dla nauczycieli języków obcych, matematyki, informatyki oraz przedmiotów przyrodniczych, a także cykl warsztatów dotyczących edukacji, w tym edukacji spersonalizowanej, grywalizacji, *design thinking* oraz edukacji cyfrowej. Zorganizowane zostały również dwie konferencje poświęcone edukacji. Niniejsza publikacja jest zwieńczeniem działań w obszarze szeroko pojętej edukacji, namysłu nad kondycją współczesnej szkoły oraz rolą nauczycieli. Myślą przewodnią tego wielotematycznego projektu stało się motto „Nauczyciele – nauczycielom”, które skupia się wokół wspólnoty nauczycieli w edukacji, wokół wspólnoty myślenia o edukacji. Stanowi on przestrzeń spotkania dla nauczycieli akademickich oraz nauczycieli szkolnych, zgłębiających zagadnienia innowacyjnej dydaktyki, pedagogiki zaangażowanej i dialogu w edukacji.

Autorzy prezentowanych tekstów podejmują różne wątki w ramie pojęciowej wyznaczonej kategorią szeroko pojętej edukacji, przyglądają się edukacji, szkole i nauczaniu z różnych perspektyw, w skali makro lub mikro. Treść książki ukazuje wielowymiarową specyfikę współczesnej edukacji, przywództwa edukacyjnego oraz różnych aspektów związanych z nauczaniem

przedmiotowym. Dzięki temu możemy przekazać Czytelnikom – środowisku akademickiemu i studentom, ale też dyrektorom szkół, nauczycielom, uczniom i osobom związanym z szeroko rozumianą edukacją – głosy zachęcające do poświęcenia większej uwagi współczesnej edukacji, do okazania jej większej troski. W zbiorze znajdują się teksty poświęcone kondycji dzisiejszej szkoły i edukacji, autorstwa Tadeusza Sławka, Magdaleny Piotrowskiej-Grot i Marty Mamet-Michalkiewicz, oraz teksty koncentrujące się na poszczególnych zagadnieniach związanych z nauczaniem przedmiotowym, autorstwa nauczycieli akademickich: Sylwii Kani, Marka Kaczmarzyka, Małgorzaty Przybyły-Kasperek, Marzeny Podgórnnej, Macieja Serdy i Anety Słodek, oraz nauczyciela szkoły podstawowej Mateusza Staśki. Układ metodologiczny monografii został pomyślany jako rys od ogółu do szczegółu. Od teoretycznych rozważań o edukacji do praktyki edukacyjnej; od filozofii edukacji do jej różnych kontekstów aplikacyjnych.

Monografię otwiera artykuł Tadeusza Sławka, który podejmuje tematykę roli szkoły, uczenia się i kształcenia, wychodząc z założenia, że kształcenie to uwolnienie myślenia oraz wyprawienie go w podróż w poszukiwaniu słowa. Marta Mamet-Michalkiewicz, przenosząc założenia filozofów dialogu do przestrzeni edukacji, zwraca uwagę na potrzebę dialogicznej postawy nauczyciela oraz skupia się na uwypukleniu roli i istoty relacji w edukacji. Artykuł Magdaleny Piotrowskiej-Grot dotyczy kwestii zmian w szkole, roli dyrektorów, przywództwa edukacyjnego oraz oddolnej edukacyjnej (re)ewolucji. Marek Kaczmarzyk, poruszając w swoim tekście kwestie biologicznych mechanizmów uczenia się, odpowiada na pytanie, co dają nam neuronauki w edukacji.

W drugiej części monografii, poświęconej nauczaniu przedmiotowemu, Sylwia Kania podejmuje temat nauczania matematycznego w Polsce. Marzena Podgórna, Maciej Serda i Aneta Słodek przybliżają Czytelnikom różne oblicza chemii w badaniach naukowych oraz nauczaniu na przykładzie wielowymiarowości węgla, ukazując jego szerokie zastosowanie od medycyny po opto-

elektronikę. Z kolei Mateusz Staško w swoim artykule omawia temat nauczania znaków drogowych z wykorzystaniem gier i programów edukacyjnych. Tom zamyka tekst Małgorzaty Przybyły-Kasparek, który wpisuje się w aplikacyjne konteksty edukacji po praktycznych grach dydaktycznych i oprogramowaniu. Autorka, badając zagadnienie sztucznej inteligencji i systemów ekspertowych, pokazuje Czytelnikom, jak odkrywać wiedzę z danych.

Nauczyciele – nauczycielom. Przestrzenie edukacji to książka, która stanowi zwieńczenie jednego z największych w ostatnim czasie projektów edukacyjnych realizowanych przez Uniwersytet Śląski dla nauczycieli. Jej celem jest nie tylko podsumowanie tych projektów, ale przede wszystkim popularyzacja idei dobrej edukacji – autorzy zwracają uwagę na różne perspektywy edukacji oraz jej nowatorskie akcenty.

Marta Mamet-Michalkiewicz

Nowhere Man

O szkole, która się waha

Streszczenie: Pamiętając o nauce Spinozy, iż „ludzie nie przychodzą na świat jako obywatele, lecz stają się nimi”, upatrujemy znaczenie edukacji i szkoły w praktykowaniu krytycznego myślenia, które nie tylko sprzyja nauce, ale również jest ćwiczeniem się w cnotach obywatelskich. W ten sposób kształtuje się postawa etycznej odpowiedzialności jednostki za stan spraw publicznych. Nauczyciel jest więc tym, który budzi do rozważni i przez to pomaga się skupić na tym, co istotne dla obecnych i dalszych losów indywiduum i społeczeństwa. Edukacja, jeśli traktować ją poważnie, jest wychylona ku przyszłości, a przeszłość zajmuje ją jako dziedzina pozwalająca lepiej, czyli mądrzej, myśleć o tym, co nastąpi.

Słowa kluczowe: pedagogika, szkoła, kształcenie, społeczeństwo, Sokrates

1.

Uczenie (się) to wyjście z domu. Nie samotne, towarzyszy nam bowiem ktoś, kto nas odprowadza i dba o to, byśmy dotarli na miejsce. To pedagog; grecka etymologia mówi, że pedagog to ten, kto prowadzi dziecko do szkoły. Nie wiem, czy wolno mi powiedzieć, że pedagog zostawał *przed* szkołą, czy mianem tym obdarzano

również nauczyciela pracującego z uczniami w klasie, ale wizerunek tego-który-prowadzi, sam nie wchodząc do instytucjonalnego przybytku wiedzy, jest nader kuszący. Pedagog prowadzi, towarzyszy, ale wstrzymuje się od „szkolnego”, „sformatowanego” nauczania. Zapewne wiele wiąże go z instytucją nauczającą, ale on sam do niej nie należy. A przynajmniej nie należy w pełni. Nie jest jej członkiem. Jest stanowiącą o sobie, krytycznie myślącą jednostką.

Należy do drogi, którą idzie wraz z tym, kogo odprowadza. Idzie z tym, który powierzył się jego opiece, zaznaje wraz z nim wydarzeń na wspólnej drodze, i gdy adept wchodzi do szkoły, pedagog kończy swoją misję. Pedagogika jest więc niejako *przed-szkolna*, oddaje się swojej misji, jeszcze zanim zacznie się szkoła. **Szkoła naucza; pedagog odprowadza i towarzyszy, rozmawia i zapytuje.** Sokrates krąży po ateńskiej agorze, aby, znalazłszy odpowiedniego przechodnia, rozpocząć z nim wspólną pracę.

2.

Praca ta polega na badaniu znaczenia słów (takich jak „cnota” czy „sprawiedliwość”), które wyznaczają kryteria naszych decyzji, warunkują je i uzasadniają, a tym samym odpowiadają za sposób, w jaki organizujemy rzeczywistość. Z praktyki Sokratesowej pedagogiki wynika, że: (1) kształcenie jednostki jest jednocześnie kształceniem obywatela, albowiem sprawiedliwość czy godność nie przynależą jedynie do kręgu spraw dotyczących indywidualum i jego dobrostanu, ale formują stan spraw publicznych; (2) kształcenie nie jest utwierdzaniem tego, co zdaje się nam, że wiemy, lecz przeciwnie: jest budzeniem do czujności wobec tego, co *zdaje się* nam, że wiemy, to zaś oznacza, iż winniśmy zachować ostrożność wobec tych, którzy usiłują podtrzymać w nas przekonanie o jednym, powszechnie obowiązującym oglądzie stanu spraw ludzkich, jedynej prawdzie zamkniętej w ostatecznym, podanym do wierzenia osądzie; (3) nauczyciel jest więc tym, który budzi do rozważenia i przez to pomaga się skupić na tym, co istotne dla obecnych i dal-

szych losów indywiduum i społeczeństwa. Edukacja, jeśli traktować ją poważnie, jest znacznie bardziej wychylona ku przyszłości niż zainteresowana przeszłością. Przeszłość zajmuje ją jako dziedina pozwalająca lepiej, czyli mądrzej, myśleć o tym, co nastąpi. Przyszłość nie może być odtwarzaniem przeszłych wzorów.

3.

W *Eutyfronie*, badając pojęcie „zbożności”, Sokrates jasno wykląda punkt wyjścia swojej pedagogiki: „Zabierzemy się więc do zbadania naszych słów”¹ i już niebawem, po kilku minutach uważnego zapytywania rozmówca Sokratesa traci dotychczasową pewność. Tytułowy bohater Platońskiego dialogu, zapewne tęskniąc za stabilnym i niewymagającym intelektualnego wysiłku *status quo*, skarży się, że teraz musi stawić czoło rzeczywistości o wiele bardziej skomplikowanej niż poprzednio: „Nie wiem, doprawdy, Sokratesie, jak wypowiedzieć, co mam na myśli. Bo cokolwiek wysuniemy, to zaraz przechodzi jakoś i nie chce stać, gdzieśmy je postawili”². Uwaga Eutyfrona pokazuje istotę pedagogiki skupionej na kształceniu, a nie jedynie na przekazywaniu informacji: zaczynamy od badania pojęć o – jak się wydaje – dobrze uformowanym i powszechnie akceptowanym znaczeniu, oddziałującym na stan sfery publicznej (przekonanie takie pozwala łatwo na oskarżenie Sokratesa o brak „zbożności”), co znajduje wyraz w „łatwym” (gdyż bezkrytycznym) formułowaniu sądów. Działanie nauczyciela polega na zakłóceniu owej łatwości, na stworzeniu sytuacji, kiedy adept niejako traci poczucie podręczności słów, którymi do tej pory posługiwał się jako neutralnymi i wygodnie dostępnymi narzędziami. Teraz „nie wie, jak wypowiedzieć, co ma na myśli”: uwolniona myśl dopiero zaczyna poszukiwać właściwego słowa, dostrzegłszy złudność

¹ Platon, *Eutyfron*, tłum. J. Bocheński, Fundacja Augusta hrabiego Cieszkowskiego, Warszawa 2015, s. 22.

² Ibidem, s. 29.

dotychczasowej spolegliwości słów. To najkrótsze podsumowanie tego, czym jest kształcenie: **to uwolnienie myślenia i wyprawienie go w podróż w poszukiwaniu słowa zdolnego myślenie to wypowiedzieć**, a przynajmniej przybliżyć się do niego.

4.

Jest to wyprawa wspólna: nauczyciela i ucznia, założeniem takiej pedagogiki jest bowiem brak poznawczej wyższości nauczyciela. W innym dialogu Sokrates wyklada wyraźnie tę zasadę, którą można by nazwać zasadą demokratyzacji nauczania: „Nie jest bowiem tak, że ja budzę w innych wątpliwości sam nie mając żadnych, ale dlatego, że mam ich więcej niż inni”³. Wspólną sceną kształcenia jest więc nie tyle to, co wiemy, ile to, czego nie wiemy lub względem czego żywimy wątpliwości. Dalszy ciąg wywodu Sokratesa wskazuje jasno, że strategią nauczycielską jest badanie własnych sądów, które nie mogą i nie powinny być traktowane jak artykuły podawane do wierzenia. Komentując poszukiwanie tego, czego „teraz nie wiemy”, i usłyszawszy oznaki zrozumienia ze strony adepta, Sokrates nie kończy sprawy kształcenia, lecz opatruje ją dwoma sygnałami niepewności: „Mnie się też tak wydaje, Menonie. Są jednak inne rzeczy w mojej wypowiedzi, których nie mógłbym twierdzić z całą stanowczością”⁴. „Mnie się też tak wydaje” wyznacza przestrzeń, w której uczeń i nauczyciel spotykają się w niepewności, zaś „Są jednak inne rzeczy w mojej wypowiedzi, których nie mógłbym twierdzić z całą stanowczością” podsuwa myśl, że kształcenie nie dokonuje się w reżimie sądów „stanowczych”. Stąd też forma dialogu jako językowy sposób prowadzenia dysputy, a nie asertywne, jednogłosowe wypowiedzi będące zachętą do otwartego i bezlitosnego sporu. W *Gorgiaszu* Sokrates wyłoży to jasno ponad wszelką wątpliwość: „Nie podaję wam bowiem prawdy,

³ Platon, *Gorgias, Menon*, tłum. P. Siwek, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1991, s. 160.

⁴ Ibidem, s. 171.

którą sam bym znał, ale szukam wraz z wami, tak jeśli wyda mi się, iż mój przeciwnik ma rację, pierwszy się z nim zgodzę”⁵.

5.

Warto dodać, że kształcenie, choć niewątpliwie jest przedmiotem zainteresowania władzy, pozostaje z nią w skomplikowanych relacjach. Z jednej strony konstytucyjnym zadaniem państwa jest zapewnienie dostępu do szkół, z drugiej – intencje przyświecające realizacji tego zobowiązania nie zawsze są uczciwe. Instytucje władzy są bowiem właśnie *instytucjami*, to znaczy przystępują do działania, mając wypracowany stosowny schemat i procedury służące jego wypełnieniu, podczas gdy kształcenie jest w dużej mierze nie tyle anty-, ile a-instytucjonalne. To, co w nim najlepsze i najwartościowsze, dokonuje się poza przepisany odgórnie „minimum programowy”. Jak rzekliśmy, pedagog działa nie tyle w szkole, ile *w drodze z i do szkoły*, a zatem jego misją jest kształcenie dyspozycji do dobrze spełnionego życia. Czas szkoły jest z konieczności w znacznym stopniu *zniewolony* i pokawałkowany rytmem szkolnych dzwonek przynoszących ucznia z klasy do klasy, z jednej dyscypliny do drugiej. Kształcenie jako tworzenie warunków do sensownego życia wymaga czasu uwolnionego. Marek Rembierz w swych rozważaniach o szkole wspomina o czasie oswobodzonym z pośpiechu wymuszonego programem nauczania i narzuconych ideologicznie interpretacji zjawisk. Bez tego uwolnienia „znieprawia się umysł i sumienia, urabia się ludzi akceptujących etycznie naganne sytuacje, ludzi biernych wobec dotyczącego ich zła i podatnych na przyjmowanie korzyści płynących z oszustwa”⁶. W tak uwolnionym czasie i uwolnionym myśleniu otwiera się możliwość tego, co Hans Blumenberg nazwał „zamyśleniem”, w którym „chodzi o to, by

⁵ Ibidem, s. 101.

⁶ M. Rembierz, *Mała szkoła jako wielka sprawa – i szansa – edukacji*, „Czasopismo Pedagogiczne” 2017, vol. 2, iss. 5, s. 15–53.

wywołać pewien stan, nastawienie, skłonić do pewnej ostrożności [...], to zwłoka w wyciąganiu banalnych wniosków, które myślenie podsuwa nam wtedy, gdy stawia się pytania o śmierć i życie, sens i bezsens, byt i nicność”⁷. Oznacza to ni mniej, ni więcej wyznaczenie warunku kształcenia, a jest nim zgoda na stałe rozpoznawanie, że nie wszystko jest takie, jakie się nam podaje do akceptacji jako rzecz zrozumiałą samą przez się i oczywistą. Dlatego nazwałem szkołę, o której tu myślimy, szkołą, która się *waha*, gdyż wahanie wymaga odpowiedniej przestrzeni cierpliwego namysłu; kto się waha, ten wyhamowuje pęd do akceptacji zastanego stanu rzeczy, dopuszcza konieczność przemiany.

6.

Tak pojęte kształcenie przeciwdziała poczuciu odosobnienia i bezradności będących wynikiem zubożenia i zerwania społecznej więzi. Doskonały opis takiego zagrożenia przedstawili John Lennon i Paul McCartney w jednej ze swych wielkich pieśni. W październiku 1965 roku powstał *Nowhere Man*, którego w przekładzie pozwoiliem sobie nazwać „Panem Nikt”:

To prawdziwy jest pan Nikt
Z kraju, który z mapy znikł
Siedzi tam i snuje plan
Jest całkiem sam.
Nie wie nic, on tylko trwa,
Nie wie, gdzie go życie gna,
Pewnie trochę jest tak jak ty i ja?

Fraza „Nie wie, gdzie go życie gna” zdaje się dotyczyć istoty problemu: sprawny w operowaniu instrumentami swej profesjonalnej wiedzy fachowiec okazuje się bezsilny wobec dramaturgii wydarzeń życiowych, wobec których owe narzędzia są mało skuteczne.

⁷ H. Blumenberg, *Zamyślenie*, tłum. T. Zatorski, „Kronos” 2013, nr 2, s. 30.

Dramaturgia losu wymaga od nas często *zejścia głębiej* niż poziom zawodowej wiedzy, wymaga refleksji wywodzącej się nie tyle ze sfery epistemologii, ile właśnie z *zamyślenia*. Trafnie diagnozuje Michał Paluch, że doświadczenie *Nowhere Mana* jest wynikiem również panującego modelu edukacji, wprowadzanego przez państwo posługujące się „totalizmami, żądającymi od swoich obywateli absolutnego konformizmu”, co powoduje „wykluczenie społeczne i stygmatyzację Innych”, zaś „tworzenie społeczeństwa na prawidłach niezachwianej struktury i odgórnie zakładanych ról i funkcji społecznych kończy się zerwaniem relacji osobotwórczych i alienacją. Tak właśnie stało się z polską szkołą, której mury opuszczają po latach nie tylko absolwenci, lecz także osoby mocno zagubione [...]”⁸.

7.

Próba, przed jaką stoi edukacja, jest więc najpoważniejsza z możliwych. To próba wyznaczenia horyzontu społecznych warunków, w których jednostka byłaby w stanie radzić sobie czynnie z coraz boleśniej ją doświadczającym przeświadczeniem, że decyzje podejmowane w sferze publicznej nie spełniają kryterium etycznej odpowiedzialności. Sprawa jest niebagatelna, można ją bowiem ująć w pytaniu o to, czy zdołamy ukształtować życie indywidualum i społeczeństwa tak, by nie dokonywało się ono (jak obecnie) w próżni moralnej. Tony Judt, zadawszy pytanie o to, w jakich warunkach życie ludzi jako ogółu ma sens, stwierdził, że poszukiwanie odpowiedzi, choć nieodzowne, jest trudne, gdyż stan sfery publicznej bezlitośnie pozbawia nas złudzeń: „Została tylko polityka: polityka interesów, zawiści, ponownego zwycięstwa w wyborach. Bez idealizmu polityka sprowadza się do społecznej księgowości, codziennego administrowania ludźmi i rzeczami”⁹.

⁸ M. Paluch, *Powrót do źródeł*, w: B. Śliwerski, M. Paluch, *Uwolnić szkołę od systemu klasowo-lekcyjnego*, Oficyna Wydawnicza Impuls, Kraków 2021, s. 341.

⁹ T. Judt, *Źle ma się kraj. Rozprawa o naszych codziennych bólach*, tłum. P. Lipszyc, Wydawnictwo Czarne, Wołowiec 2011, s. 131.

W tej sytuacji, którą można opisać jako głęboki kryzys oficjalnych instytucji (takich jak państwo czy Kościół), mających tradycyjnie obowiązek służyć człowiekowi intelektualną i dyskursywną pomocą w rozrządaniu tych podstawowych kwestii, los młodych ludzi jest szczególnie trudny: „Pokolenie wchodzące w życie jest mocno zaniepokojone stanem świata, który ma odziedziczyć. Lękom tym towarzyszy jednak powszechna frustracja: wiemy, że coś jest nie w porządku, i wiele spraw nam się nie podoba. Ale w co mamy wierzyć? Co powinniśmy zrobić?”¹⁰. Dodatkowo sprawę pogarsza coraz bardziej ubożający język, odnoszący się sprawnie do kwestii technicznych, lecz coraz bezradniejszy wobec problemów egzystencjalnych. Jak trafnie pisze Judt: „Nasz problem nie polega na tym, że nie wiemy co robić, ale na tym, jak o tym mówić”¹¹. Kształcenie to nieustanna praca nad językiem po to, by (1) przeciwdziałać poczuciu niemocy wynikającej z dyskursywnej bezradności w nazywaniu i analizowaniu dotyczących indywidualum problemów, a także (2) by jednostka była w stanie przeniknąć przez dostarczane jej w nadmiernej obfitości językowe wizerunki świata, będące najczęściej tylko retoryczną próbą przekonania jej do uznania racji wysyłającego przekaz jako jej własnych racji osobistych¹².

8.

Próbą edukacji nie jest żaden test ani sprawdzian; nie chodzi o egzamin i stopień ani o odpytanie na ocenę. Wszystko to jest nieważne i złudne. Chodzi o próbę prawdziwą i jedyną, a jest nią życie. W trudnych sytuacjach wiedza stanowi tło. Pisze Szekspir

¹⁰ Ibidem, s. 17.

¹¹ Ibidem, s. 19.

¹² Przypomnijmy w tym kontekście niepozostawiającą żadnych złudzeń wypowiedź Jarosława Kaczyńskiego z roku 2016: „W Polsce za pomocą telewizji można wykreować obraz, jaki się chce, bo społeczeństwo nie analizuje tego, co tam widzi, tylko przyjmuje jako prawdziwe”.

w *Serc staraniach straconych*, że „Wiedza jest tylko dodatkiem człowieka/ I tam się znaleźć musi, gdzie on pójdzie”¹³. Niezwykle zdanie, godne całego seminarium: *Learning is but an adjunct to ourselves/ And where we are our learning likewise is*. Ostatecznie to miłość i cierpienie mierzy naszą wiedzę. Michel Serres nie mówi nic innego, gdy pisze: „Wiedza jest bez wątpienia dobrem, ale jeżeli rości sobie prawo do tego, aby być dobrem najwyższym i jedynym, i jeśli tak postępuje, otwiera drzwi szaleństwu. Wiedza staje się mądrością, gdy potrafi powstrzymać się od czynienia wszystkiego, co może uczynić”¹⁴.

Powtórzmy zatem: to trudne i nieprzewidywalne doświadczenia są próbą wiedzy, ponieważ dopiero w sytuacjach, kiedy musimy ZMIERZYĆ SIĘ z tymi potężnymi siłami, wiedza okazuje, co jest warta dla mnie jako człowieka. *Wiedza idzie z człowiekiem*: nie z „lekarzem”, „nauczycielem”, „stolarzem”, „hydraulikiem”, ale z *człowiekiem*, i sprawdza się w sytuacjach granicznych, które nazywam tu umownie sytuacjami cierpienia lub miłości. By człowiek nie stał wobec takich, często dramatycznych, okoliczności bezradny – oto wielkie zadanie kształcenia.

9.

W tym zadaniu edukacja okazuje się kształceniem tyleż indywidualum, co obywatela. Kształci człowieka nie tylko po Kantowski „oświeconego” i zdolnego do samodzielnej krytycznej refleksji zgodnie z zasadą *sapere aude*, ale również takiego, który nie będzie skory do przewrotnego i podstępnego przedstawiania swych prywatnych ambicji i uprzedzeń jako interesu publicznego. Kształcenie nie kulturywuje więc „cnót niewieścich”; jego zadaniem

¹³ W. Szekspir, *Serc starania stracone*, w: Idem, *Dziela wszystkie*, T. 2, tłum. M. Słomczyński, Zielona Sowa, Kraków 2004, s. 358.

¹⁴ M. Serres, *The Troubadour of Knowledge*, transl. S.F. Glaser, W. Paulson, The University of Michigan Press, Ann Arbor 1997, s. 122.

jest troska o cnoty obywatelskie. Pamięta o napomnieniu Spinozy, że „ludzie nie przychodzą na świat jako obywatele, lecz stają się nimi”¹⁵. To właśnie krytyczne myślenie wyznacza drogę praktyki cnot obywatelskich. Pozwala ono na zachowanie etycznej odpowiedzialności indywiduum wobec stanu spraw publicznych. Ta odpowiedzialność sprawia, iż stajemy się jednostkami czynnymi, gdyż – znów oddaję głos Spinozie – „takie państwo, którego pokój zależy od bierności poddanych, dających się prowadzić jak trzoda, by nauczyć się tylko służyć, zasługuje raczej na nazwę pastwiska, aniżeli państwa”¹⁶. W tym zobowiązaniu do kształcenia ku obywatelstwu kryje się silna więź z pedagogiką Sokratesową, a także z Blumenbergowską zasadą zamyślenia. Konstatując niezbędną krytycznie myślącego obywatela dla demokracji, Martha Nussbaum wskazuje, że konieczność ta wynika z faktu, iż „nasza demokracja, tak jak demokracja ateńska, jest skłonna do pospiesznego i niechlujnego myślenia oraz zastępowania rzeczywistej dyskusji rzucaniem wzajemnych obelg. Potrzebujemy sokratejskiej lekcji, by realizować wizję demokratycznego obywatelstwa”¹⁷.

10.

Edukacja jest podróżą – co ważne – nie tylko młodych, ale także starszych, tych, którzy mają być przewodnikami. Michel Serres, matematyk, filozof, artysta, profesor kilku uniwersytetów, przypomina: „Podróż dzieci, oto bezpośrednie znaczenie greckiego słowa *pedagogika*. Uczenie (się) zaczyna się od wędrowki, wyruszenia w drogę”¹⁸. Jedno zastrzeżenie: ta podróż nie może w żadnym wypadku być „dziecięcą krucjatą” – dzieci nie mogą być tylko

¹⁵ B. Spinoza, *Traktat polityczny*, w: Idem, *Traktaty*, tłum. I. Halpern-Myślicki, Antyk, Kęty 2003, s. 356.

¹⁶ Ibidem, s. 357.

¹⁷ M. Nussbaum, *W trosce o człowieczeństwo*, cyt. za: M. Nowak-Dziemianowicz, *Szkola jako przestrzeń uznania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020, s. 174.

¹⁸ M. Serres, *The Troubadour of Knowledge...*, s. 8.

prowadzone przedstawioną im do wypełnienia misją nadzwyczajnej wagi. Tak zarysowana wyprawa jest faktycznie *krucjatą* – drogą, w której liczy się tylko wyznaczony cel, zwykle niemający nic wspólnego z życiem i zainteresowaniem dzieci. W krucjacie dzieci są najdosłowniej *prowadzone*; zadanie im postawione nie jest ich, mają bowiem być nie więcej niż narzędziem w rękę sprytnych zarządców krucjaty. **Edukacja jest więc podróżą, która nie może być krucjatą**; aby tak było, musi uwolnić się od nachalnych państwowych programów będących wykładnią, między innymi, polityki historycznej. Nie stroni ona od posługiwania się retoryką walki (np. o „duszę polskiej młodzieży”), co ma prowadzić do ścisłej kontroli nad szkołami i programami uniwersyteckimi. Ma ograniczać, a co najmniej utrudniać, dostęp do treści zdaniem władzy niepożądanych (przypomnijmy niesławnej pamięci wystąpienie małopolskiej kurator oświaty Barbary Nowak przeciwko *Dziadom* Mai Kleczewskiej w krakowskim Teatrze im. Juliusza Słowackiego, wsparte przez ministra nauki), odbiegających bowiem od sformatowanej wizji ujednoczonego światopoglądowo świata. To, co u Platona definiowało kształcenie, czyli „troska o duszę”, teraz znamienne zostaje zastąpione „walką”, ta zaś implikuje nie tyle opiekuńczość i towarzyszenie, ile czystą chęć dominacji. Trudno o większe zagrożenie dla kształcenia (się) człowieka. Władza edukacyjna jest mniej zainteresowana *kształceniem*, bardziej natomiast *fabrykacją* sprawnego funkcjonariusza pewnej profesji i niezbyt dociekliwego uczestnika życia publicznego. Widział to już Schiller, kiedy w 1795 roku w swych *Listach o estetycznym wychowaniu człowieka* ostrzegał przez człowiekiem, który będzie jedynie „odbiciem swego zawodu i swej specjalności”¹⁹. Echo tej przestrogi rozlega się wyraźnie w tym, co pisze Paluch, rozmyślając nad zadaniami edukacji. Jej praca winna wynikać z pytania o definicję człowieczeństwa (sytuacja uchodźców na polsko-białoruskiej granicy uczyniła tę kwestię wręcz palącą), gdyż

¹⁹ F. Schiller, *Pisma teoretyczne*, tłum. J. Prokopiuk, Aletheia, Warszawa 2011, s. 58.

„odtworzenie w sobie prawdziwego człowieka to istota i zadanie na miarę człowieczeństwa naszych czasów, wobec których dalsze tworzenie ludzi wedle jedynie słusznego »wzoru« to w istocie promocja człowieka pozoru”²⁰.

Bibliografia

- Blumenberg H., *Zamyślenie*, tłum. T. Zatorski, „Kronos” 2013, nr 2.
- Judt T., *Źle ma się kraj. Rozprawa o naszych codziennych bolączkach*, tłum. P. Lipszyc, Wydawnictwo Czarne, Wołowiec 2011.
- Nussbaum M., *W trosce o człowieczeństwo*, cyt. za: M. Nowak-Dziemianowicz, *Szkoła jako przestrzeń uznania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2020.
- Paluch M., *Powrót do źródeł*, w: B. Śliwerski, M. Paluch, *Uwolnić szkołę od systemu klasowo-lekcyjnego*, Oficyna Wydawnicza Impuls, Kraków 2021.
- Platon, *Eutyfron*, tłum. J. Bocheński, Fundacja Augusta hrabiego Cieszkowskiego, Warszawa 2015.
- Platon, *Gorgias, Menon*, tłum. P. Siwek, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1991.
- Rembierz M., *Mała szkoła jako wielka sprawa – i szansa – edukacji*, „Czasopismo Pedagogiczne” 2017, vol. 2, iss. 5.
- Schiller F., *Pisma teoretyczne*, tłum. J. Prokopiuk, Aletheia, Warszawa 2011.
- Serres M., *The Troubadour of Knowledge*, transl. S.F. Glaser, W. Paulson, The University of Michigan Press, Ann Arbor 1997.
- Spinoza B., *Traktat polityczny*, w: Idem, *Traktaty*, tłum. I. Halpern-Myślicki, Antyk, Kęty 2003.
- Szekspir W., *Serc starania stracone*, w: Idem, *Dzieła wszystkie*, T. 2, tłum. M. Słomczyński, Zielona Sowa, Kraków 2004.

²⁰ M. Paluch, *Powrót do źródeł...*, s. 345.

Tadeusz Sławek

Instytut Nauk o Literaturze, Wydział Humanistyczny, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0002-7148-5063>

Profesor nauk humanistycznych, literaturoznawca, polonista i anglista związany z Uniwersytetem Śląskim w Katowicach od 1971 roku, rektor tej uczelni w latach 1996–2002. Wraz z kontrabasistą Bogdanem Mizerskim autor i wykonawca esejów na głos i kontrabas. Zajmuje się teorią literatury, literaturą porównawczą, zagadnieniami życia publicznego. Ostatnie publikacje: *Uchodzić* (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2015), *Nie bez reszty. O potrzebie niekompletności* (Instytut Mikołowski, Mikołów 2018), *Kafka. Życie w przestrzeni bez rozstrzygnięć* (Instytut Mikołowski, Mikołów 2019), *Śladem zwierząt. O dochodzeniu do siebie* (Fundacja Terytoria Książki, Gdańsk 2020), *Umysł rozstrojony. Próby o trylogii księżycowej Jerzego Żuławskiego* (Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2020), *A jeśli nie trzeba się uczyć...* (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2021).

Edukacja to relacja

O potrzebie dialogu i dialogicznej postawie

w nauczaniu

Streszczenie: Przeszczepiając założenia filozofów dialogu do przestrzeni edukacji, autorka zwraca uwagę na potrzebę dialogu w edukacji, na dialogiczną postawę nauczyciela oraz rolę i istotę relacji w edukacji. Koncentruje się na problematyce dialogu dialogicznego w polskim systemie edukacyjnym. Celem artykułu jest ukazanie, że myślenie w kategoriach „Ja – Inny” zamiast „My – nasza wspólnota szkolna” w instytucjach edukacyjnych skutkuje budowaniem własnej tożsamości widzianej jedynie przez pryzmat indywidualistycznego „Ja”, co przyczynia się do braku społecznej odpowiedzialności, poczucia wspólnoty. Zatem postawa nauczyciela rozumiana jako relacyjna i dialogiczna staje się punktem wyjścia w dążeniu do kreatywnej, społecznie odpowiedzialnej i zaangażowanej edukacji.

Słowa kluczowe: edukacja, nauczyciel, uczeń, relacja, dialog, Ja, Inny, komunikacja w edukacji

Ja – Ty – My

To, co możemy zaobserwować w dzisiejszych instytucjach edukacyjnych, to przytłaczający kryzys relacji, zaufania, wartości i autorytetu. Co więcej, rosnący kult jednostki kształtuje myślenie

głównie w kategoriach indywidualnego „Ja” w przeciwieństwie do myślenia kolektywnego „My” czy też „wspólnota”, wyrażającego przynależność, bycie częścią określonej społeczności. Takie myślenie, postrzeganie siebie przez pryzmat „Ja” uwidacznia się we wszystkich sferach życia, od rodzinnej, przez szkolną, po zawodową. W konsekwencji człowiek w swoim ukierunkowaniu na indywidualistyczne „Ja” skazuje sam siebie na życie w odosobnieniu od świata z zewnątrz i bez współistnienia z nim. Jak pisze Ryszard Koziółek w „Tygodniku Powszechnym”:

Starając się znaleźć schronienie w bańce własnych wyobrażeń czy też w wąskim kręgu ludzi podobnych do siebie, prowadzimy „życie w kuli”. [...] Człowiek w kuli żyje skulony w ciasnocie swojego zmniejszającego się ciągle terytorium i skulony z obawy przed coraz większym światem na zewnątrz¹.

Współczesna polska szkoła to miejsce, w którym życie w kuli prowadzą zarówno uczniowie, jak i nauczyciele oraz dyrektorzy. Studenci i uczniowie, zagubieni w budowaniu własnej tożsamości, zanurzeni częściowo w realnym, a częściowo w wirtualnym świecie mediów społecznościowych, pozbawieni są relacji międzyludzkich, więzi społecznych oraz poczucia społecznej odpowiedzialności i wspólnoty. Nasuwa się więc pytanie o kształt człowieka, ucznia, nauczyciela, obywatela, który odpowiadałby wyzwaniom współczesnej kultury i nie skazywał się na odosobnione życie w kuli. We wspomnianym już artykule Koziółek przeciwstawia człowiekowi skulonemu człowieka Witruwiusza, pisząc:

Człowiek Witruwiusza to alegoria humanistycznej edukacji, stan świadomości obywatelskiej, osiągnięty dzięki wiedzy i praktykowaniu życia w mądrej wspólnocie szkolnej, któ-

¹ R. Koziółek, *Człowiek skulony*, „Tygodnik Powszechny” 7.09.2020, <https://www.tygodnikpowszechny.pl/czlowiek-skulony-164743> [dostęp: 10.05.2022].

rej życie jest przez tę wiedzę regulowane. Ta postać nie jest skulona ani nie wstała z kolan; nie kryje się w krzakach ani nie osłania liśćmi; w jej postawie nie ma lęku ani wstydu, ale naturalność i otwartość, swobodny oddech, poczucie pewności siebie i wolności miarkowanej dobrostanem współobywatela².

W jaki sposób zatem my – nauczyciele akademicy i nauczyciele szkolni – możemy przyczynić się do budowania mądrej wspólnoty edukacyjnej i tworzenia dobrostanu obywatela? Jaka jest rola współczesnego nauczyciela i dzisiejszej szkoły? W jaki sposób możemy wyjść naprzeciw różnym formom wykluczenia, zagubienia, braku poczucia wartości i depresji wśród dzieci, młodzieży i studentów? O roli współczesnych nauczycieli Jordan Shapiro, autor książki *Nowe cyfrowe dzieciństwo*, pisze w następujący sposób:

Niech nauczyciele spróbują wyobrazić sobie siebie w roli Szerpów, a więc przewodników, którzy poprowadzą uczniów przez działania edukacyjne oparte na projektach i wspierające samodzielne poszukiwania. Nowi edukatorzy nie będą ekspertami, lecz raczej kuratorami intelektualnego zaangażowania opartego na „kropłowym”, intelektualnym współuczestnictwie³.

Potrzeba organizowania wspólnot szkolnych, kształtowania wśród uczniów, ale też wśród nauczycieli, poczucia przynależności do nich, potrzeba rozwijania myślenia w kategoriach relacyjnych, a nie indywidualistycznych, na których jest oparta współczesna kultura zachodnia, to, jak się wydaje, najodpowiedniejsze wzorce postępowania w odpowiedzi na większość dzisiejszych problemów, które napotykamy w szkołach i uniwersytetach.

² Ibidem.

³ J. Shapiro, *Nowe cyfrowe dzieciństwo*, tłum. E. Pater-Podgórna, Mamania, Warszawa 2020, s. 172.

Nie ma dobrej edukacji bez relacji

Rola nauczyciela w czasie cyfrowo-postpandemicznym wydaje się trudniejsza niż kiedykolwiek wcześniej. Nie ma prostej odpowiedzi na pytanie, jak uczyć dzisiejszych uczniów, którzy, naznaczeni zdalną edukacją ze wszystkimi jej zaletami i wadami, jeszcze bardziej oddalili się od siebie i pozamykali we własnych „bańkach”. Stąd myślenie relacyjne, podejście indywidualne do uczniów oraz zwiększanie nauczania metodą projektów, prac grupowych i innych metod rozwijających współpracę i komunikację, jawią się jako najlepsze działania. Wspomniany wcześniej Shapiro, pisząc o współczesnej pedagogice, stwierdza, że potrzebuje ona „struktury horyzontalnej, która da przestrzeń wzrostu dla umiejętności niezbędnych do prowadzenia spełnionego i produktywnego życia w usieciowionym świecie. Sale lekcyjne powinny zostać przeprojektowane tak, by przypominały przestrzenie co-workingowe. Grupy rówieśnicze trzeba oceniać zbiorowo, a zdolność do otwartej wymiany wiedzy i umiejętności powinna być ważniejsza niż indywidualne osiągnięcia”⁴. Myślenie kategoriami zbiorowymi, grupowymi czy też projektowymi jest spojrzeniem prorelacyjnym. W niniejszym artykule poruszam istotę kwestii relacji we wspólnocie szkolnej, wskazując na przejście od myślenia kategoriami „Ja – Inny/Obcy” do myślenia kategoriami „My”, „nasza grupa”, „nasza wspólnota”, „nasz zespół”. Takie myślenie rozwija poczucie współodpowiedzialności za grupę, za wspólny sukces lub porażkę, oraz prowadzi do efektywnej komunikacji w edukacji. Umiejętność budowania relacji powinna być jedną z kluczowych umiejętności pedagoga. W polskim systemie szkolnictwa przygotowanie nauczycieli do zawodu obejmuje nabywanie kompetencji akademickich, dydaktycznych, kierowniczych, natomiast nie obejmuje nabywania umiejętności, kompetencji dotyczących budowania relacji, co jest powszechną praktyką np. w szkolnictwie skandy-

⁴ Ibidem.

nawskim. Kwestią zasadniczą jest, aby programy studiów na specjalnościach nauczycielskich zostały rozbudowane o nabywanie umiejętności miękkich oraz interpersonalnych.

O potrzebie dialogu

Punktem wyjścia dla modelu relacyjnego w edukacji powinien być szeroko pojęty dialog. Zasadne wydaje się rozpoczęcie dyskusji na temat efektywnej komunikacji od kwestii dialogu. Bez dialogicznej postawy nauczyciela wobec ucznia i ucznia wobec nauczyciela komunikacja nie będzie skuteczna. Kiedy „Ja” komunikuje się z „Innym/Drugim”, zachowując postawę dialogiczną, to mamy szansę stworzyć mikrowspólnotę nas samych. Jednym z najbardziej kłopotliwych aspektów niepowodzeń komunikacyjnych w procesie nauczania jest alienacja nauczyciela, który jest „Innym” w społeczności uczniów. Aby możliwe było nawiązanie i utrzymywanie prawdziwej komunikacji pomiędzy nauczycielem a uczniem, punktem wyjścia powinna być postawa dialogiczna. W celu omówienia podejścia dialogicznego odwołam się do filozofów dialogu, w szczególności Martina Bubera i Raimunda Panikkar. Zarówno Buber, jak i Panikkar zajmowali się dialogiem w odniesieniu do religii, jednakże ich rozumienie dialogu bardzo dobrze wpisuje się również w badania kulturoznawcze i społeczne. Dialogiczna postawa według Bubera polega na zwróceniu się ku Innemu:

Życie w dialogu wydaje się, z tego, co możemy postrzegać, połączone z nim jako jego minimum konstytucyjne, jedno: wzajemność wewnętrznego działania. Dwie osoby będące w dialogu muszą zwrócić się do siebie, muszą więc – bez względu na miarę aktywności, a nawet świadomości działania – zwrócić się ku sobie⁵.

⁵ M. Buber, *Ja i Ty. Wybór pism filozoficznych*, tłum. J. Doktor, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1992.

Fundament jego filozofii stanowi zwrócenie się do Innego i poszanowanie Innego, nawet gdy jest on naszym przeciwnikiem. Zofia Rosińska, pisząc o dialogu w rozumieniu Bubera, stwierdza, że „sytuację konfliktu zmienia [on – M.M.M.] w sytuację wyzwania. »Przeciw« zmienia w »naprzeciw«⁶. Natomiast o komunikacji pomiędzy dwiema osobami badaczka pisze w następujący sposób: „Mówię tak do osoby, którą zwalczam, zwalczam ją po partnersku, potwierdzam ją jako stworzenie i kreację, potwierdzam także to, co jest przeciw mnie jako będące naprzeciw mnie. Oczywiście od niego zależy, czy powstanie między nami prawdziwa rozmowa, [...] ale może ona powstać tylko wtedy, gdy uprawnię wobec siebie drugiego człowieka, z którym jestem gotów kontaktować się dialogowo”⁷.

Zdaniem autora pracy *Ja i Ty. Wybór pism filozoficznych* prawdziwa dyskusja ma miejsce tylko wtedy, gdy szanuję drugiego jako człowieka, a gotowość do dialogowego kontaktowania się umożliwia wyjście naprzeciw drugiemu człowiekowi. W kontekście wychowawczym taka postawa wymaga otwarcia nauczyciela na drugiego, poszanowania drugiego, jego podmiotowości i osobowości, poszukiwania kontaktu z kimś. Prawdziwa dyskusja wymaga postawy dialogicznej.

Również Panikkar wielokrotnie podejmuje zagadnienie dialogu. Hiszpański teolog rozróżnia dialog dialektyczny i dialogiczny. Pojęcie dialogu dialogicznego wyjaśnia w książce *Myth, Faith and Hermeneutics*:

Tutor lub nauczyciel demonstruje, udowadnia, komunikuje nauczając: odkrywa przed uczniem nowe fakty lub pomaga odkryć wcześniej ukryte relacje; ale nie daje świadectwa, ponieważ uczniowie nie są w stanie sami uświadomić sobie tego, czego on nas uczy. Taki nauczyciel jest dialektykiem, a nie świadkiem. Z drugiej strony, prawdziwym mistrzem

⁶ Z. Rosińska, *Hic Rhodus hic salta*, w: *Filozofie dialogu w konfrontacjach kultur*, red. S. Tokarski, Semper, Warszawa 1996, s. 18.

⁷ Ibidem.

jest ten, który świadczy o tym, do czego uczeń nie może jeszcze dojść sam⁸.

Jak często podkreśla, nauczyciele powinni wyjść poza role instruktorów czy demonstratorów. Pisze: „Dialog dialogiczny nie jest zewnętrznym wzmocnieniem monologu w przekonaniu, że »co dwie głowy to nie jedna«. Dialog ten nie przypomina działań podwładnych »wielkiego kierownictwa«, których krytyczna współpraca pozwala szefowi wykorzystać swoje najlepsze umiejętności dialektyczne”⁹. Warto zadać pytanie: na ile – jeśli w ogóle – możemy rozważać myśl Panikkara w kontekście edukacyjnym? Rozróżnianie dialogu dialogicznego i dialektycznego wydaje się mieć istotne znaczenie dla dialogu uprawianego w edukacji, ponieważ większość nauczycieli i wykładowców to dialektycy w rozumieniu autora *Myth, Faith and Hermeneutics*. Próba nawiązania i utrzymania dialogu z uczniami, a także skuteczna komunikacja z grupą są jednymi z najbardziej problematycznych aspektów w nauczaniu. Gdybyśmy myśleli o nauczycielach jak o prawdziwych mistrzach, a nie dialektykach, używając terminologii Panikkara, byłiby to nauczyciele z podejściem dialogicznym, którzy szanują i są otwarci na Innego, których od zadeklarowanych dialektyków odróżnia zaangażowanie i odpowiedzialność społeczna. Wyjście poza dialektykę powinno oznaczać wyjście poza programy nauczania, poza schematy myślowe, powinno oznaczać zaangażowanie i inspirowanie, przekazywanie uczniom woli poszukiwania i odkrywania. Zatem punktem wyjścia wszelkiej skutecznej komunikacji powinna być postawa dialogiczna nauczyciela. Wracając do myśli Panikkara, o pojęciu dialogu pisze on w następujący sposób:

Dialog jest zasadniczo otwieraniem się na drugiego, aby mógł przemówić i ujawnić mój mit, którego nie potrafię sam rozpo-

⁸ R. Panikkar, *Witness and dialogue*, in: *Myth, Faith and Hermeneutics: Cross-Cultural Studies*, Paulist Press, New York 1979, s. 240. [przekład własny]

⁹ Ibidem, s. 242.

znać, ponieważ jest on dla mnie przejrzysty, oczywisty. Dialog jest sposobem na poznanie siebie i odróżnieniem własnego punktu widzenia spośród innych punktów widzenia oraz z siebie samego, ponieważ jest tak głęboko zakorzeniony we mnie, że jest całkowicie ukryty przede mną. [...] W autentycznym dialogu proces ten jest wzajemny¹⁰.

Wzajemność w edukacji

Wzajemność dialogu, do której odwołuje się Panikkar, jest kluczowym aspektem skutecznej komunikacji. Nauczyciele będący dialektykami postrzegają siebie jako źródło wiedzy i mądrości, którymi dzielą się ze swoimi uczniami. Przy tym mają tendencje do niedostrzegania potencjału swoich uczniów. Z kolei nauczyciele, którzy otwierają się na swoich uczniów, sprawiają, że oni również stają się otwarci na nauczycieli. Wzajemność takiego dialogu jest dla obu stron nie bez znaczenia, gdyż przekonanie, że dzięki uczniom nauczyciel może lepiej zrozumieć siebie, rozpoznać swój mit, wpływa w dużej mierze na jego zaangażowanie w pracę. Wzajemność takiego dialogu w edukacji uświadamia nam, iż jest to relacja korzystna dla obu stron.

Marek W. Bielecki tak pisze o dialogu międzyreligijnym w rozumieniu Panikkar: „w autentycznym dialogu [...] chrześcijanin będzie dyskutował z buddystą, aby go nie nawracać ani nie uczyć się jego poglądów, ale aby lepiej zrozumieć siebie, w głębszym sensie rozumienia wykraczającego daleko od wspólnego rozwoju czy szerszego wglądu w siebie”¹¹. Czy taka postawa jest możliwa, gdy nauczyciel dyskutuje ze swoim uczniem? Jeśli stosunek nauczyciela do ucznia opiera się na relacji podmiot–podmiot, a nie na dychotomii podmiot–przedmiot, to nauczyciel w ślad

¹⁰ Ibidem.

¹¹ M.W. Bielecki, *Dialog międzyreligijny Raimundo Panikkarra*, w: *Filozofie dialogu...*, s. 12.

za ideą Panikkara może rozumieć drugiego nie jako przedmiot poznania, ale jako podmiot, który jest tym samym, „Tożsamym”, a nie „Innym”. Taka dialogiczna postawa umożliwia głęboką i skuteczną komunikację, podtrzymuje relację Ja z Drugim oraz zachęca uczniów do aktywnego uczestnictwa w procesie kształcenia. W dzisiejszym rozumieniu edukacji uczniowie stanowią jej podmiot, a nie przedmiot. Jak pisze Shapiro, „Nie są [oni – M.M.M.] czystymi kartami zapełnianymi przez dorosłych. Nie są zbiornikami na treści nauczania. Nie są jak zwierzęta, które można tresować za pomocą dzwoneczków, nagród, sygnałów i kar”¹².

Metaforą współczesnej szkoły powinien być zatem nie sztuczny twór, ale żywy organizm, którego integralnymi organami będą nauczyciele i uczniowie żyjący w symbiozie z rodzicami i otoczeniem. Przykładem dobrych praktyk edukacyjnych i sztuki budowania relacji z pewnością jest rozwijająca się edukacja spersonalizowana oraz szkolenia doskonalące dla nauczycieli zarówno akademickich, jak i szkolnych (Projekt IQ w UG 2014-2016, ogólnopolski projekt Wychować Człowieka Mądryego realizowany przez Instytut Tutoringu Szkolnego 2018, oferta szkoleń z edukacji spersonalizowanej oraz kompetencji miękkich, realizowanych w Centrum Dydaktyki UŚ). Inicjatywy te wpisują się w poruszaną problematykę rozważań i pokazują zmieniające się priorytety w obszarze dobrej edukacji. Edukacja spersonalizowana i tutoring¹³ stają się przedmiotem badań zarówno polskich, jak i anglojęzycznych, niemniej w niniejszym artykule pojęcie dialogiczności w edukacji rozważam w szerszym wymiarze niż samo kształcenie tutorialne. Dlatego skupiam się nie na tematyce edukacji spersonalizowanej, ale na dialogiczności i wzajemności w nauczaniu *per se*.

¹² J. Shapiro, *Nowe cyfrowe dzieciństwo...*, s. 194.

¹³ Zob. A. Dziedziczak-Foltyn, B. Karpińska-Musiał, A. Sarnat-Ciastko, *Tutoring drogą do doskonałości akademickiej*, Impuls, Kraków 2020, <https://www.impulsoficyna.com.pl/pedagogikaogolna/2088-1485-tutoring-droga-do-doskonosci-akademickiej.html> [dostęp: 10.05.2022].

Tutorzy, nauczyciele oraz liderzy edukacyjni powinni przedfiniować swoje role z autorytarnych dialektyków na prawdziwych mistrzów, którzy inspirują nie tylko jako uczeni, ale także, a może przede wszystkim jako osoby poprzez swoje postawy, zaangażowanie, szacunek dla Innego, wspierające uczniów w rozwoju. Jak pisze Ken Robinson w książce *Kreatywne szkoły. Oddolna rewolucja, która zmienia edukację*,

[...] edukacja to żywy proces, który można porównać z rolnictwem. Ogrodnicy wiedzą, że to nie oni sprawiają, że rośliny rosną. Nie przyczepiają korzeni, nie przyklejają liści i nie farbują płatków. Rośliny rosną same. Zadaniem ogrodnika jest stwarzanie jak najlepszych warunków dla tego procesu. Dobrzy ogrodnicy potrafią je stworzyć, a źli nie. Tak samo jest z nauczaniem. Dobrzy nauczyciele stwarzają warunki do uczenia się, a źli nie. Dobrzy nauczyciele wiedzą także, że te warunki nie zawsze należą do nich¹⁴.

Z kolei w *Uchwycić żywioł. O tym, jak znalezienie pasji zmienia wszystko* ten sam autor podkreśla, że my – nauczyciele – „[m]usimy stworzyć warunki, [...] w których każdy człowiek jest inspirowany do twórczego rozwoju”¹⁵. Dialogiczna postawa nauczyciela i relacyjne podejście do ucznia są najważniejszymi postawami w dążeniu do stwarzania warunków do kreatywnego rozwoju uczniów.

Bibliografia

Bielecki M.W., *Dialog międzyreligijny Raimundo Panikkara*, w: *Filozofie dialogu w konfrontacjach kultur*, red. S. Tokarski, Semper, Warszawa 1996, s. 7–13.

¹⁴ K. Robinson, L. Aronica, *Kreatywne szkoły. Oddolna rewolucja, która zmienia edukację*, tłum. A. Baj, Element, Gliwice 2020, s. 138–139.

¹⁵ K. Robinson, L. Aronica, *Uchwycić żywioł. O tym, jak znalezienie pasji zmienia wszystko*, tłum. A. Baj, Element, Gliwice 2017.

- Buber M., *Ja i Ty. Wybór pism filozoficznych*, tłum. J. Doktor, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1992.
- Dziedziczak-Foltyn A., Karpińska-Musiał B., Sarnat-Ciastko A., *Tutoring drogą do doskonałości akademickiej*, Impuls, Kraków 2020.
- Koziołek R., *Człowiek skulony*, „Tygodnik Powszechny”, 7.09.2020, <https://www.tygodnikpowszechny.pl/czlowiek-skulony-164743> [dostęp: 10.05.2022].
- Panikkar R., *Myth, Faith and Hermeneutics: Cross-Cultural Studies*, Paulist Press, New York 1979.
- Robinson K., Aronica L., *Kreatywne szkoły. Oddolna rewolucja, która zmienia edukację*, tłum. A. Baj, Element, Gliwice 2020.
- Robinson K., Aronica L., *Uchwycić żywioł. O tym, jak znalezienie pasji zmienia wszystko*, tłum. A. Baj, Element, Gliwice 2017.
- Rosińska Z., *Hic Rhodus hic salta*, w: *Filozofie dialogu w konfrontacjach kultur*, red. S. Tokarski, Semper, Warszawa 1996, s. 15–21.
- Shapiro J., *Nowe cyfrowe dzieciństwo*, tłum. E. Pater-Podgórna, Mamania, Warszawa 2020.

Marta Mamet-Michalkiewicz

Wydział Humanistyczny, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0003-2596-081X>

Doktor nauk humanistycznych, literaturoznawca. Adiunkt na Wydziale Humanistycznym Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Autorka monografii *Between the Orient and the Occident: Transformations of The Thousand and One Nights* (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2011). Współautorka i redaktorka serii wydawniczej „Translation in Culture”, w ramach której zostały opublikowane dwa tomy: *Translation in Culture*, red. A. Adamowicz-Pośpiech, M. Mamet-Michalkiewicz (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2016) oraz *Translation in Culture: (In)Fidelity in Translation*, red. A. Adamowicz-Pośpiech, M. Mamet-Michalkiewicz (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2019). Autorka licznych artykułów dotyczących orientalizmu w humanistyce zachodniej, przekładu

w kulturze oraz *Księgi tysiąca i jednej nocy*. Koordynatorka projektów edukacyjnych w Centrum Dydaktyki UŚ, trenerka i certyfikowany tutor. Uczestniczka projektów „Uniwersytet Najlepszych UŚ” (2018–2019), „Mistrzowie dydaktyki” (w ramach programu POWER) (2019–2020), „Mistrzowie dydaktyki – ścieżka zaawansowana: Train the trainers & Educational leadership” (od 2021). Koordynatorka projektu „Śląska Szkoła Ćwiczeń” (2020–2022).

Jedna zmiana w twojej szkole – dla kogo, kiedy i z kim?

Streszczenie: Tekst zawiera zbiór obserwacji i lekturowych inspiracji, które mają pomóc w analizie systemów i metod współpracy w ramach społeczności szkolnej. W artykule podkreślona została rola dyrektorów placówek jako liderów w edukacji. Krytycznej analizie poddano koncepcję przywództwa, jej złożoność i wielowymiarowość w kontekście szkoły oraz odmienność specyfiki szkolnej od sfery biznesowej. W artykule postawiono pytanie o możliwość wprowadzania zmian w placówkach szkolnych, ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia wsparcia i współpracy wszystkich członkiń i członków szkolnej społeczności. Artykuł skupia się także na problemie wsparcia samych liderów, możliwościach ich rozwoju, a także na formach współpracy pomiędzy różnymi instytucjami edukacyjnymi.

Słowa kluczowe: edukacja, współpraca, lider, koncepcje przywództwa

Praca w szkole to przede wszystkim praca zespołowa. Nie będąc psycholożką ani socjolożką, lecz literaturoznawczynią i polonistką, która w ramach swojej profesji ma okazję pracować z prężnie rozwijającym się i generującym wciąż nowe pomysły zespołem, nie zamierzam z rozmachem dyletantki wkraczać na teren innej dyscypliny. Jednocześnie nie powinno to zakłócać chęci

i potrzeby podzielenia się własnymi doświadczeniami i metodami pracy z osobami, które w szkolnych zespołach odgrywają rolę niebagatelną – co nie oznacza, że najistotniejszą czy ostateczną – czyli z dyrektorami placówek oświatowych.

Nadzorować i karać? Wspierać i rozumieć!

Dyskusja dotycząca roli i zadań liderów i liderów w placówkach szkolnych nie jest nowa – zainicjowana lata temu, wciąż jest aktualna i aktualizowana. Związane jest to z wieloma czynnikami, z których najistotniejsze wydają się dwa: dynamicznie zmieniany (reformowany systemowo lub rozwijający się w odpowiedzi na potrzeby społeczne) system edukacji oraz wciąż ewoluująca filozofia zarządzania czy współpracy. Są jednak takie elementy tego zagadnienia, które nie ulegają drastycznym zmianom – wizja przełożonych, w przypadku niniejszej pracy dyrektorów szkół, jest społecznie i kulturowo silnie ukształtowana i jest to wizja, nie oszukujmy się, nacechowana negatywnie. Słowo „dyrektor” niemal nigdy nie konotuje pozytywnych skojarzeń, nie wzbudza wyrozumiałości wobec tych, którzy w polu naszej społecznej wyobraźni związani są z „przemocą” i „władzą”. Z treści wywiadów przeprowadzonych przez Małgorzatę Zalewską-Bujak na potrzeby książki *Nauczyciel w polu szkolnym – w świetle teorii Pierre’a Bourdieu i nauczycielskich narracji* wyłania się wizerunek dyrektora – oprawcy, dyrektora – strażnika, dyrektora – źródła nacisku: „Przeprowadzone analizy zgromadzonego materiału badawczego dają podstawę do stwierdzenia, że we wszystkich narracjach ujawnia się wskazane już przeze mnie rozpoznawanie dyrektora szkoły przez badane osoby jako bezpośredniego źródła wywieranego nacisku”¹. Część tych opinii to pokłosie zachowań osób piastujących stanowiska, to także efekt deprofesjonalizacji,

¹ M. Zalewska-Bujak, *Nauczyciel w polu szkolnym – w świetle teorii Pierre’a Bourdieu i nauczycielskich narracji*, Wydawnictwo UŚ, Katowice 2017, s. 290.

nieumiejętnego zarządzania placówkami oświatowymi w Polsce, efekt mający swoją przyczynę w szeregu działań politycznych i procesów społecznych, a także następstwo nieprzygotowania do podjęcia odpowiedzialności, jaką stanowi współpraca z zespołem. Należy jednak pamiętać, że część tych opinii może okazać się niesprawiedliwa, a dyrektorka czy dyrektor padają ofiarą stereotypizacji wizerunku osób pełniących wszelkie funkcje zwierzchnie. Zacytowana książka ukazała się w 2017 roku, wątplię jednak, żeby jej treści drastycznie się zdezaktualizowały, choć w polskiej szkole wiele się w tym czasie zmieniło. Warto tutaj podkreślić, że pomimo przeszkód zewnętrznych – z których pandemia COVID-19 jest tylko jedną, lecz ogromnie znaczącą – są to zmiany na lepsze.

Dyrektorka/dyrektor szkoły to postać niezbędna nie tylko w obliczu obowiązującego nas systemu, ale także, a może przede wszystkim dlatego, że ogromny organizm szkolny nie może i nie będzie sprawnie funkcjonować bez liderki/lidera. Jak pisze Ken Robinson:

W najwspanialszych doświadczeniach nauki najważniejsze są dwie postacie – uczeń i pedagog. Aby cała szkoła mogła się wybić, kluczowe znaczenie ma jeszcze trzecia postać: entuzjastyczny lider, posiadający wizję i umiejętności, głęboko rozumiejący warunki, w których uczniowie chcą i mogą się uczyć².

W tej uwadze nie ma jednak absolutnie niczego odkrywczego, rewolucyjnego ani także szczególnie dopasowanego do sytuacji szkolnej. Każda grupa potrzebuje liderki/lidera, ale w prawidłowym rozumieniu tego terminu, nie jako strażniczki/strażnika, osoby podejmującej jednoosobowo ostateczne decyzje. Szkoły potrzebują bowiem przewodniczek i przewodników, kogoś, kto jest towarzyszem/towarzyszką procesu organizacji, kształcenia, rozwoju. Lider/liderka to postać absolutnie niezbędna do wspie-

² K. Robinson, L. Aronica, *Kreatywne szkoły. Oddolna rewolucja, która zmienia edukację*, tłum. A. Baj, Element, Kraków 2015.

rania i rozwijania zespołu, uszupólniania wszystkich złożonych elementów przestrzeni oświaty. O takim właśnie wzorze pisze Michael Schratz:

Liderzy w szkole potrzebują zdolności do rozpoznawania pojawiających się na styku teorii i praktyki możliwości uczenia się i ich wykorzystywania. Większość modeli organizacyjnego uczenia się jest tworzona na bazie wyciągania wniosków z tego, co wydarzyło się w przeszłości. Jednak w kontekście przywództwa szkolnego mamy do czynienia z nowymi wyzwaniem, które nie pytają o poprawę *status quo*, ale wymagają innowacyjnego działania oraz antycypowania zdarzeń i zmierzania się z myśleniem kreatywnym³.

Co więc można zrobić, żeby nie stać się podobnym do dyrektora z inicjalnej sceny powieści *Madame Bovary*, który władczym gestem kontroluje zachowania wszystkich uczniów? Kiedy wprowadza do klasy Karola Bovary, od razu obarcza go piętnem swojej oceny, (prze)mocą słów degraduje w oczach współtowarzyszy:

Odrabialiśmy lekcje, kiedy wszedł dyrektor, a za nim n o w ubrany po miejsku i chłopak do posług z dużym pulpitem. Drzemiący przebudzili się i wszyscy zerwaliśmy się jakby zaskoczeni przy pracy.

Dyrektor skinieniem kazał nam usiąść, po czym zwracając się do wychowawcy:

– Panie Roger – powiedział półgłosem – polecam panu tego ucznia, przyjęty jest do piątej. Jeśli wyróżni się wzorowym zachowaniem i pracą, przejdzie do s t a r s z y c h, dokąd go już wiek powołuje.

[...]

³ M. Schratz, *Tworzenie zmiany od wewnątrz. Przywództwo jako uczenie się z wyłaniającej się przyszłości*, tłum. J. Madalińska-Michalak, w: *Przywództwo edukacyjne. Współczesne wyzwania*, red. S.M. Kwiatkowski, J. Madalińska-Michalak, Wolters Kluwer, Warszawa 2014, s. 11.

– Wstań – powiedział profesor.

Wstał, czapka spadła. Klasa wybuchła śmiechem. Schylił się, by ją podnieść. Sąsiad strącił ją łokciem, n o w y podniósł ją raz jeszcze.

– Zostawże ten hełm! – powiedział profesor, który był człowiekiem dowcipnym. Uczniowie znów ryknęli śmiechem, a biedny chłopiec tak się stropił, że już sam nie wiedział, czy ma czapkę trzymać w ręku, czy zostawić na ziemi, czy włożyć na głowę. Wreszcie usiadł kładąc ją sobie na kolanach.

– Wstań – powtórzył profesor – i powiedz, jak się nazywasz.

N o w y wybełkotał coś niezrozumiałego.

– Powtórz.

I znów ten sam nieartykułowany bełkot zgłuszony wrzaskami klasy.

– Głośniej – krzyknął profesor. – Głośniej!

Wówczas n o w y powziął jakby ostateczną decyzję, otworzył usta, jak mógł najszerzej, i rzucił z głębi płuc, niby okrzyk, słowo: Karbovary.

Odpowiedział mu wrzask i piski, wzrastające wciąż *crescendo* (wyli, szczekali, tupotali nogami, powtarzając: Karbovary! Karbovary!). Z czasem w milknącej z trudem wrzawie odróżnić dały się poszczególne głosy, to znów, jakby źle ugaszona petarda, wytryskał w jakiejś ławce tłumiony wybuch śmiechu⁴.

Ten przydługi fragment zawsze odpowiednio, niestety, obrazował dla mnie swego rodzaju przemocowość szkoły – wielostopniową, usankcjonowaną latami powtarzanych mechanizmów i schematów, pod którymi nieraz kryły się bezsilność, zawodowe wypalenie, lęki, niewiedza czy zwyczajnie brak kompetencji społecznych nauczycielek/nauczycieli, a co za tym idzie, także uczennic i uczniów. Symbol władzy absolutnej – dyrektor, sięgający postrach wśród wszystkich grup uczestniczących w edukacji, nauczyciel, który pod nieobecność dyrektora staje na szczycie drabiny, wyko-

⁴ G. Flaubert, *Pani Bovary*, tłum. A. Micińska, Marginesy, Warszawa 2022, s. 7–9.

rzystuje więc swoją pozycję w przewadze nad uczniami, wreszcie silniejsi, bardziej popularni uczniowie, wykorzystujący swoją przewagę nad słabszymi z grupy. Oczywiście w kontekście społeczeństwa XXI wieku obraz ten jest nieaktualny i przerysowany, a jednak warto mieć go w pamięci jako antyprzykład, ale także jako klucz do udzielenia odpowiedzi na pytanie o to, jak szkoła nie powinna wyglądać. To zaś, jak wygląda, w dużej mierze zależy od liderki/lidera, choć nie tylko na nich spoczywa odpowiedzialność za kształt szkoły i jej wspólnoty.

Jaka odpowiedzialność spoczywa więc na liderce/liderze⁵? Z moich doświadczeń i obserwacji wynika, że w edukacji (przy czym słowo „lider” nie oddaje całego spektrum tej roli) na osobie pełniącej zwierzchnią rolę spoczywa odpowiedzialność za wizję, strukturę, skład zespołu, zasoby, udzielenie wsparcia (w ścieżce rozwoju, problemach, sukcesach, wyborach), przede wszystkim jednak za motywowanie i inspirowanie. W książce *Ty, Twoje dziecko i szkoła* wspomniany Robinson wymienia osiem kompetencji, które w dziecku powinna wzmacniać ścieżka edukacyjna. Są to: ciekawość, kreatywność, krytycyzm, komunikacja, współpraca, współczucie, opanowanie, obywatelstwo⁶. W moim odczuciu te kompetencje to także cechy liderki/lidera edukacji,

⁵ Od razu wytłumaczę, że moje rozumienie pojęcia lidera nie jest do końca zbieżne z rozumieniem propagowanym przez teoretyczki/teoretyków nauk o biznesie, choć chyba warto zapoznać się z definicją zawartą w książce: K. Grint, *Leadership: Limits and Possibilities*, Globe Press, Basingstoke 2005. Nie chodzi mi także o potoczne pojmowanie roli lidera – w polskiej kulturze często myli się tę rolę z przywództwem. Najbliżej mi do definicji lidera edukacji, sformułowanej podczas rozmowy przeprowadzonej z Jocelyn Chadwick, Leigh Patel i Kenem Lindblomem: „Leadership is not believing your own press; and leadership is never forgetting the *why* and the *ethics* of the mission and all those individuals – teachers and students – who have placed their trust in you” (*What Does Leadership in Education Mean to You?* <https://ncte.org/blog/2018/06/what-does-leadership-in-education-mean-to-you/> [dostęp: 31.01.2021]).

⁶ K. Robinson, L. Aronica, *Ty, Twoje dziecko i szkoła. Znajdź drogę do najlepszej edukacji*, tłum. D. Pomadowska, Element, Gliwice 2018, s. 137–142.

o jakiej/jakim myślę, kiedy zastanawiam się nad rolą dyrekcji szkół. Brzmi to zdecydowanie jak przepis na idealną kandydatkę/idealnego kandydata na osobę dzierżącą szkolne stery. Osobę taką powinna bowiem cechować ciekawość ludzi i świata, ale także, a może przede wszystkim, ciekawość dotycząca najnowszych wyników badań wspierających edukację i najnowocześniejszych trendów edukacyjnych (wprowadzanych rozsądnie i z umiarem). Z kreatywnością wiąże się cały zestaw kompetencji, który jest w tym miejscu całkowicie niezbędny, wręcz „ratujący życie” – pozwala bowiem szybko i elastycznie reagować, pozwala na rozwój osobisty i wspieranie w tym rozwoju innych, a także zapewnia odpowiednią diagnozę potrzeb oraz zmian, dzięki którym możliwe jest wzrastanie całej szkolnej społeczności. Krytycyzm rozumiem tutaj dwojako: jako umiejętność krytycznego myślenia oraz w kategorii warsztatu zapewniającego umiejętność udzielenia informacji zwrotnej każdej osobie we wspólnocie, informacji, która nie pozbawi tej osoby motywacji, ale pozwoli jej lepiej i sprawniej wykonywać swoją pracę w przyszłości. To łączy się oczywiście z kompetencjami komunikacyjnymi, gdyż, moim zdaniem, każdy lider powinien przejść odpowiednią formę treningu interpersonalnego. Liderzy i liderki w edukacji zdecydowanie powinni do perfekcji opanować umiejętności współpracy – delegowania obowiązków i wspierającego moderowania procesu edukacyjnej ewolucji. Szkoła nie jest miejscem dla tych, którzy nie potrafią współpracować, delegować zadań i wzmacniać swoich współpracowników, nie jest miejscem dla tych, którzy są przekonani, że sami robią wszystko najlepiej, najszybciej. Nie chodzi jednak tylko o rozdysponowanie obowiązków i kontrolowanie ich wykonania w postaci efektywnych tabel, lecz o efektywny podział pracy, zgodny z kompetencjami i możliwościami osób w zespole. Współczucie i opanowanie nie wymagają komentarza; dla wszystkich tych, którzy kiedykolwiek pracowali w polskiej szkole, jest on zupełnie zbędny. Obywatelstwo, czy inaczej umiejętność życia w społeczeństwie obywatelskim i wykreowania

takiego społeczeństwa, wydaje mi się najważniejszym zestawem kompetencji ze wszystkich wymienionych, pozwala bowiem stworzyć szkołę, która nie tylko naucza wiedzy o społeczeństwie. Jak pisze Robinson: „Podstawowe znaczenie ma to, żeby w szkołach nie mówiono jedynie o aktywnym obywatelstwie, ale by swoim postępowaniem dawano przykład, jak ono powinno działać”⁷.

Stojąc pomiędzy polityką, ekonomią a ludźmi, dyrektorka/dyrektor szkoły nie tylko pośredniczy pomiędzy uczestnikami relacji (bo tak należy myśleć o członkach edukacyjnej wspólnoty), ale przede wszystkim staje się kimś, kto przejmuje stery organizacji w różnych sytuacjach, projektach, w czasie reform, zmian kadrowych, niejako amortyzując sytuacje generujące stres, wymagające podjęcia dodatkowych działań, szybkich decyzji, przeformułowania obowiązujących przydziałów zadań. To rola niezwykle trudna, ale przede wszystkim niewykonalna, jeśli ktoś zмага się z nią jednoosobowo. Szkoła to nie pojedyncze role, budynek czy instytucja. Szkoła to społeczność, która nie powinna być samotnie dryfującą, odciętą od realiów wyspą. Na społeczność tę – jako mozaikowy zlepek ludzi, emocji, potrzeb, interesów, przepisów, praw i obowiązków – składają się (kolejność wymieniania nie jest tu przypadkowa i odzwierciedla spajającą rolę liderów i liderów) następujące warstwy „interesantów”: uczennice i uczniowie, rodzice, nauczyciele i nauczycielki, pracownicy i pracowniczki szkoły, którzy nie są nauczycielami, dyrektorzy i dyrektorki oraz, z perspektywy zewnętrznej wobec ścisłej wspólnoty szkoły, dyrektorzy i dyrektorki, urzędnicy i urzędniczki, odpowiednie ministerstwa i stojący na ich czele ministrowie.

Warto poszukiwać równowagi pomiędzy każdym z kręgów relacji. Jak pisał Tadeusz Sławek:

Między kształcącymi się a technobiuokratycznymi procedurami sterującymi edukacją i nauką rysuje się nieuchron-

⁷ Ibidem, s. 141.

nie taka różnica, jak między Sokratesem a Hippiaszem. Ten ostatni wierzy przede wszystkim w końcowy, wymierny sukces, będący ostatecznym kryterium wszelkiej działalności. [...] Sokrates jest daleki od pewności siebie Hippiasza, chociaż wie, że to właśnie Hippiasz wyda o nim sąd, obwiniając o to, że „interesują go głupstwa i drobiazgi i rzeczy nic niewarte”. Sokrates kształci (się), to znaczy inaczej niż Hippiasz, dobrze zadowolony w świecie urzędów i biurokracji, jest jakby zawsze nie „na miejscu”. Powie o sobie: „[...] we mnie jakieś licho chyba siedzi neodparte i błąkam się ciągle i rady sobie dać nie mogę, a jeśli swoją biedę odsłaniam przed wami, mędrkami, to mnie błotem obrzucacie...”⁸

Szkoła to zatem niezwykle złożony organizm. Jednym zdaniem – nawet najwspanialszy dyrektorzy nie osiągną niczego bez zespołu. Ich dążeniem powinno być zapewnienie dobrostanu wszystkim członkom wspólnoty, by mogli pozostawać w jej ramach przy jednoczesnym zachowaniu indywidualności, co brzmi idealistycznie, ale jest w pewnym stopniu osiągalne. Należy jedynie pamiętać o kilku pułapkach.

Relacje

Na dobrostan składa się wiele drobnych elementów, żaden lider nie jest w stanie zapewnić swojemu zespołowi – a ustaliliśmy już, jak wielki jest to zespół w przypadku wspólnoty szkolnej – zaspokojenia każdego z nich. Wiele się dziś pisze o relacjach w edukacji, jeszcze więcej się o tym mówi, ale odnoszę wrażenie, że nieco przegapiliśmy lekcję, którą już w 2012 roku próbował dać nam Krzysztof Maliszewski, właśnie na owej relacyjności i dialogiczności edukacji skupiający się w swoich pracach. Zanim spróbu-

⁸ T. Sławek, *Wielki magazyn edukacji. Sokrates i Hippiasze*, w: K. Maliszewski, *Pedagogika na pograniczu światów: eseje z cyklu „Medium Mundi”*, Wydawnictwo UŚ, Katowice 2015, s. 289–290.

jemy takie relacje odnowić czy pogłębić, powinniśmy poważnie przemyśleć naszą strategię i motywację, które pomogą taką wspólnotę szkolną (od)budować:

Jeśli zaś jednymi z najdotkliwszych współczesnych niepokojów są te przed wykluczeniem i przed załamaniem cywilizacyjnym, a więc przed tym, że nasze życie i świat staną się *n i e l u d z k i e*, pilnym zadaniem edukacyjnym jest orientacja na *h u m a n i z a c j ę*. Lekcje, wykłady, kursy, media wymagają nasycenia głębokimi kulturowymi inspiracjami bardziej niż instrumentalnymi zestawami informacji; miękkimi i ciepłymi wartościami oraz dyspozycjami do współpracy w większym stopniu niż kryteriami skuteczności i nastawieniem na rywalizację – tak, aby po kontakcie z tymi formami ludzie wychodzili etycznie wrażliwsi i intelektualnie mądrzejsi. Nic, rzecz jasna, nie wskazuje na taką możliwość. System oświatowy działa i zmienia się w zupełnie przeciwnym kierunku, stawiając na bezkontekstowe porcje informacji, wymierność, ekonomizm, wyścig – a tym samym potęgując lęk przed wykluczeniem i katastrofą⁹.

Zanim bowiem wzmocni się wspólnotę, a co za tym idzie, poczucie przynależności do niej, należy zastanowić się nad motywacjami jej członków. Relacje oparte na strachu czy lęku przed wykluczeniem nie pomogą odpowiedzieć na wyzwania, jakie stoją przed szkołą w trzeciej dekadzie XXI wieku. Dlaczego twierdzą, że nieco spóźniliśmy się z odrobieniem lekcji zadanej nam przez Maliszewskiego? Ponieważ potrzeba humanizacji, uwrażliwienia, ale też wypracowania mechanizmów pozwalających na rozpoznanie reakcji lękowych oraz ich wyciszenie, staje się niezwykle trudna w obliczu pandemicznej izolacji społeczeństwa. Oczywiście nie jest za późno na zbudowanie zdrowych relacji, trzeba tylko mieć

⁹ K. Maliszewski, *Lekcje niepokoju. Szkic o pedagogice (z) lęku*, „Kultura Współczesna” 2012, nr 4(75), s. 56.

świadomość, jak trudne jest to dziś zadanie i jak wielkiej uważności i wiedzy wymaga od wszystkich jej uczestników.

Potrzeby, wobec których staje dziś szkoła – od ponad dwóch lat mierząca się z pandemią COVID-19, zaś od lutego 2022 roku także z oddziałującą na całą Europę zbrojną agresją Rosji na Ukrainę i co z tym związane: oferowaniem pomocy osobom z doświadczeniem uchodźczym i wieloma innymi społecznymi wyzwaniami czy kryzysami – wymagają zmian. Zmiany te muszą uwzględniać zagrożenia – katastrofę klimatyczną, kryzys gospodarczy, konflikty społeczne – ale także relacje międzyludzkie i indywidualne potrzeby każdej osoby należącej do wspólnoty. Jednocześnie potrzeby te należy pogodzić z systemem oświaty, wymogami obowiązującymi na egzaminach państwowych i wszelkiego rodzaju procesami oceny (uczniów i uczennic, nauczycieli i nauczycielek, dyrektorów i dyrektorek).

Oddolna rewolucja

Wprowadzanie zmian w szkole – systemowych, czyli w pewien sposób generowanych odgórnie przez lidera, ale także tych oddolnych, wynikających z inicjatywy uczniowskiej, nauczycielskiej czy rodzicielskiej – nigdy nie powinno odbywać się w izolacji. Możemy mieć wiele zastrzeżeń wobec narzędzi i metod „serwowanych” nam przez neoliberalne ośrodki szkoleniowe, ale jest kilka rzeczy, których warto się nauczyć, aby móc odpowiednio moderować procesy zmian zachodzące w naszych zespołach lub umieć rozpoznawać sytuacje, w których takie zmiany są konieczne. Jedną z najcenniejszych lekcji, jakie edukacja może odrobić dzięki aplikowanej w ramach działań edukacyjnych i dostosowanej do projektów edukacyjnych metodzie *Design Thinking*, jest zbadanie potrzeb i testowanie projektów zmian na wszystkich grupach, których te procesy dotyczą. Jest to metoda skoncentrowana na człowieku i zrozumieniu jego potrzeb, szybkim tworzeniu pro-

totypów rozwiązań i generowaniu kreatywnych pomysłów¹⁰. To niby oczywiste, że z procesu rewolucji czy ewolucji w placówce szkolnej nie można wykluczać uczniów, rodziców i nauczycieli, ale kiedy właściwie dyrektorzy spotykają się z przedstawicielami wszystkich tych grup i rozmawiają z nimi o wizji wymarzonej szkoły? Różne grupy wciąż rozmawiają w specyficznej izolacji – rodzice z uczniami w domu, nauczyciele z dyrektorem w czasie posiedzeń rad pedagogicznych, nauczyciele z uczniami w czasie godzin wychowawczych. Dlatego tak ważne jest spotkanie, które nie będzie jedynie szybką wywiadówką. Co ważne, narzędzia wykorzystywane przez nas do zdalnej komunikacji mogą pomóc stworzyć przestrzeń umożliwiającą wymianę myśli, burzę mózgow w kwestii tego, jaka zmiana według różnych grup wspólnoty szkolnej jest najistotniejsza, przestrzeń pozwalającą przeprowadzić głosowanie, przydzielić drobne zadania, zaangażować wszystkich w każdy etap procesu. Oczywiście zaspokojenie potrzeb wszystkich nie jest możliwe, nie będzie też łatwo zaangażować każdego w proces kreowania i generowania zmian. Jednak co do tego, że polska szkoła ich potrzebuje, jesteśmy raczej zgodni. Dlatego trzeba je zacząć wdrażać od razu, oceniać na bieżąco ich efekt, rozszerzać pola działań. Do oceny obecnego stanu oraz zaplanowania zmian przydać się mogą takie narzędzia, jak „STAR” czy „PARADE method”, ale może wystarczy po prostu przeprowadzenie ankiety wśród uczniów, rodziców i nauczycieli, a później zorganizowanie głosowania dotyczącego odpowiadających wszystkim rozwiązań. To mogą być zmiany drobne (np. zainstalowanie dostępnych apteczek pierwszej pomocy, różnych skrzyneczek, czy wspólne sadzenie roślin przy szkolnym skwerze) i diametralne (np. remont sal, zakup komputerów czy pomocy naukowych do specjalistycznych pracowni, zorgani-

¹⁰ Warto zapoznać się z projektem „Rethinking Education”, <https://dtwszkole.pl/rethinking-education> [dostęp: 12.12.2021] oraz z publikacją: P. Grocholiński, M. Just, M. Kołodziejczak, B. Michalska-Dominiak, A. Michalska-Żyła: *Design thinking dla edukatorów*, Wydawnictwo UŁ, Łódź 2021.

zowanie cyklu szkoleń dla nauczycieli, którzy otrzymają niskie oceny w ankiecie ewaluacyjnej).

Głównym zadaniem liderki/lidera w czasie wprowadzania takich zmian jest motywowanie wszystkich członkiń i członków wspólnoty, najważniejsze jest jednak sprawdzenie warunków realizacji projektu, zaplanowanie budżetu, umożliwienie realizacji wybranego projektu i wiara w sens drobnych zmian. Jako edukatorzy musimy mieć świadomość ogromnej wagi mechanizmów lustrzanych¹¹. Lider, który zdradzi się z tym, że nie wierzy w powodzenie procesu, *ergo* nie wierzy w swoją wspólnotę, jest tak nieskuteczny jak nauczyciel, który nie lubi prowadzonego przez siebie przedmiotu. Jeśli nie zdradzi się werbalnie, to zdradzą go gesty i mimika. Ważna będzie więc także dbałość o motywację i realizację potencjału samych liderek i liderów. Cele, jakie realizuje zespół, powinny być przynajmniej częściowo zgodne z planowanym kierunkiem rozwoju, ideami, potencjałem i kompetencjami jego członkiń i członków. Dlatego na stanowiskach liderskich najlepiej odnajdują się osoby samoświadome w tym zakresie¹². Choć brzmi to idealistycznie, wręcz naiwnie – nauczycielka/nauczyciel czy dyrektorka/dyrektor, którzy nie wierzą w ważkość wypełnianych zadań, nie przetrwają w tym zawodzie, zwłaszcza w utrudnionych, dynamicznie zmieniających się i nieprzewidywalnych warunkach.

Jak kształcić i wspierać liderów?

Nie jest oczywiście tak, że liderki i liderzy powinni być zdani jedynie na własną pasję czy energię i potencjał swojego zespołu. Należy przyjrzeć się roli uniwersytetów w zakresie kształcenia nauczycieli, wspierania szkół i współpracy pomiędzy różnymi placówkami oświatowymi, oraz zweryfikować i wzmocnić tę

¹¹ Zob. M. Kaczmarzyk, *Szkola memów. W stronę dydaktyki ewolucyjnej*, Element, Gliwice 2018.

¹² Zob. R.S. Kaplan, *Jak w stu procentach zrealizować swój potencjał?* „Harvard Business Review Polska” 2008.

rolę. Szkoły oraz szkoły wyższe i uniwersytety powinny (niejednokrotnie już to robią) prowadzić platformy wymiany myśli i doświadczeń, udzielać sobie wsparcia w postaci superwizji, inicjować przepływ kadry i organizować wizyty studyjne w poszczególnych placówkach, tworząc wspólnotę uczącą się¹³.

Poza projektami, w ramach których spotykać się będą nauczycielki i nauczyciele z różnych szkół w kraju oraz na arenie międzynarodowej, warto pomyśleć o dwuwymiarowym powrocie na uniwersytet. Przede wszystkim warto rozwijać programy szkoleń, spotkań, rozmów, podczas których spotkać się może kadra akademicka i szkolna. Nie chodzi jednak o wykłady czy warsztaty, na których pierwsza grupa ma odgrywać role mentorów i przewodników, lecz o taką formę spotkań, która pozwoli na obustronną wymianę dobrych praktyk (jak praca metodą *open space, world café*). Ważne jest także, aby już na tym etapie dbać o partycypację uczniów i uczennic oraz studentów i studentek.

Przemyśleć należy ponadto możliwość wprowadzenia do szkół kompletnych i opracowanych na potrzeby placówek edukacyjnych programów mentoringowych. Jak pisze Magdalena Piorunek:

Mentoring, zdaniem niektórych, bardziej zbliża się do sztuki, niż stanowi ścisłą procedurę. Wymaga czasu poświęconego na budowanie zaufania i zrozumienia w atmosferze bezpieczeństwa oraz pewnej elementarnej regularności kontaktów wzajemnych. U jego podstaw leży przeświadczenie o możliwości oddziaływania na drugiego człowieka w jego strefie najbliższego rozwoju, w oparciu o umiejętności (sztukę) wydobywania mocnych stron podopiecznego w ramach epizodów wspólnego zaangażowania. Te klasyczne już koncepcje psychologii rozwojowej, odwołujące się do wspierania

¹³ Zob. E. Kochanowska, *Szkoła jako wspólnota twórczego myślenia i działania – realność czy utopia?* „Lubelski Rocznik Pedagogiczny” 2018, nr 4 (37), s. 155–166; *Ucząca się szkoła. Od rozwoju jednostek do rozwoju wspólnoty*, red. G. Mazurkiewicz, Wydawnictwo UJ, Kraków 2015.

możliwości rozwojowych człowieka w relacjach społecznych, do uznania jego możliwości rozwojowych i bazowania na mocnych stronach jednostki, stanowią podstawę definiowania i opisywania relacji mentorskich w perspektywie teoretycznej. Rolą mentora jest: motywowanie i zachęcanie podopiecznego do aktywności, tworzenie szczerzej, otwartej i przyjaznej atmosfery współpracy, opartej na wzajemnym szacunku¹⁴.

Taki program można stworzyć w ramach współpracy pomiędzy szkołami – doświadczeni nauczyciele/dyrektorzy mogliby wspierać osoby rozpoczynające pracę na tym stanowisku; wsparcie dla szkół w tym zakresie oferowałyby też lokalne uniwersytety. Bez względu na wybrane rozwiązanie wdrożenie takiego programu mogłoby pozwolić na sprawne budowanie wspólnoty uczącej się. Osoby korzystające ze wsparcia mentorów, ale także uczestniczące w odpowiednim szkoleniu czy warsztatach, mogłyby stosować elementy tej metody w pracy we własnej placówce, z czasem także stając się mentorami. Dobrze zorganizowana wymiana doświadczeń, metod i narzędzi współpracy z zespołem szybko pozwoliłaby na zbudowanie społeczności wspierającej się na poszczególnych etapach rozwoju.

Zanim jednak zadamy o rozwój czynnych zawodowo nauczycieli (który powinien przybrać formę wsparcia oraz monitorowania wdrażanych zmian, budowania planowanej ścieżki rozwoju, a nie ślepego dążenia do wszelkich form rozwoju i niespójnych szkoleń czy kursów), należy poważnie zastanowić się nad metodami kształcenia przyszłych nauczycieli (tu znów przyjdzie poszukać kompromisów pomiędzy ministerialnymi wymogami a kreowaniem świadomych nauczycielek i nauczycieli, którzy wiedzą, jak planować i prowadzić swój dalszy rozwój). Ta współpraca – pomiędzy dyrektorkami/dyrektorami, nauczycielkami/nauczy-

¹⁴ M. Piorunek, *By(wa)ć mentorem czyli o dylematach i pułapkach mentoringu*, „Studia Edukacyjne” 2016, nr 4, s. 9.

cielami, przyszlými nauczycielkami/nauczycielami, a także uczennicami, uczniami i rodzicami z uniwersytetem – choć znów z pozoru oczywista, wymaga pogłębienia i stać się może kolejnym ważnym krokiem w edukacyjnej (re)ewolucji.

Bibliografia

- Flaubert G., *Pani Bovary*, tłum. A. Micińska, Marginesy, Warszawa 2022.
- Grint K., *Leadership: Limits and Possibilities*, Globe Press, Basingstoke 2005.
- Grocholiński P., Just M., Kołodziejczak M., Michalska-Dominiak B., Michalska-Żyła A., *Design thinking dla edukatorów*, Wydawnictwo UŁ, Łódź 2021.
- Kaczmarzyk M., *Szkoła memów. W stronę dydaktyki ewolucyjnej*, Element, Gliwice 2018.
- Kaplan R.S., *Jak w stu procentach zrealizować swój potencjał?* „Harvard Business Review Polska” 2008.
- Kochanowska E., *Szkoła jako wspólnota twórczego myślenia i działania – realność czy utopia?*, „Lubelski Rocznik Pedagogiczny” 2018, nr 4 (37).
- Kwiatkowski S.M., Madalińska-Michalak J., red., *Przywództwo edukacyjne. Współczesne wyzwania*, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.
- Maliszewski K., *Lekcje niepokoju. Szkic o pedagogice (z) lęku*, „Kultura Współczesna” 2012, nr 4 (75).
- Mazurkiewicz G., red., *Ucząca się szkoła. Od rozwoju jednostek do rozwoju wspólnoty*, Wydawnictwo UJ, Kraków 2015.
- Piorunek M., *By(wa)ć mentorem czyli o dylematach i pułapkach mentoringu*, „Studia Edukacyjne” 2016, nr 4.
- Robinson K., Aronica L., *Kreatywne szkoły. Oddolna rewolucja, która zmienia edukację*, tłum. A. Baj, Element, Kraków 2015.
- Robinson K., Aronica L., *Ty, Twoje dziecko i szkoła. Znajdź drogę do najlepszej edukacji*, przeł. D. Pomadowska, Element, Gliwice 2018.

Schratz M., *Tworzenie zmiany od wewnątrz. Przywództwo jako uczenie się z wyłaniającej się przyszłości*, tłum. J. Madalińska-Michalak, w: *Przywództwo edukacyjne. Współczesne wyzwania*, red. S.M. Kwiatkowski, J. Madalińska-Michalak, Wolters Kluwer, Warszawa 2014.

Sławek T., *Wielki magazyn edukacji. Sokratesi i Hipiasze*, w: K. Maliszewski, *Pedagogika na pograniczu światów: eseje z cyklu „Medium Mundi”*, Wydawnictwo UŚ, Katowice 2015.

What Does Leadership in Education Mean to You? <https://ncte.org/blog/2018/06/what-does-leadership-in-education-mean-to-you> [dostęp: 31.01.2021].

Zalewska-Bujak M., *Nauczyciel w polu szkolnym – w świetle teorii Pierre’a Bourdieu i nauczycielskich narracji*, Wydawnictwo UŚ, Katowice 2017.

Magdalena Piotrowska-Grot

Uniwersytet Otwarty, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0003-2058-9628>

Absolwentka jednolitych studiów magisterskich i doktoranckich Wydziału Filologicznego Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, doktor nauk humanistycznych. Redaktorka działu Prezentacje i sekretarz redakcji dwutygodnika kulturalnego „artPAPIER”. Autorka książek *W głąb. Szkice o współczesnej poezji Śląska i Zagłębia* (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2017) oraz *Przemebłowanie (w) wieczności. Wizje zaświatów w polskiej poezji współczesnej* (Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2018). W godzinach pracy (i poza nimi) zajmuje się poezją współczesną i innowacjami w dydaktyce.

Biologiczne podłoże mechanizmów uczenia się

Co nam dają neuronauki w edukacji?

Streszczenie: Gatunek ludzki ewoluował w bardzo specyficznych warunkach, które wyznaczyły także główne kierunki naszych przystosowań. Społeczny charakter gatunku promował wzrost zarówno wielkości ośrodkowego układu nerwowego, jak i kompetencji społecznych. W efekcie jakość procesu edukacji stała się silnym czynnikiem presji selekcyjnej. Doskonalenie tego procesu u naszych przodków decydowało o ich wartości przystosowawczej. Dzisiejsze wymagania stawiane uczniom i nauczycielom często stoją w sprzeczności z ich możliwościami na poziomie fizjologii mózgu, a społeczna presja dotycząca osiągania tych wymagań nie tylko nie powoduje rozwoju arbitralnie wyznaczonych celów, ale uniemożliwia optymalne wykorzystanie naturalnych możliwości. Szczególnie wyraźnie widoczne jest to w okresie adolescencji, kiedy zmieniający się na poziomie neurobiologicznym mózg jest poddawany silnej presji społecznej, co bardziej sprzyja zaburzeniom systemu niż jego równowadze.

Słowa kluczowe: neurobiologia, edukacja, ewolucja, mózg, adolescencja

W ostatnich latach gwałtowny rozwój neuronauk spowodował, że ich osiągnięcia przyczyniają się do budowania nowych teorii oraz tworzenia programów badawczych w pozornie tak odległych od

siebie dziedzinach, jak ekonomia, estetyka, politologia, socjologia czy marketing. Dzięki nowoczesnym metodom neuroobrazowania możliwe jest określenie aktywności wybranych partii ludzkiego mózgu i wiązanie ich z określonymi stanami psychicznymi czy aktywnością kognitywną¹. Nie dziwi więc, że metody te znalazły swoje miejsce także w ogólnie rozumianej teorii edukacji.

Edukacyjny kontekst wiedzy o mózgu określa się najczęściej terminem „neurodydaktyka”. Ostrożnie wykorzystywana wiedza z zakresu neurobiologii pozwala wyjaśnić cały szereg zjawisk obserwowanych w edukacji, zwłaszcza tych, w których kluczem jest jakość relacji pomiędzy nauczycielem/wychowawcą a uczniem/wychowankiem². Odkrycie sposobu działania pamięci, zwłaszcza pamięci operacyjnej, szczególnych dla ludzkiego gatunku, gwałtownych zmian neurorozwojowych czy wpływu aktywności mentalnej na jakość rezerwy poznawczej, pozwala na nowe spojrzenie na proces nauczania i wychowania.

Oczywiście, jak każdy nowy obszar, neurodydaktyka musi być traktowana z odpowiednią ostrożnością. Szukanie w niej dydaktycznej „teorii wszystkiego” nie tylko jest błędne, ale może być także niebezpieczne z praktycznego punktu widzenia. W działalności edukacyjnej nie wolno całkowicie ignorować najnowszych osiągnięć neurobiologii. Kompromisem powinien być, jak zawsze, zdrowy rozsądek ludzi w praktyce związanych z edukacją. Znacznym wsparciem w poszukiwaniach jest, moim zdaniem, uzupełnienie neurodydaktycznych refleksji praktyków o kontekst ewolucyjny.

Nasz gatunek ewoluował bowiem w szczególnych warunkach, których konsekwencją była właśnie wyjątkowa złożoność i wielkość mózgow oraz ich ujawniające się w dziedzinie kultury możliwości. Wymagania stawiane przed mózganami dzisiaj, zwłaszcza przez zinstytucjonalizowane formy edukacji, nie zawsze odpo-

¹ J. Rostowski, *Rozwój mózgu człowieka w cyklu życia*, Difin, Warszawa 2012.

² M. Kaczmarzyk, *Strefa napięć. Historia naturalna konfliktu z nastolatkiem*, Element, Gliwice 2020.

wiadają ich naturalnym możliwościom. To, co dzisiaj wydaje się efektem zaniedbania, braku kompetencji po stronie dorosłych albo lenistwem czy marginalnym zaangażowaniem po stronie młodzieży, może okazać się konsekwencją gwałtownej zmiany wymagań środowiska.

Większość czasu, w którym środowisko naturalne kształtowało biologiczne podłoże mózgow naszych przodków, spędzali oni w niewielkich grupach zbieraczy i łowców, liczących nie więcej niż 150–200 osób. Biorąc pod uwagę ówczesną długość życia większości ludzi, rzadko przekraczającą 30 lat, i rozległy teren, po którym się poruszali, można przyjąć, że spotkania takich niewielkich grup odbywały się bardzo rzadko. Owe 150 osób stanowiło więc całe społeczne środowisko, z jakim człowiek miał w swoim życiu do czynienia. Zależność od innych i znaczenie dostosowania łącznego spowodowały rozwój ludzkich mózgow w stronę niebywałej wręcz precyzji w zakresie analizy informacji o znaczeniu społecznym³.

Jesteśmy gatunkiem zdolnym do empatii w stopniu zdecydowanie przekraczającym możliwości innych gatunków społecznych. Prawdopodobnie właśnie ten kierunek rozwoju dał nam przewagę ewolucyjną i zapewnił sukces⁴.

Dostosowanie łączne jest pojęciem z dziedziny biologii ewolucyjnej, ale w ludzkim wymiarze sprowadza się w zasadzie do tego, że granice kompetencji jednostki nie stanowią w praktyce granic jej możliwości. Jeśli czegoś nie wiemy lub nie potrafimy, jedną z możliwości podniesienia swojej osobniczej wartości przystosowawczej jest przyswojenie wiedzy i umiejętności, których nam brakuje. Druga możliwość to skorzystanie z kompetencji sąsiada. W złożonych sieciach społecznych naszych przodków właśnie ten drugi sposób miał znaczenie. Prawdopodobieństwo przetrwania

³ R. Dunbar, J. Gowlett, C. Gamble, *Potęga mózgu. Jak ewolucja życia społecznego kształtowała ludzki umysł*, tłum. R. Kosarzycki, Copernicus Center Press, Kraków 2017.

⁴ Ch. Keysers, *Empatia. Jak odkrycie neuronów lustrzanych zmienia nasze rozumienie ludzkiej natury*, tłum. Ł. Kwiatek, Copernicus Center Press, Kraków 2017.

było tym większe, im większa była sprawność wymiany informacji oraz precyzja w ocenie nastrojów, preferencji towarzyskich i jakości relacji w danej społeczności⁵.

Już ta, najbardziej fundamentalna przecież, teza pozwala nam na wysunięcie wniosków w zakresie kształtowania środowiska edukacyjnego. Jeśli tak czy inaczej rozumiana szkoła ma ambicje przygotowania swoich uczniów do sprawnego funkcjonowania w rzeczywistości społecznej, to podstawowym zadaniem tej instytucji powinno być kształtowanie kompetencji w zakresie relacji, współpracy, sprawnej komunikacji, podziału zadań, rozwiązywania potencjalnych konfliktów, tworzenia warunków sprawiedliwości społecznej i tolerancji dla różnorodnych cech i kompetencji. Pobieżna analiza funkcjonowania szkół wystarczy, żeby przekonać się, jak niewłaściwie rozłożone są tu akcenty. Większość czasu uczniowie spędzają na przyswajaniu wiadomości i nabywaniu kompetencji. Staramy się, aby absolwenci poszczególnych poziomów kształcenia opuszczali mury szkolne wyposażeni w podobny zakres umiejętności i wiedzy. Chcemy nauczyć wszystkich tego samego i w podobnym stopniu, zupełnie ignorując fakt, że poziom dostosowania łącznego populacji złożonej z takich jednostek jest znacząco niski. To przecież różnorodność kompetencji stanowiła – i nadal stanowi – o naszej sile. Różnorodne w swojej strukturze, zbudowane na niepowtarzalnym podłożu genetycznym i gotowe do zmian pod wpływem unikalnych doświadczeń mózgi staramy się upodobnić do siebie, ignorując oczywiste dla wszystkich indywidualne preferencje, uzdolnienia, możliwości i ograniczenia. Stawiamy przed sobą niemożliwe do osiągnięcia cele, a konsekwencją jest frustracja, stan neurofizjologicznie bardzo zbliżony do fizycznego bólu, który znacząco ogranicza nasze możliwości poznawcze⁶. Powstaje fatalne koło dodatniego sprzężenia zwrotnego, które –

⁵ R. Dunbar, *Nowa historia ewolucji człowieka*, tłum. B. Kucharzyk, Copernicus Center Press, Kraków 2015.

⁶ J. Bauer, *Granica bólu. O źródłach agresji i przemocy*, tłum. M. Skalska, Dobra Literatura, Słupsk 2015.

jeśli przeoczmy kryjący się u jego podstawy mechanizm – prowadzi nas do jeszcze większych starań, słabszych rezultatów i narastania frustracji. Warto zauważyć, że procesy te dotyczą zarówno nauczycieli i wychowawców, jak i ich podopiecznych, u których ostateczna niemoc sprostania wymaganiom dorosłych często skutkuje ucieczką w uzależnienie lub chorobą.

Duża sprawność naszych mózgów w procesach relacyjnych paradoksalnie także może stać się dzisiaj poważnym problemem. Wysoka zdolność do empatii, wrażliwość mózgu społecznego na najdrobniejsze sygnały świadczące o zmianie emocji czy konfiguracji sieci społecznej, wyjątkowa dla człowieka precyzja biologicznego podłoża w tym zakresie były przydatne i bezpieczne w świecie złożonym ze 150 osób, których znali nasi przodkowie i z którymi dzielili środowisko. W dzisiejszym średniej wielkości mieście człowiek widuje codziennie od kilku do kilkunastu tysięcy różnych twarzy. Ilość informacji społecznej, którą nasze wrażliwe mózgi próbują przetworzyć, znacząco przekracza ich możliwości. To, co było źródłem naszej siły, we współczesnym świecie może stać się niebezpieczne. Silnie przeciążony mózg społeczny zmienia bowiem sposób działania, przestawia się z trybu gotowości do współpracy (odpowiednia liczba bodźców społecznych) w tryb unikania i ucieczki. W tym drugim przypadku aktywność mózgu zdominują struktury, takie jak przednia część wyspy (odpowiedzialna za wrażenia bólowe i wstręt) oraz ciało migdałowate (aktywne w procesach unikania, ucieczki lub walki). Upraszczając nieco – w miejsce wzajemnej naturalnej przychylności wobec drugiego człowieka pojawia się niechęć, niezrozumiała rezerwa, a często także wrogość pozbawiona obiektywnych przyczyn.

Boleśnie takie sytuacje przeżywamy w rodzinach, zwłaszcza kiedy mimo naszych starań od własnych nastoletnich dzieci słyszemy zdania typu: „Nienawidzę was! Jesteście do niczego, chciałbym mieć innych rodziców!”. Warto zdać sobie sprawę (choć oczywiście mówimy tutaj o wyjaśnianiu, a nie o usprawiedliwianiu czegokolwiek), jakie mogą być przyczyny takich sytuacji. Próba

poznania znaczenia takich komunikatów (czy słyszymy je w domu czy w szkole, w nieco innym kontekście) tu i teraz zawiedzie. Najczęściej nie dlatego, że w dłuższej perspektywie czasu brak jest woli do porozumienia, ale dlatego, że taki właśnie lokalny stan mózgu uniemożliwia dostęp do jego części odpowiedzialnych za racjonalne myślenie, czyli do uzyskania owego porozumienia.

Stany takie jak opisywany dotyczą wszystkich. Wpadają w nie mózgi zarówno dzieci, młodzieży, jak i dorosłych. Neurobiologia rozwojowa podpowiada jednak, że prawdopodobieństwo ich wystąpienia może być różne na różnych etapach naszego życia.

Doskonałym przykładem jest gwałtowna przebudowa kory mózgowej u nastolatków⁷. Okres adolescencji, a w szczególności nas interesującym kontekście zwłaszcza 12–15 rok życia, to etap gwałtownej przebudowy. Dotyczy to przede wszystkim obszarów nazywanych korą przedczołową. Jest to część mózgu odpowiadająca za wyższe funkcje i typowo ludzkie zachowania, takie jak racjonalne postrzeganie rzeczywistości, dostrzeganie związków przyczynowo-skutkowych, planowanie, nadzorowanie zachowań emocjonalnych, szacowanie ryzyka. Przebudowa struktury polega na zmianie konfiguracji i siły połączeń pomiędzy poszczególnymi komórkami nerwowymi oraz ich liczby. Zmiany zachodzą w tym czasie tak gwałtownie, że ich efekty można dostrzec praktycznie z dnia na dzień.

Jedno z najczęściej zadawanych pytań w całej historii nauki dotyczy relacji pomiędzy mózgiem a umysłem. Tekst, który mają Państwo przed sobą, ze względu na wymogi dotyczące jego objętości nie zarysowuje nawet różnorodności warunków, w jakich można próbować na to pytanie odpowiedzieć. Przyjmujemy tutaj założenie, że umysł jest pochodną działania ośrodkowego układu nerwowego, a jego aktywność w danej chwili zależy od aktywności mózgu (w zasadzie jest z tą aktywnością tożsama). Jeśli tak, to

⁷ S.J. Blakemore, *Wynaleźć siebie. Sekretne życie mózgu nastolatka*, tłum. J. Maksymowicz-Hamann, Mamania, Warszawa 2019.

zmiany w strukturze mózgu mają oczywisty wpływ na jego działanie, a co za tym idzie – na działanie umysłu. Na wspomnianym wcześniej etapie życia mamy więc do czynienia z człowiekiem, którego umysł, w tym sposób postrzegania i rozumienia świata, jest zmienny.

Znajomość tych procesów to kolejny element neurobiologicznej układanki, który pozwala nam na interpretację znanych zjawisk w nowy, często nieoczekiwany sposób.

Zmienność nastrojów, reakcji, preferencji czy zainteresowań i życiowych planów jest dobrze znana z obserwacji prawie każdemu opiekunowi nastolatków. To, co było dla nich istotne kilka tygodni wcześniej, dziś może nie mieć znaczenia. Gdy wreszcie otrzymują coś, o co konsekwentnie prosili przez tygodnie, nie budzi to spodziewanej euforii. Ich życiowe plany i zainteresowania mogą zmieniać się co kilka miesięcy. Najczęściej w tego typu zjawiskach upatrujemy jakiś rodzaj intencji, słabości charakteru, a czasami nawet braku szacunku czy wdzięczności za nasze starania. Jeśli jednak przyłożymy do tych obserwacji neurobiologiczną miarę, okaże się, że większość nastolatków powinna taka właśnie być na tym etapie rozwoju.

Nasze oczekiwania wobec dorastającej młodzieży ponownie rozmijają się z tym, co typowe i możliwe. Żądamy stałości i konsekwencji od systemów będących w przebudowie. Kolejny raz stawiamy nieosiągalne cele.

Czy to może oznaczać, że neurodydaktyka podpowiada nam, iż wychowywanie nastolatka jest pozbawione sensu? Absolutnie nie! Musimy jedynie zrewidować wymagania wobec siebie i swoich podopiecznych. Kiedy bowiem nasze dziecko stosunkowo nagle i dosyć późno zmienia się, i to w dodatku w kogoś, kogo nie potrafimy zrozumieć czy wesprzeć, większość z nas, dorosłych, zadaje sobie oczywiste pytania: gdzie popełniono błąd? Kto zawiñił i co zrobić, żeby sytuacja wróciła do normy?

To niezmiernie toksyczne pytania, zwłaszcza jeśli dotyczą rodziców i bezpośrednich opiekunów. Z tej bliskiej, codziennej

i relacyjnej perspektywy problem jest szczególnie bolesny. Brak odpowiedzi znów prowadzi do frustracji, a często do głębokiego poczucia winy, wrażenia, że się w swojej roli poniosło porażkę, zawiodło własne dziecko.

A jeśli większość obserwowanych zjawisk ma inne podłoże? Jeśli nasze poczucie winy wynika głównie z braku świadomości tego, co się dzieje? Neurodydaktyka podpowiada nam, że taka możliwość istnieje. Oczywiście przyjęcie tej perspektywy bardzo wiele od nas wymaga. Przede wszystkim musimy przyznać, że nie wszystko zależy od intencji, kompetencji i poziomu zaangażowania. Musimy przyjąć do wiadomości, że za stan naszych relacji z podopiecznymi częściowo odpowiadają czynniki, na które po prostu nie mamy wpływu, czynniki, które są wynikiem specyficznego dla człowieka wzorca procesów rozwojowych.

I znów dochodzimy do pytania o systemowy wymiar procesu edukacji, o szkołę taką, jaka jest w dzisiejszej rzeczywistości. Nie starając się wpisywać w modną ostatnio krytykę, bez pytań o jej słuszność czy oczywistość wielu diagnoz, zadajmy sobie jedno pytanie: ile lat mają młodzi ludzie, kiedy są obligowani przez system do wyboru ogólnego kierunku swojego intelektualnego i społecznego rozwoju? To czas ukończenia szkoły podstawowej i wyboru dalszej drogi. Ale to także czas największego neurorozwojowego zamieszania. Czy wymagania w tym zakresie stawiane młodym ludziom na tym etapie są adekwatne do możliwości podejmowania decyzji, które wpłyną na ich odległą przyszłość?

Bibliografia

Bauer J., *Granica bólu. O źródłach agresji i przemocy*, tłum. M. Skalska, Dobra Literatura, Słupsk 2015.

Blakemore S.J., *Wynaleźć siebie. Sekretne życie mózgu nastolatka*, tłum. J. Maksymowicz-Hamann, Mamania, Warszawa 2019.

Dunbar R., *Nowa historia ewolucji człowieka*, tłum. B. Kucharzyk, Copernicus Center Press, Kraków 2015.

- Dunbar R., Gowlett J., Gamble C., *Potęga mózgu. Jak ewolucja życia społecznego kształtowała ludzki umysł*, tłum. R. Kosarzycki, Copernicus Center Press, Kraków 2017.
- Kaczmarzyk M., *Strefa napięć. Historia naturalna konfliktu z nastolatkiem*, Element, Gliwice 2020.
- Keyesers Ch., *Empatia. Jak odkrycie neuronów lustrzanych zmienia nasze rozumienie ludzkiej natury*, tłum. Ł. Kwiatek, Copernicus Center Press, Kraków 2017.
- Rostowski J., *Rozwój mózgu człowieka w cyklu życia*, Difin, Warszawa 2012.

Marek Kaczmarzyk

Instytut Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0001-6260-4828>

Nauczyciel akademicki, biolog, neurodydaktyk i memetyk. Jest popularyzatorem nauki. Propaguje dydaktykę ewolucyjną – dziedzinę zajmującą się rozpoznawaniem i praktycznym wykorzystaniem wpływu mechanizmów ewolucyjnych na uczenie się i nauczanie. Do jego najważniejszych publikacji popularnonaukowych należą: *Strefa napięć. Historia naturalna konfliktu z nastolatkiem* (Element, Gliwice 2020), *Szkoła memów. W stronę dydaktyki ewolucyjnej* (Element, Gliwice 2018), *Szkoła neuronów. O nastolatkach, kompromisach i wychowaniu* (Wydawnictwo Dobra Literatura – Grupa Wydawnicza Literatura Inspiruje, Słupsk 2017) oraz *Unikat. Biologia wyjątkowości* (Wydawnictwo Dobra Literatura – Grupa Wydawnicza Literatura Inspiruje, Warszawa–Słupsk 2018). Jest również autorem podręczników i programów szkolnych. Pełni funkcję kierownika Pracowni Dydaktyki Biologii na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Od 2012 roku prowadzi Uniwersyteckie Towarzystwo Naukowe – Wszechnica Śląska. Jest inicjatorem i jednym z organizatorów Międzynarodowego Sympozjum Naukowego Neurodydaktyki odbywającego się co roku w Katowicach. Regularnie prowadzi szkolenia dla nauczycieli, rodziców oraz rad pedagogicznych. Występuje jako prelegent na konferencjach dotyczących edukacji i wychowania.

Czy liczby mogą kłamać?

O przykładach aktywizacji w nauczaniu matematyki

Streszczenie: Prawidłowa analiza zadania, zrozumienie problemu, zastanowienie się nad sposobem rozwiązania, wykonanie zaplanowanych czynności i w końcu spojrzenie na zadanie w sposób całościowy, stanowią fundament rozumowania, które prowadzi do abstrakcyjnego pojmowania rozważanych treści. Jest to jednak długotrwały proces, w dobie natychmiastowego dostępu do wszelkich informacji i bezzwłocznej realizacji zaplanowanych czynności dzięki szeroko rozumianym multimediom bywa on żmudny i niewygodny, a czasem nawet nieosiągalny dla ucznia. W artykule podjęto próbę wskazania kierunku wykorzystania tych multimedii, które mogą być pomocne w procesie nauczania. Nauczyciel może w pewnym stopniu dostosować swój warsztat pracy oraz proces dydaktyczny do swoich (wciąż zmieniających się) uczniów – ich sposobu komunikacji oraz możliwości skupienia. Wykorzystując w procesie nauczania narzędzia audiowizualne, których powszechnie używają uczniowie, nauczyciel może zaktywizować ich procesy myślowe oraz zainteresować danym zagadnieniem, co pozwoli na lepsze i pełniejsze zrozumienie wprowadzanych treści matematycznych.

Słowa kluczowe: metody aktywizujące w nauczaniu matematyki, memy w nauczaniu matematyki, dydaktyka matematyki

Kształcenie matematyczne nie powinno polegać na przekazywaniu uczniom gotowej wiedzy – faktów, twierdzeń, zastosowań czy mechanizmów, które powinni przyswoić, opanować pamięciowo i być w stanie wypowiedzieć. Taka wiedza nie jest trwała, nie jest pełna, bo nie można mówić o pełnym zrozumieniu, gdy wykształciliśmy jedynie pozorną znajomość poszczególnych zagadnień. Skuteczne kształcenie matematyczne powinno polegać na tworzeniu takich sytuacji dydaktycznych, podczas których w umyśle ucznia tworzą się schematy logiczno-matematyczne stające się fundamentem jego wiedzy¹. Powstałe schematy stanowią podstawowy składnik matematycznej twórczości, która z kolei związana jest z pewną aktywnością myślową. Jednak sama „aktywność myślowa – którą Platon nazwał bezdźwięcznym dialogiem, jaki każdy prowadzi z samym sobą – służy jedynie otwarciu oczu i umysłu [...]”². Sama aktywność myślowa nie prowadzi więc do osiągnięcia określonych efektów, ale jest niezbędna, by móc uzewewnętrznić własne myśli w postaci wszelkiego rodzaju twórczości. Takie „otwarcie oczu i umysłu” prowadzi w konkretnych sytuacjach do różnych rodzajów aktywności matematycznej³, charakterystycznych dla matematycznej twórczości.

Nauczyciel sterujący procesem przyswajania wiedzy przez uczniów powinien więc w nauczaniu matematyki zastępować metody podające metodami aktywizującymi, dzięki którym uruchamia u uczniów różne formy aktywności matematycznej. Jedną z nich jest dyscyplina i krytycyzm myślenia⁴. Można powiedzieć,

¹ Por. m.in.: S. Turnau, *Wykłady o nauczaniu matematyki*, PWN, Warszawa 1990; G. Treliński, *Zintegrowana edukacja wczesnoszkolna, 3xM: Matematyka, Modelowanie, Metodyka*, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Piotrków Trybunalski 2011.

² H. Arendt, *Myślenie*, tłum. H. Buczyńska-Garewicz, Czytelnik, Warszawa 2002, s. 17.

³ M. Klakla, *Kształcenie aktywności matematycznej o charakterze twórczym na poziomie szkoły średniej*, w: *Materiały do studiowania dydaktyki matematyki*, T. 3, red. J. Żabowski, Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock 2002, s. 263–274.

⁴ M. Klakla, *Dyscyplina i krytycyzm myślenia jako specyficzny rodzaj aktywności matematycznej*, „*Studia Matematyczne Akademii Świętokrzyskiej*” 2003, t. 10, s. 89–106.

że ten rodzaj aktywności matematycznej polega na przezwyciężeniu konfliktu między kanonami formalnego myślenia, intuicją, pewnym utrwalonym nawykiem i sugestią nazwy, która w języku potocznym ma znaczenie poglądowo bliskie znaczeniu ustalonemu przez jej definicję matematyczną, ale nie tożsame z nią. Operatywny charakter języka matematycznego jest naturalną konsekwencją aktywności matematycznej, w szczególności właśnie dyscypliny i krytycyzmu myślenia.

Rola słowa w komunikacji na lekcji

Proces nauczania – uczenia się matematyki wymaga znalezienia pewnego optimum precyzji językowej. To optimum, uwarunkowane różnymi czynnikami, zależy między innymi od tematu i złożoności rozpatrywanego zagadnienia oraz od tego, jakim poziomem wiedzy w tym zakresie dysponujemy⁵. W dążeniu do precyzji językowej nauczyciel może łatwo przekroczyć rozsądne granice, gdyż język zbyt dokładny, „czysty logicznie” staje się dla ucznia po prostu niezrozumiały. Umiejętność posługiwania się językiem naturalnym uczeń posiadał we wczesnym dzieciństwie i doskonali ją nadal w procesie permanentnej edukacji. Język matematyczny jest dla niego językiem sztucznym, który mimo ścisłej zależności od języka naturalnego oraz mimo faktu, iż częściowo wywodzi się z języka potocznego, jest pozbawiony wszelkich emocji i uczuć⁶.

Język matematyki szkolnej używany w zapisie powstaje w dużej mierze przez modyfikację języka potocznego, naturalnego. Mody-

⁵ Z. Krygowska, *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. 1, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977; Eadem, *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. 2, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977; Eadem, *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. 3, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977.

⁶ N. Cieślak, S. Kania, *Trudności w rozumieniu stosowanych elementów logiki matematycznej w odniesieniu do kwantyfikatorów*, w: *Współczesne problemy nauczania matematyki*, vol. 7, red. E. Juskowiak, H. Kąkol, Fundacja „Matematyka dla Wszystkich”, Bielsko-Biała 2018, s. 143–162.

fikacja ta polega na uzupełnieniu używanego słownictwa o pewne nowe, niewystępujące dotąd symbole i wyrażenia lub też na nadaniu nowych znaczeń istniejącym już wyrażeniom⁷. W przeciwieństwie do języka potocznego język matematyki jest jednoznaczny, lektura tekstu matematycznego ma odbiór uniwersalny, a zrozumienie danego twierdzenia czy definicji nigdy nie jest zależne od kontekstu wypowiedzi. Wszystkie prace matematyczne pisane są „językiem formuł”, surowym stylem wyróżniającym się precyzją i pełnym sformalizowaniem. Analizując tekst zapisany w takim języku, czytelnik musi sam zinterioryzować rozpatrywany tekst, przełożyć język formuł na język „dokoła formuł”⁸. Ten zabieg wydaje się naturalną konsekwencją lektury tekstu matematycznego dla nauczyciela, ale nie dla ucznia, i to właśnie nauczyciel musi ustalić poziom równowagi między niezbędnym formalizmem a jasnym wyjaśnieniem, o co „naprawdę chodzi”⁹. Język na lekcji matematyki powinien być dostosowany do odbiorców, adekwatny do ich poziomu intelektualnego oraz uwzględniający stopień ich matematycznego zaawansowania. Nauczyciel, często traktując język matematyczny zbyt swobodnie, naturalnie, jednak bardzo świadomie, niejednokrotnie zapomina, że uczniowie zupełnie inaczej odbierają wypowiedziane przez niego słowa. Jest to jedna z przyczyn zaburzeń komunikacji na lekcji.

Powinnością nauczyciela jest więc uświadomienie sobie, na czym polega niedojrzałość myślenia uczniów, w szczególności w odniesieniu do wprowadzanych pojęć matematycznych. Pozwoli to utrzymać z uczniami kontakt nie tylko werbalny, ale

⁷ J. Konior, *Poszukiwanie dowodu a jego redagowanie w nauczaniu szkolnym matematyki* [przedruk z: „Dydaktyka Matematyki” 1982(2)], w: *Materiały do studiowania dydaktyki matematyki*, T. 4, red. J. Żabowski, Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock 2003, s. 143–171.

⁸ Rozróżnienia na te dwa systemy w języku matematycznym (język formuł i język dookoła formuł) dokonał Hans Freudenthal (1905–1990).

⁹ M. Szurek, *O nauczaniu matematyki. Wykłady dla nauczycieli i studentów*, T. 4, Gdańskie Wydawnictwo Oświatowe, Gdańsk 2006.

także myślowy, i stanie się podstawą poprawnego odbioru wiedzy wyrażonej specyficznym językiem. Konfrontowanie ucznia z sytuacją problemową na miarę jego możliwości służy m.in. ocenie, w jakim stopniu rozumie on omawiane pojęcie oraz w jaki sposób owe rozumienie zaczyna kształtować się w jego umyśle. Postawiony w nowej sytuacji uczeń zmuszony będzie uruchomić logiczny łańcuch czynności myślowych, prowadzący do odnalezienia się w nowym, nieznanym dotychczas położeniu. Następnie, zobowiązany przez nauczyciela do werbalizacji tego łańcucha czynności myślowych, będzie operował językiem matematyki, który w dużej mierze również poświadczy o zrozumieniu bądź niezrozumieniu przez niego danego problemu¹⁰.

Rola cyfryzacji w komunikacji na lekcji

W obecnych czasach komunikacja interpersonalna sprowadza się głównie do przekazów teleinformatycznych. Globalnie dostosowujemy się do wciąż postępującej cyfryzacji rzeczywistości, koegzystujemy w wirtualnym społeczeństwie. Nauczyciele narzekają, że uczniowie coraz gorzej radzą sobie z wypowiedziami ustnymi, coraz słabiej rozumieją czytane teksty. Młodzież, przyzwyczajona do zdawkowych informacji, skrótów myślowych i ciągłych bodźców emocjonalnych dostarczanych przez wirtualną komunikację, nie potrafi skupić się na czytanim w tradycyjnej, drukowanej formie tekście – długim, jednostajnym, często monotonnym. Kształcenie matematyczne w szkole wiąże się ściśle z werbalną komunikacją, z jasnym i pełnym przekazem, a co za tym idzie – ze stosowaniem poprawnego, ścisłego języka matematycznego.

Czy w takim razie nauczyciel może wykorzystać ciągle postępujący rozwój technologiczny, a jeśli tak, to w jakim stopniu? Czy powinien dostosować własny język, sposób komunikacji i formę przekazu do swoich uczniów, czy raczej pryncypialnie trwać na

¹⁰ N. Cieślak, S. Kania, *Trudności w rozumieniu stosowanych elementów...*, s. 143–162.

stanowisku matematycznego purysty językowego, ucząc swoich uczniów formalizmu i ścisłości w wypowiedaniu własnych poglądów? Pytania te służą jedynie krótkiej refleksji, zastanowieniu się nad poruszonym zagadnieniem, gdyż nie ma na nie jednoznacznej odpowiedzi. Mają one jednak również wydźwięk pośredni, składają do analizy tego, co pomiędzy, do uszczegółowienia i konkretyzacji, mianowicie do zadania kluczowego pytania: jak?

Język matematyczny jest precyzyjny, jednoznaczny, zwięzły, nasycony formalizmami, i taki musi pozostać, ponieważ definiuje abstrakcyjne, logiczne i spójne rozumowanie. Uczniowie powinni, w miarę swoich możliwości, poznać tę szczególną specyfikę matematyki, bo w niej tkwi piękno i istota nauki. Oczywiście jest również, że do młodych ludzi trzeba jakoś dotrzeć, przebić się przez natłok dostarczanych cyfrowo bodźców wzrokowych, słuchowych, znaleźć sposób, by przyciągnąć ich uwagę, chociaż spróbować ich zaintrygować. Chcąc to jednak osiągnąć, należy w jakimś stopniu dostosować się do nich, do ich form i sposobów komunikacji. Dochodzimy w ten sposób do meritum. Jak to zrobić? Jak mówić, by zainteresować? Jak postępować, by oddać istotę matematyki? Jak komunikować, by nie znudzić? Jak wykorzystać „nowe możliwości”, by przekazać „starą wiedzę”?

Indywidualizacja procesu nauczania w odniesieniu nie tylko do pojedynczego ucznia, ale również do poszczególnych grup uczniowskich, klas w szkole, ma zasadnicze znaczenie. Nauczyciel ma za zadanie dostosować się do każdej klasy – poprzez sposób wprowadzania nowych treści programowych, stosowane metody i formy dydaktyczne, a także poprzez język. Są momenty w procesie nauczania – uczenia się matematyki, które wymagają pełnego skupienia całej grupy uczniów, są i takie, które wymagają wyćwiczenia poznanych własności, wypracowania modelu rozwiązania, schematyzowania przyswajanych umiejętności. Jedne i drugie momenty można próbować intensyfikować, rozbudzać zainteresowanie, mobilizować w dążeniu do osiągnięcia celu, zwiększać dynamikę poznawania, poprzez stosowanie nowoczesnych środ-

ków dydaktycznych. Takich, które docierają do ucznia, którymi on sam posługuje się na co dzień, do których jest przyzwyczajony w procesie komunikacji.

O memach w nauczaniu

Pojęcie memu, co prawda, upowszechniło się w polszczyźnie, jednak wciąż przysparza pewnych kłopotów definicyjnych. Encyklopedia PWN podaje następującą definicję:

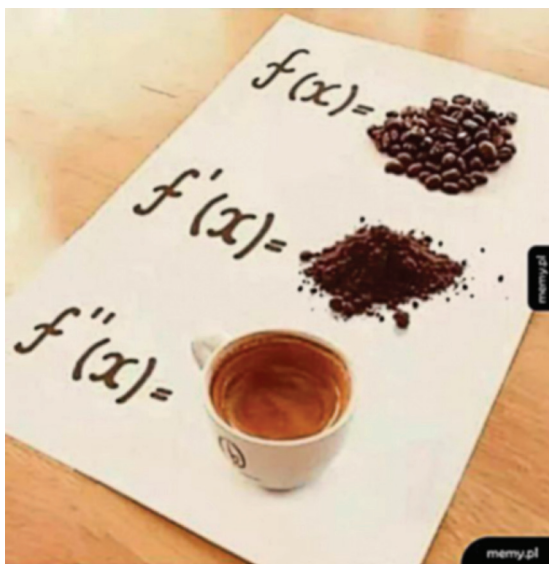
Mem to dźwiękowa lub/i obrazowa jednostka informacji intelektualnej lub kulturowej, przechowywana w pamięci człowieka i na dowolnych nośnikach (np. w książce, na płycie CD), przekazywana i odbierana świadomie lub nieświadomie¹¹.

Jest to obrazkowa forma przekazu, którą uczniowie znają i stosują w różnych sytuacjach życiowych. Internet jest pełen najróżniejszych memów, także matematycznych. Nic nie stoi na przeszkodzie, by nauczyciel umiejętnie wykorzystywał znalezione w sieci zasoby, dostosowując je do wieku uczniów, w celu aktywizowania ich na każdym poziomie kształcenia.

Przykładowo, gdy wprowadzamy pojęcie pochodnej funkcji, formalnie i precyzyjnie zapoznając ucznia z niezbędnymi definicjami, przedstawiając interpretacje geometryczne, bywa to dla niego nużące, trudne, wymagające. Pomiedzy tym ścisłym formalizmem a operacjonalizacją poznanych pojęć czy twierdzeń możemy zobrazować istotę zagadnienia przez włączenie wizualnych bodźców w postaci przykładowych memów (grafika 1).

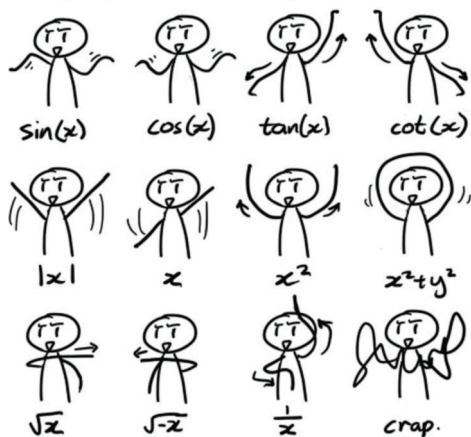
Na lekcjach dotyczących funkcji, omawiając konkretne wykresy, konkretne własności funkcji, wpajamy uczniom pewne warunki. Możemy wówczas wspomóc ich możliwości percepcyjne, wyświetlając przykładowe memy (grafika 2 i 3).

¹¹ <https://encyklopedia.pwn.pl/encyklopedia/mem.html> [dostęp: 5.08.2022].

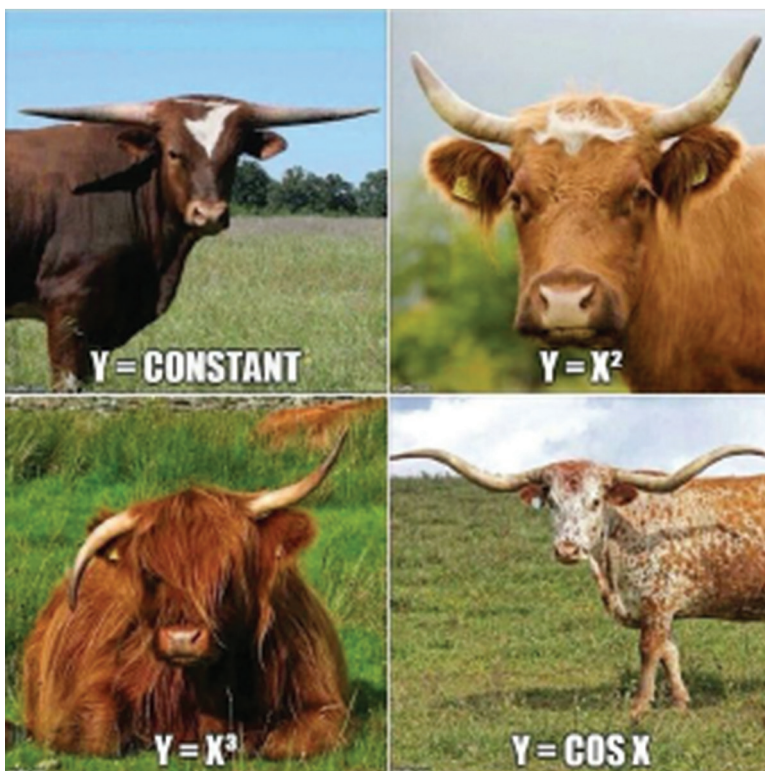


Grafika 1. Pochodna funkcji – skojarzenie z kawą
 Źródło: <https://memy.pl/mem/224640/Pochodne>, autor nieznanym.

Przepiękne Ruchy Taneczne



Grafika 2. Wykresy funkcji – skojarzenie z tańcem
 Źródło: <https://memy.jeja.pl/5427/taneczne-ruchy.html>, autor nieznanym.



Grafika 3. Wykresy funkcji – matematyczna krowa

Źródło: <https://besty.pl/4057551>, autor nieznanym.

Często na lekcjach zmagamy się z różnymi matematycznymi problemami, rozwiązujemy coraz to nowe zadania, dookreślamy pewne prawidłowości, poznajemy nowe metody i upraszczamy te, które już znamy. Możemy wielokrotnie zwracać uczniom uwagę na dobór odpowiednich metod lub sugerować zmianę sposobu rozwiązania i namawiać do głębszej analizy rozważanego zagadnienia. Możemy też wesprzeć nasze starania i próby mobilizacji przykładowym memem (grafika 4).

Kiedy używam $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
żeby rozwiązać $x^2 - 1 = 0$.



Grafika 4. Zbyt zaawansowane metody

Źródło: <https://memy.jeja.pl/484921,przynajmniej-sie-popisze-przed.html>, autor nieznan.

Przedstawiona sytuacja dobitnie oddaje sens poszukiwania optymalnych rozwiązań. Czasem nie ma potrzeby stosowania skomplikowanych metod do rozwiązania danego problemu, lecz by osiągnąć założone cele, wystarczy użyć prostszego narzędzia, mniej zaawansowanego aparatu matematycznego. Jeśli taką grafikę zaprezentujemy na lekcji i systematycznie w określonych sytuacjach będziemy się do niej odwoływać, to na pewno wzmocnimy efekt, który chcemy uzyskać. Werbalizacja problemu wskaże kierunek i naprowadzi ucznia na właściwą ścieżkę, ale bodziec wzrokowy uwydatni wagę i znaczenie rozpatrywanego zadania oraz użytych w nim metod. Dodatkowo tego typu mem być może sprawi, że w przyszłości w podobnej sytuacji będziemy mogli tylko odnieść się do jego treści, by skłonić ucznia do analizy potencjalnych rozwiązań i wyboru najbardziej optymalnej drogi.

Memy nie stanowią żadnej metody nauczania, za ich pomocą nauczyciel nie zrealizuje podstawy programowej, mogą jednak pełnić funkcję aktywizującą, wspomagającą zapamiętywanie określonych wiadomości, nabywanie często trudnych umiejętności. Są dobrym narzędziem komunikacyjnym, gdyż idealnie trafiają w możliwości i upodobania percepcyjne współczesnych uczniów.

O sofizmatach w nauczaniu

Sofizmat to:

1. rozumowanie pozornie poprawne, ale w istocie zawierające rozmyślnie utajone błędy logiczne;
2. świadome dowodzenie nieprawdy¹².

Sposobem na zapobieganie powstawania sofizmatów jest unikanie wszelkich nieomówień i wieloznaczności poprzez ściśle stosowanie precyzyjnych definicji wszędzie tam, gdzie jest to możliwe. Uczniowie, korzystając ze swobodnego dostępu do informacji w internecie, znajdują między innymi te pozorne dowody ukazujące sprzeczności i absurdy rozumowań matematycznych. Można więc spróbować wykorzystać sofizmaty do osiągnięcia zamierzonych celów edukacyjnych.

Sofizmat 1

"Pokażemy", że $1 = 2$

Niech $x = y$.

$$x = y$$

Mnożymy daną równość przez x : $x^2 = xy$

Odejmujemy stronami y^2 : $x^2 - y^2 = xy - y^2$

Przekształcamy: $(x - y)(x + y) = y(x - y)$

Dzielimy przez $x - y$: $x + y = y$

Ponieważ z założenia $x = y$: $2y = y$

Wniosek: $2 = 1$.

Grafika 5. Slajd z prezentacji

Źródło: Opracowanie własne.

Przedstawione rozumowanie (grafika 5), dowodzące, że „ $1=2$ ”, zawiera błąd polegający na podzieleniu wyrażenia

¹² <https://sjp.pwn.pl/sjp/sofizmat;2522316> [dostęp: 5.08.2022].

$(x - y)(x + y) = y(x - y)$ przez wyrażenie $(x - y)$, z pominięciem kluczowego założenia, że $x = y$. Sprzeczność jest wówczas oczywista, przecież nie możemy podzielić przez zero. Krótkie omówienie tego sofizmu z uczniami może dać wiele pozytywnych efektów w kwestii walorów edukacyjnych.

Po pierwsze, uświadomimy uczniom, że matematyka jest jednoznacznie prawdziwa, a każde rozumowanie oparte na prawdziwych przesłankach będzie prowadziło do poprawnych wniosków. Obrazuje to proste prawo logiczne – z prawdy nie może wynikać fałsz. Po drugie, wytłumaczymy uczniom, że we wszelkich matematycznych rozważaniach założenia mają zasadnicze znaczenie i jeśli pojawiają się w danym zadaniu, to znaczy, że podczas rozwiązania w którymś momencie będziemy je wykorzystywać lub się na nie powoływać. Po trzecie, omówienie sofizmu tego typu może być dobrym punktem wyjścia do dyskusji nad zadaniami z wielu działów matematyki szkolnej, między innymi funkcji, gdy omawiamy dziedziny, czy równań i nierówności, gdy przekształcamy wyrażenia równoważnie.

Rozważmy jeszcze jeden sofizm:

Sofizm 2

"Pokażemy", że $1 \text{ gr} = 1 \text{ zł}$

$$1 \text{ zł} = 100 \text{ gr} = 10 \text{ gr} \cdot 10 \text{ gr} = 0,1 \text{ zł} \cdot 0,1 \text{ zł} = 0,01 \text{ zł} = 1 \text{ gr}$$

Grafika 6. Slajd z prezentacji

Źródło: Opracowanie własne.

Nieścisłość w ukazanym rozumowaniu (grafika 6) polega na błędnym zapisie jednostki monetarnej. Rozumowanie powinno przebiegać w następujący sposób (grafika 7).

$$1 \text{ zł} = 100 \text{ gr} = 10 \cdot 10 \text{ gr} = 10 \cdot 0,1 \text{ zł} = 1 \text{ zł}$$

Grafika 7. Slajd z prezentacji

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie przedstawionej „równości” możemy rozpocząć z uczniami dyskusję na temat wagi i znaczenia jednostek, ich przekształcania i ewentualnej zamiany.

Analizując podczas lekcji różnego rodzaju sofizmaty, wskazując nieścisłości i niedopowiedzenia w tych pozornie prawdziwych rozumowaniach, otwieramy sobie drogę do wprowadzenia pewnej dozy formalizmu, do uwrażliwienia uczniów na dogłębną analizę czytanego tekstu matematycznego, a także do tego, by w pełni skupili się na omawianych zagadnieniach.

O wykorzystaniu zagadek w nauczaniu

Rozważmy następującą zagadkę (grafika 8) (polecenia należy wykonywać po kolei i nie przechodzić do następnych przed wykonaniem poprzednich):

Zagadka - o aktywizowaniu w nauczaniu

- Wybierz cyfrę od 1 do 9.
- Pomnóż ją przez 9.
- Jeżeli wyszła liczba dwucyfrowa, dodaj cyfry.
- Odejmij od otrzymanej cyfry 5.
- Każdej cyfrze przyporządkowana jest litera: 1 - A, 2 - B, 3 - C, 4 - D, 5 - E, ...
- Pomyśl szybko o państwie na tę literę.
- Pomyśl o kolorze na trzecią literę wybranego państwa.
- Wybierz kwiat na drugą literę wybranego koloru.

Grafika 8. Slajd z prezentacji

Źródło: Opracowanie własne.

Zagadka służy zaktywizowaniu uwagi uczniów, zdobyciu ich zainteresowania, wzbudzeniu w nich chęci poznania rozwiązania. Nakazując wykonywanie kolejnych poleceń, stosujemy gradację napięcia i w punkcie kulminacyjnym podajemy puentę (grafika 9):

Uwaga

Niebieskie irysy... podobno nie rosną w Danii.

Grafika 9. Slajd z prezentacji

Źródło: Opracowanie własne.

Zdecydowana większość uczniów zazwyczaj ulega sugestii i niczego nie podejrzewając, wykonuje polecenia, stąd tak duża chęć znalezienia odpowiedzi, wytłumaczenia sobie, dlaczego tak to działa. Wtedy właśnie, gdy skupimy na sobie uwagę uczniów, możemy zacząć objaśniać, że na podstawie cechy podzielności przez 9 wiedzieliśmy, iż suma cyfr liczby dwucyfrowej wyniesie 9. Reszta jest już tylko wykreowanym, sterowanym procesem. Niewiele jest wszakże krajów na literę D, a najbardziej znany to Dania.

Wykorzystanie tej zagadki będzie dobrym punktem wyjścia do omówienia cech podzielności liczb, do dyskusji nad podzielnością i wyprowadzeniem pewnych zależności. Jest to element aktywizujący, który rodzi zaciekawienie i tak pożądaną przez nauczycieli kreatywność uczniów.

Podsumowanie

Nauczyciel, który chce zainteresować swoich uczniów, rozbudzić ich ciekawość, sprawić, by zrozumieli prawa rządzące matematyką, nie musi używać tylko formalnego języka matematycznego, odnosić się tylko do abstrakcyjności wprowadzanych pojęć, twierdzeń, dowodów czy ich zastosowań, czy tylko generalizować prezentowanych wiadomości. Wskazane w niniejszym artykule sposoby aktywizacji uczniów mogą być stosowane przez nauczyciela bez uszczerbku na jakości kształcenia. Wykorzystanie memów i zagadek oraz analiza sofizmatów to jedynie przykłady tego, co nauczyciel może wprowadzić w procesie nauczania matematyki, by nie tylko pobudzić kreatywność uczniów, ale także zainteresować ich przedmiotem. To dowody na to, że zdobywaniem wiedzy

można się bawić, że uczenie się może być przyjemne i nie do końca musi być oderwane od rzeczywistości.

Bibliografia

- Arendt H., *Myślenie*, tłum. H. Buczyńska-Garewicz, Czytelnik, Warszawa 2002.
- Cieślak N., Kania S., *Trudności w rozumieniu stosowanych elementów logiki matematycznej w odniesieniu do kwantyfikatorów*, w: *Współczesne problemy nauczania matematyki*, vol. 7, red. E. Juskowiak, H. Kąkol, Fundacja „Matematyka dla Wszystkich”, Bielsko-Biała 2018, s. 143–162.
- Klakla M., *Dyscyplina i krytycyzm myślenia jako specyficzny rodzaj aktywności matematycznej*, „Studia Matematyczne Akademii Świętokrzyskiej” 2003, t. 10, s. 89–106.
- Klakla M., *Kształcenie aktywności matematycznej o charakterze twórczym na poziomie szkoły średniej*, w: *Materiały do studiowania dydaktyki matematyki*, T. 3, Red. J. Żabowski, Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock 2002, s. 263–274.
- Konior J., *Poszukiwanie dowodu a jego redagowanie w nauczaniu szkolnym matematyki* [przedruk z: „Dydaktyka Matematyki” 1982(2)], w: *Materiały do studiowania dydaktyki matematyki*, T. 4, red. J. Żabowski, Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock 2003, s. 143–171.
- Krygowska Z., *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. 1, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977.
- Krygowska Z., *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. 2, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977.
- Krygowska Z., *Zarys dydaktyki matematyki*, cz. 3, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1977.
- Szurek M., *O nauczaniu matematyki. Wykłady dla nauczycieli i studentów*, T. 4, Gdańskie Wydawnictwo Oświatowe, Gdańsk 2006.
- Treliński G., *Zintegrowana edukacja wczesnoszkolna, 3xM: Matematyka, Modelowanie, Metodyka*, Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie, Piotrków Trybunalski 2011.

Turnau S., *Wykłady o nauczaniu matematyki*, PWN, Warszawa 1990.
<https://encyklopedia.pwn.pl/encyklopedia/mem.html>
<https://sjp.pwn.pl/sjp/sofizmat;2522316>
<https://memy.pl/>
<https://besty.pl/>
<https://jeja.pl/>

Sylwia Kania

Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach,
<https://orcid.org/0000-0002-7990-3418>

Adiunkt Wydziału Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, nauczyciel dyplomowany, egzaminator maturalny. Jej zainteresowania naukowe skupiają się wokół rozpoznawania i rozwijania uzdolnień matematycznych uczniów, rozpoznawania i analizy trudności uczniów i studentów w rozumieniu pojęć matematycznych oraz wokół modernizacji procesu nauczania matematyki na różnych poziomach kształcenia.

Marzena Podgórna

Uniwersytet Śląski w Katowicach

 <https://orcid.org/0000-0001-9684-7502>

Maciej Serda

Uniwersytet Śląski w Katowicach

 <https://orcid.org/0000-0003-4926-5782>

Aneta Słodek

Uniwersytet Śląski w Katowicach

 <https://orcid.org/0000-0003-2600-6518>

Chemia w badaniach naukowych i nauczaniu

O różnych zastosowaniach węgla

Streszczenie: Węgiel, pierwiastek znany już w starożytności, zajmuje ważne miejsce w nauczaniu chemii w szkole, jak również w prowadzonych aktualnie badaniach naukowych. Z uwagi na możliwość tworzenia wiązań między atomami węgla, ilość i różnorodność związków chemicznych na bazie tego pierwiastka jest nieograniczona. W konsekwencji nieznane nam jeszcze połączenia mogą okazać się niezwykle cenne i wykazywać nietypowe właściwości, które znajdą zastosowanie w wielu dziedzinach życia. Równocześnie w nauczaniu szkolnym podkreśla się znaczenie węgla i jego związków – co najmniej 30% treści stanowią właśnie zagadnienia dotyczące związków węgla. To wskazuje, że węgiel, a w szczególności jego związki powinny być przedmiotem dyskusji zarówno w badaniach naukowych, jak i w nauczaniu. W niniejszym tekście przedstawiono nowe zastosowania związków węgla: fullerenów oraz pochodnych chinoliny i fenotiazyny. Omówione zostały metody otrzymywania pochodnych fullerenów, chinoliny i fenotiazyny oraz ich zastosowania w medycynie i organicznej elektronice.

Słowa kluczowe: węgiel, alotropia, aromatyczność, fullereny, chinolina, fenotiazyna

Uczeń rozpoczynający naukę chemii w szkole podstawowej postrzega ten przedmiot w inny sposób niż nauczyciel. Czym jest dla ucznia chemia i z czym mu się kojarzy? Zdecydowana więk-

szość uczniów na początku swojej edukacji chemicznej wykazuje ogromną ciekawość i zainteresowanie tym przedmiotem. Jest on jednym z nielicznych przedmiotów szkolnych, którego nauki uczniowie oczekują ze zniecierpliwieniem. Dla większości z nich chemia to różnorakie kolory, zapachy i „wybuchy”. To prawda. Nauczyciel na pierwszej lekcji stawia pytanie: czym zajmuje się chemia? Wśród odpowiedzi najczęściej pojawia się taka: chemia zajmuje się reakcjami i pierwiastkami chemicznymi. Czyli to pierwiastki chemiczne i ich reakcje, w wyniku których otrzymujemy nowe substancje o odmiennych właściwościach, są podstawową bazą chemiczną.

Nauczyciel może postawić sobie pytanie: czy przeprowadzanie efektownych i ciekawych dla oka doświadczeń jest wystarczające dla ucznia?

W przypadku takich eksperymentów pierwszy efekt – wizualny – jest w tym momencie najważniejszy, ale doświadczenia nauczycieli wskazują, że tego typu efekty wystarczają w początkowej fazie nauczania. Przy kolejnych eksperymentach uczniowie mogą zadać pytanie: dlaczego tak się dzieje? Tablica Mendelejewa może stać się dla nich swoistym „elementarzem”, który stanowi podstawę do tworzenia substancji chemicznych z poszczególnych „liter” – pierwiastków.

Propozycja omówienia tematu związanego z charakterystyką pierwiastków i ich związków jest następująca:

Co już wiem? – baza teoretyczna.

Co mogę zrobić? – przedstawienie i uświadomienie uczniom roli kolejności i sposobu połączeń atomów w cząsteczce związku (na tym etapie pomocne mogą być programy do modelowania cząsteczek).

Co można zsyntezować i jakie będzie znaczenie otrzymanego produktu?

W niniejszym artykule koncentrujemy się na zagadnieniach związanych z jednym z najważniejszych pierwiastków układu okresowego – węglem, którego związki znalazły już szereg zasto-

sowań, ale, jak pokazują współczesne odkrycia i badania, to nie koniec poszukiwań jego zastosowań w wielu dziedzinach nauki. Węgiel, znany już w starożytności, zajmuje 14. miejsce pod względem rozpowszechnienia pierwiastków w skorupie ziemskiej, jego zawartość to około 0,018% masowych, oraz 4. miejsce pod względem rozpowszechnienia we wszechświecie. Występuje w przyrodzie w stanie wolnym i związanym. W postaci związanej występuje w organizmach żywych (w organizmie człowieka stanowi około 18% masy ciała) oraz w otaczającym nas środowisku w postaci minerałów (np. CaCO_3 , MgCO_3), paliw kopalnych (gaz ziemny, ropa naftowa, węgiel kamienny i brunatny, torf), w atmosferze w postaci tlenku węgla(IV) (zawartość to 0,04% objętościowych), w wodzie morskiej (w postaci węglanów i wodorowęglanów, stanowiąc około 0,005% masowych). Tlenek węgla(IV) uwalniany jest do atmosfery z naturalnych źródeł w wyniku oddychania organizmów żywych, rozkładu materiału biologicznego, wybuchów wulkanów lub na skutek działalności człowieka przy zastosowaniu paliw kopalnych w przemyśle, energetyce czy transporcie. Istnienie ogromnej liczby związków organicznych, w których niezbędnym pierwiastkiem jest węgiel, wynika ze szczególnej zdolności atomów tego pierwiastka do łączenia się w długie, proste lub rozgałęzione łańcuchy, w pierścienie pojedyncze lub połączone ze sobą, oraz do tworzenia wiązań wielokrotnych między jego atomami¹. Z uwagi na tę cechę – tworzenie wiązań pomiędzy atomami węgla – ilość i różnorodność związków chemicznych powstałych na bazie tego pierwiastka jest nieograniczona. Znaczenie węgla i jego związków podkreśla realizowany w szkołach program nauczania, gdzie co najmniej 30% treści to zagadnienia dotyczące związków węgla.

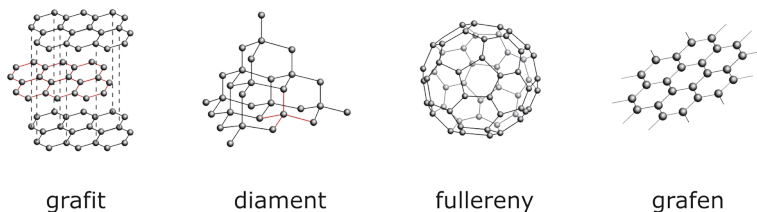
Sięgając podstaw i porównując dwa zupełnie inne materiały – grafit i diament, nauczyciel wskazuje ich odmienne właściwości,

¹ R. Hassa et al., *Chemia. Podręcznik i zbiór zadań w jednym*, Wydawnictwo M. Rożak, Gdańsk 2003.

ale taki sam „materiał budulcowy”, czyli węgiel. To niejedyne odmiany węgla, ale najczęściej i najdokładniej opisane w literaturze szkolnej.

Węgiel w postaci wolnej występuje w postaci odmian alotropowych jako diament i grafit. Do odmian alotropowych węgla zaliczamy również fullereny i grafen. Alotropia polega na występowaniu różnych odmian tego samego pierwiastka chemicznego, różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi. Odmiany alotropowe mogą różnić się strukturą krystaliczną lub liczbą atomów w cząsteczce.

Na rysunku 1 przedstawiono krótką charakterystykę podstawowych odmian alotropowych węgla²:



Rys. 1. Struktura: grafitu (A); diamentu (B); fullereny (C); grafenu (D)

Źródło: *Grafit – właściwości, rodzaje oraz zastosowanie*,

www.sinograf.com/559/grafit-wlasciwosci-rodzaje-oraz-zastosowanie [dostęp: 5.08.2022].

Grafit:

- gęstość 2,1–2,3 g/cm³;
- ciemnoszary, nieprzezroczysty z metalicznym połyskiem, tłuŝty w dotyku;
- kryształy są miękkie, łupliwe, ścieralne;
- hybrydyzacja atomów węgla sp², połączone ze sobą atomy węgla tworzą warstwy (warstwa zbudowana jest ze stykają-

² M.J. Sienko, R.A. Pláne, *Chemia. Podstawy i zastosowania*, przeł. T. Stańczuk-Różycka, C. Różycki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002; M. Hebda, A. Łopata, *Grafen – materiał przyszłości*, „Mechanika. Czasopismo Techniczne” 2012, z. 22.

- cych się ze sobą sześciocząłonowych pierścieni atomów węgla), pomiędzy warstwami oddziałują siły van der Waalsa;
- dobrze przewodzi prąd elektryczny i ciepło;
 - odporny na działanie powietrza i wody, w podwyższonej temperaturze reaguje m.in. z fluorem, litowcami, ze stężonym kwasem azotowym(V); ulega reakcjom spalania.

Diament:

- gęstość $3,51 \text{ g/cm}^3$;
- najczęściej bezbarwny i przezroczysty (bywa żółty, niebieski, czarny);
- kryształy są kruche, ale bardzo twarde (najtwardszy pierwiastek);
- hybrydyzacja atomów węgla sp^3 , każdy z atomów węgla otoczony jest czterema innymi atomami węgla ułożonymi w narożach tetraedru, atomy węgla połączone są wiązaniami kowalencyjnymi;
- nie przewodzi prądu elektrycznego, przewodzi ciepło;
- odporny na działanie powietrza, wody, kwasów nieutleniających, zasad; spala się w temperaturze powyżej 850°C .

Fullereny:

- gęstość $1,7 \text{ g/cm}^3$;
- kryształy barwy żółtobrązowej o metalicznym połysku;
- rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych;
- hybrydyzacja atomów węgla sp^2 , pojedyncza warstwa atomów węgla tworzy kształt piłki, zamknięta sieć zbudowana jest ze stykających się ze sobą pięcio- i sześciocząłonowych pierścieni atomów węgla, np. C_{60} ;
- mają właściwości nadprzewodzące i półprzewodnikowe;
- ulegają reakcji z najaktywniejszymi litowcami i reakcjom spalania;
- otrzymano je w 1985 roku;
- syntezuje się je laboratoryjnie przez odparowanie grafitu lasem lub w łuku elektrycznym i powolną kondensację par węgla w atmosferze gazu obojętnego – helu;

- nazwa pochodzi od nazwiska amerykańskiego architekta Richarda Fullera, twórcy kopuł przypominających wyglądem układ wiązań w cząsteczce fullerenów.

Grafen:

- gęstość $1,8 \text{ g/cm}^3$;
- przezroczysty;
- substancja stała, elastyczna, wytrzymała mechanicznie;
- hybrydyzacja atomów węgla sp^2 , połączone atomy węgla tworzą pojedynczą warstwę zbudowaną z sześciocłonowych pierścieni, wyglądem przypomina plaster miodu;
- przewodzi prąd elektryczny i ciepło;
- mało aktywny chemicznie;
- otrzymany w 2004 roku;
- w wyniku reakcji z wodorem staje się izolatorem.

Zainteresowanie uczniów chemią z pewnością wzbudzi pokazanie znaczenia i wykorzystania substancji chemicznych w życiu codziennym i otaczającym nas świecie oraz ich różnorodności. W przypadku węgla namacalnym dowodem różnic właściwości fizykochemicznych jest grafit i diament. Są tak różne, a jednocześnie oba są tą samą substancją – węglem.

Najtrwalszą termodynamicznie odmianą węgla jest grafit. Możemy zadać sobie pytanie: czy możliwe jest przeprowadzenie grafitu w diament? Przejście diamentu w grafit jest procesem samorzutnym, jednak szczęśliwie zachodzi bardzo wolno, dlatego nie obserwujemy tej przemiany. Diament ogrzewany bez dostępu powietrza w temperaturze ponad 1500°C przechodzi w grafit. Przemiana odwrotna, tak oczekiwana przez wielu, czyli przejście grafitu w diament, jest już procesem wymuszonym. Przemiana ta jest możliwa, ale napotyka wiele trudności. Może nastąpić w zwykłych temperaturach pod ciśnieniem co najmniej 10^4 atm . W niskich temperaturach szybkość dyfuzji w fazie stałej jest jednak bardzo mała, co praktycznie uniemożliwia zajście takiej przemiany. Aby otrzymać odpowiedniej wielkości kryształy dia-

mentu, proces należałoby prowadzić w temperaturze 2000°C, ale przy tak wysokiej temperaturze ciśnienie konieczne do zajścia przemiany wzrasta do 10⁵atm³.

Ogromnym zainteresowaniem cieszą się fullereny i próby ich wykorzystania w różnych dziedzinach. Stały rozwój nauki sprawia, że konieczne staje się uzupełnianie treści nauczania przez wprowadzanie charakterystyki nowych substancji.

Fullereny – zastosowania w chemii medycznej

W 1985 roku trzech uczeni pracujący na Uniwersytecie Rice’a w Stanach Zjednoczonych, Richard E. Smalley, Harold W. Kroto i Robert F. Curl, odkryli nową formę alotropową węgla – nieznanym materiał o masie 720 Da i hybrydyzacji sp². Po wielotygodniowych badaniach udało się ustalić jego symetryczną strukturę jako dwudziestościanu ściętego. Nazwa materiału, *buckminsterfullerene*, pochodzi od nazwiska wybitnego architekta Richarda Fullera tworzącego charakterystyczne kopuły w kształcie piłek⁴. Jedenaście lat później Smalley, Kroto i Curl otrzymali za to odkrycie Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii.

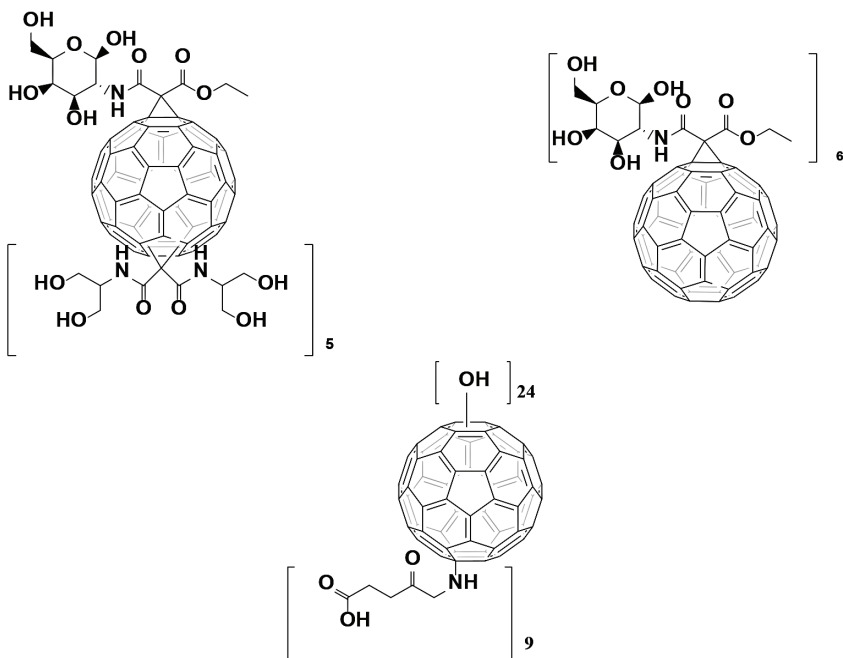
Ze względu na unikalne właściwości fizykochemiczne nanomateriały fullerenowe od dawna były obiektem zainteresowań chemików medycznych. Cząsteczka [60]fullerenu ma średnicę około 0,71 nm, dlatego może być postrzegana jako łącznik pomiędzy tradycyjnymi cząsteczkami a nanomateriałami. W ciągu ostatnich kilku dekad [60]fullereny były badane pod kątem wielu zastosowań biomedycznych, w tym celowanego dostarczenia leków, jako środki kontrastowe oraz nośniki kwasów nukleinowych⁵. Kluczowym odkryciem umożliwiającym przeprowadzenie

³ K.M. Pazdro, *Chemia. Pierwiastki i związki nieorganiczne*, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 2012.

⁴ H.W. Kroto et al., *C60: Buckminsterfullerene*, "Nature" 1985, 318(6042), s. 162–163.

⁵ I. Rašović, *Water-soluble fullerenes for medical applications*, "Materials Science and Technology" 2017, 33(7), s. 777–794.

wymienionych badań biologicznych było zaprojektowanie odpowiednich modyfikacji chemicznych klatki fullereny, pozwalających na zwiększenie jego rozpuszczalności w wodzie⁶.



Rys. 2. Wybrane nanomateriały fullerenowe wykorzystywane w terapii fotodynamicznej nowotworów

Źródło: Opracowanie: M. Serda.

Jedną z takich metod funkcjonalizacji chemicznej [60]fullereny jest reakcja Bingela-Hirscha, w której odpowiednio zaprojektowane pochodne kwasu malonowego, zawierające grupy karboksylowe, aminowe lub hydroksylowe, są kowalencyjnie przyłączane

⁶ E. Nakamura, H. Isobe, *Functionalized Fullerenes in Water. The First 10 Years of Their Chemistry, Biology, and Nanoscience*, "Accounts of Chemical Research" 2003, 36(11), s. 807–815.

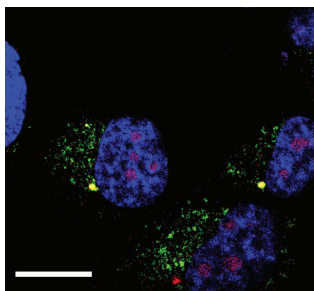
do fullerenu w obecności silnej zasady (wodorek sodu, DBU)⁷. Reakcja ta otworzyła nowe możliwości syntetyczne, ponieważ pozwala na kowalencyjne połączenie praktycznie każdego możliwego do wyobrażenia typu związku organicznego z klatką fullerenu C₆₀, C₇₀.

Tak zmodyfikowane nanomateriały fullerenowe mogą być dalej funkcjonalizowane np. poprzez ich koniugację ze środkami chemioterapeutycznymi, sondami fluorescencyjnymi i przeciwciałami selektywnymi w stosunku do komórek nowotworowych⁸ (rys. 2).

W Uniwersytecie Śląskim w Katowicach od 2017 roku prowadzone są badania nad zastosowaniami w naukach chemicznych i biologicznych nanomateriałów fullerenowych o doskonałej rozpuszczalności w wodzie. Obecnie realizowane badania dotyczą syntezy i określenia właściwości przeciwnowotworowych cukrowych pochodnych fullerenów w terapii fotodynamicznej oraz w terapiach łączonych z użyciem klinicznych leków przeciwnowotworowych. Terapia fotodynamiczna jest metodą walki z nowotworami oraz zakażeniami bakteryjnymi i grzybicznymi, w której odpowiedni związek chemiczny, zwany fotosensybilizatorem, jest wzbudzany światłem o odpowiedniej długości fali w obecności tlenu. Generowane są przy tym tzw. reaktywne formy tlenu selektywnie niszczące komórki nowotworowe. Część prowadzonych badań obejmuje również leczenie i diagnozowanie nowotworów trzustki (fot. 1).

⁷ A. Hirsch, *Principles of Fullerene Reactivity*, in: *Fullerenes and Related Structures*, ed. Idem, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 1999, s. 1–65.

⁸ T.Y. Zakharian et al., *A Fullerene-Paclitaxel Chemotherapeutic: Synthesis, Characterization, and Study of Biological Activity in Tissue Culture*, "Journal of the American Chemical Society" 2005, 127(36), s. 12508–12509; M. Raoof et al., *Internalization of C60 fullerenes into cancer cells with accumulation in the nucleus via the nuclear pore complex*, "Biomaterials" 2012, 33(10), s. 2952–2960.



Fot. 1. Obraz nanomateriału fullerenowego (kolor fioletowy) w komórkach nowotworu trzustki uzyskany przy użyciu przeciwciała czującego na fullereny. Jądro komórkowe (kolor niebieski), mitochondria (kolor zielony) oraz lizosomy (kolor żółty), skala 50 μm

Źródło: Fot. M. Serda.

Pochodne chinoliny i fenotiazyny w optoelektronice

Chemia organiczna to chemia związków węgla, gdzie węgiel stanowi podstawowy składnik związków organicznych, choć wiele z nich zawiera w swojej budowie azot, fosfor, siarkę, tlen i inne pierwiastki. Początki chemii organicznej sięgają połowy XVIII wieku, wówczas nauka ta powstała z praktyk alchemicznych. Znaczny wpływ na jej rozwój miało otrzymanie składnika moczu – mocznika, z przekształcenia cyjanianu amonu (NHOCN). Dokonał tego Friedrich Wöhler w 1828 roku. Reakcja Wöhlera stanowiła punkt zwrotny w historii chemii organicznej i dała początek syntezie związków organicznych w warunkach laboratoryjnych. Natomiast teoretyczne określenie struktury związków organicznych to zasługa chemików Friedricha Augusta Kekulégo oraz Archibalda Scotta Coupera. W 1852 roku opisali je jako związki, w których czterowartościowe atomy węgla zdolne są do tworzenia trójwymiarowej siatki o strukturze diamentu. Obecnie chemia organiczna dzieli się na dwie obszerne klasy: związki alifatyczne i aromatyczne. Związki alifatyczne znacznie różnią się od związków aromatycznych przede wszystkim właściwościami

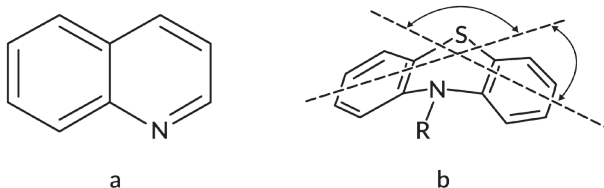
chemicznymi. Fundamentem opisu budowy i właściwości związków aromatycznych było opracowanie przez Kekulégo w drugiej połowie XIX wieku prawidłowej struktury benzenu. Zdefiniował on ją jako sześciocząłony pierścień, w którym pomiędzy atomami węgla na przemian występują wiązania pojedyncze i podwójne. Jedną z anegdot głosi, że Kekulé odkrył pierścieniową budowę benzenu podczas snu, w którym zobaczył węża zjadającego własny ogon i kręcącego się w kółko niczym starożytny Uroboros⁹. Jednak sam Kekulé opisał odkrycie budowy benzenu następująco: „Pewnego letniego dnia powracałem ostatnim omnibusem przez puste w tym czasie ulice tego zwykle ożywionego miasta [Londynu – przyp. aut.]. Zatonąłem w marzeniach i przed moimi oczami zaczęły krążyć atomy. Zawsze widziałem te małe twory w ruchu. Teraz widziałem, jak dwa mniejsze łączą się ze sobą w pary, jak większe otaczają dwa mniejsze, a jeszcze większe utrzymywały to wszystko w zawrotnym tańcu. Widziałem, jak większe atomy tworzyły łańcuch, wciągając mniejsze, ale tylko na końcach łańcucha [...]. Tak powstała teoria strukturalna”¹⁰.

Związki aromatyczne odgrywają strategiczną rolę w biochemii wszystkich żywych istot, będąc elementami budulcowymi białek i kwasów nukleinowych DNA i RNA. Związki aromatyczne tworzą obszerną klasę związków organicznych, do której należą: związki heteroaromatyczne (posiadające w swej strukturze oprócz węgla pierwiastki takie jak siarka, fosfor, azot, tlen), związki spiroaromatyczne, pochodne ferrocenu, koronenu, pirenu, fullereny. Związki aromatyczne znajdują szerokie zastosowanie we wszystkich dziedzinach życia, m.in. w medycynie (leki antynowotworowe, przeciwgrzybicze, antybakteryjne i wiele innych), przemyśle odzieżowym (dywany, koce, poduszki, tekstylia), motoryzacji, optoelektronice.

⁹ J. Read, *From Alchemy to Chemistry*, Dover Publications, New York 1995, s. 179–180, <https://books.google.com/books?id=F6J-AUOWzpMC> [dostęp: 5.08.2022].

¹⁰ A.J. Roche, *Image and Reality: Kekulé, Kopp, and the Scientific Imagination*, University of Chicago Press, Chicago 2010, s. 60–66.

Jednym z przedstawicieli związków heteroaromatycznych jest chinolina zawierająca w swej strukturze atom azotu (rys. 3a). W 1880 roku związek ten otrzymał Zdenko Hans Skraup w reakcji aniliny z glicerolem i kwasem siarkowym w obecności nitrobenzenu pełniącego równocześnie rolę rozpuszczalnika i środka utleniającego. Współcześnie opracowano bardzo wiele metod otrzymywania pochodnych chinoliny, które wciąż są modyfikowane poprzez stosowanie np. odpowiednich katalizatorów. Z kolei otrzymana przez Augusta Bernthsen w 1885 roku 10*H*-fenotiazyna jest trójpierścieniowym związkiem heterocyklicznym, w którym dwa pierścienie benzenowe są połączone dwoma heteroatomami – siarką i azotem (rys. 3b). Cechą charakterystyczną fenotiazyny jest to, że jej cząsteczka nie jest płaska i swoim kształtem przypomina motyla, ponieważ pierścienie benzenowe są wygięte pod odpowiednim kątem w stosunku do atomów siarki i azotu¹¹.



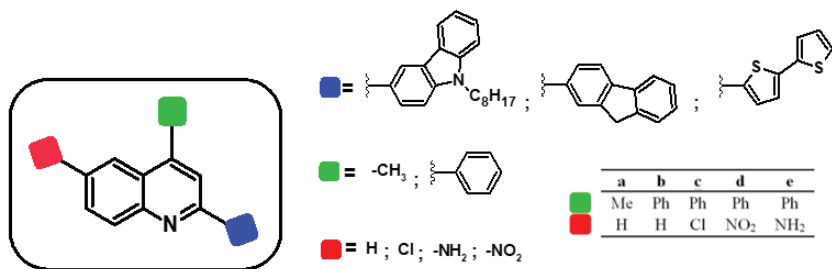
Rys. 3. Struktura chinoliny (a) i 10*H*-fenotiazyny (b)¹⁴

Źródło: A. Słodek et al., *Synthesis, Electrochemistry, Crystal Structures and Optical Properties of Novel Quinoline Derivatives with 2,2'-Bithiophene Motif*, "European Journal of Organic Chemistry" 2014, 24, s. 5256–5264.

Pochodne fenotiazyny ze względu na szeroki zakres efektów biologicznych zrewolucjonizowały medycynę, głównie psychiatrię. Pochodne chinoliny i fenotiazyny ze względu na dobrą stabilność chemiczną i termiczną, oraz łatwość funkcjonalizacji ich struktur znalazły w ostatnich dwudziestu latach szerokie zastosowanie w optoelektronice.

¹¹ Y. Hua et al., *Significant improvement of dye-sensitized solar cell performance using simple phenothiazine-based dyes*, "Chemistry of Materials" 2013, 25, s. 2146-2153.

Projektowanie i otrzymywanie nowych pochodnych chinoliny i fenotiazyny, stanowiących układy typu D-A (donor elektronów-akceptor elektronów), stosowanych jako materiały aktywne w ogniwach słonecznych oraz warstwy emisyjne w organicznych diodach elektroluminescencyjnych, jest przedmiotem badań prowadzonych w Instytucie Chemii Uniwersytetu Śląskiego. W ramach wspomnianych badań otrzymano szereg pochodnych chinoliny z różnymi podstawnikami w pierścieniu chinolinowym o budowie typu D-A (donor-akceptor), gdzie jednostkę akceptorową stanowi chinolina (rys. 4)¹²:



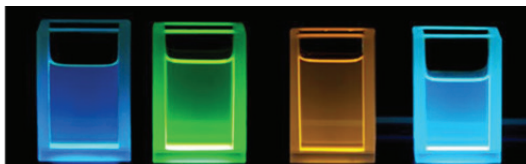
Rys. 4. Struktury pochodnych chinoliny z różnymi podstawnikami

Źródło: Rys. A. Słodek.

Związki te badano pod kątem właściwości optycznych (widma absorpcyjne i emisyjne), termicznych i elektrochemicznych, w celu określenia zależności pomiędzy strukturą chemiczną związków a właściwościami optycznymi. Wykazano, że zmiana charakteru podstawnika w pierścieniu chinolinowym z elektrodonorowego na elektronoakceptorowy powoduje znaczne prze-

¹² A. Słodek et al., *Synthesis, Electrochemistry, Crystal Structures and Optical Properties of Novel Quinoline Derivatives with 2,2'-Bithiophene Motif*, "European Journal of Organic Chemistry" 2014, 24, s. 5256–5264; A. Słodek et al., *Small donor-acceptor molecules based on novel quinoline-fluorene system with promising photovoltaic properties*, "European Journal of Organic Chemistry" 2016, 14, s. 2500–2508; B. Czaplińska et al., *Comprehensive exploration of the optical and biological properties of new quinoline based cellular probes*, "Dyes and Pigments" 2017, 144, s. 119–132.

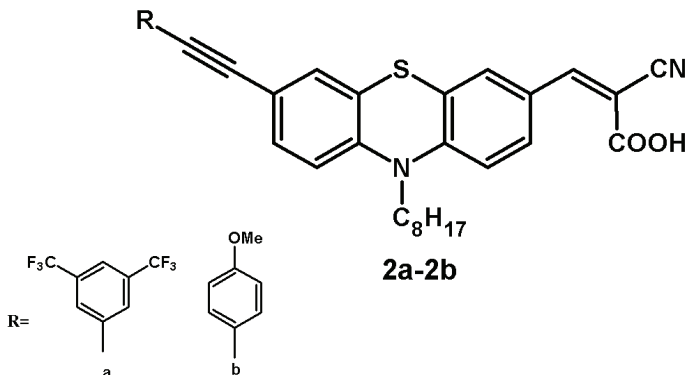
sunięcie pasm emisyjnych układów D-A, czyli zmianę barwy emitowanego światła z niebiesko-zielonej na pomarańczową (fot. 2). Wybrane związki zostały wykorzystane jako warstwy aktywne w konstrukcji organicznych diod elektroluminescencyjnych i ogni słonecznych.



Fot. 2. Zdjęcia badanych roztworów pochodnych chinoliny w CH_2Cl_2 wzbudzone falą o długości 366 nm

Źródło: Fot. A. Stodek.

Prowadzone są również prace badawcze nad projektowaniem i syntezą układów typu D/A- π -D(PTZ)-A opartych na fragmencie fenotiazyny (PTZ), mających zastosowanie w konstrukcji ogni słonecznych. W ramach badań otrzymano pochodne fenotiazyny 2a i 2b, wykorzystując reakcję kondensacji (rys. 5)¹³:



Rys. 5. Struktury pochodnych fenotiazyny 2a i 2b

Źródło: Rys. A. Stodek.

¹³ A. Stodek et al., *Dyes based on the system: D/A-acetylene linker-phenothiazine for developing efficient dye-sensitized solar cells*, "Journal of Materials Chemistry C" 2019, 7, s. 5830–5840.

Pochodne fenotiazyny absorbują światło w szerokim zakresie od 250 do 560 nm, co jest niezwykle ważne w ich wykorzystaniu jako warstw aktywnych w ogniwach słonecznych. Związki 2a i 2b zostały użyte w konstrukcji ogniw słonecznych uczulanych barwnikiem. Pochodne fenotiazyny zastosowano jako materiały aktywne w ogniwach słonecznych, dla których uzyskano wysokie wydajności konwersji energii promieniowania słonecznego (światła) na energię elektryczną od 5,03 do 6,23%.

Zaprezentowane związki węgla – fullereny oraz pochodne chinoliny i fenotiazyny – są obiecującymi materiałami do dalszych badań i zastosowań w medycynie oraz jako nowe barwniki w ogniwach słonecznych. Przedstawione treści, pomimo aspektu naukowego, mogą z powodzeniem zostać wykorzystane w realizacji treści przedmiotowych na poziomie szkolnym. Równocześnie nowe zastosowania są dowodem na to, jak istotne jest rozbudzanie chęci poszukiwań nowych substancji, najpierw poprzez modelowanie związków, tworzenie ich z poszczególnych fragmentów w jedną całość, a następnie weryfikację ich właściwości, które mogą okazać się wyjątkowe. Uzupełnianie treści nauczania w formie opisu nowych substancji jest jak najbardziej uzasadnione, ponieważ chemia to substancje i ich właściwości.

Bibliografia

- Czaplińska B., Maroń A., Małecki J.G., Szafraniec-Gorol G., Matussek M., Malarz K., Mrozek-Wilczkiewicz A., Danikiewicz W., Musiol R., Słodek A., *Comprehensive exploration of the optical and biological properties of new quinoline based cellular probes*, “Dyes and Pigments” 2017, 144, s. 119–132.
- Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J., Sułkowski W., *Chemia. Podręcznik i zbiór zadań w jednym*, Wydawnictwo M. Rożak, Gdańsk 2003.
- Hebda M., Łopata A., *Grafen – materiał przyszłości*, „Mechanika. Czasopismo Techniczne” 2012, z. 22.

- Hirsch A., *Principles of Fullerene Reactivity*, in: *Fullerenes and Related Structures*, ed. Idem, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 1999, s. 1–65.
- Hua Y., Chang S., Huang D., Zhou X., Zhu X., Zhao J., Chen T., Wong W.Y., Wong W.K., *Significant improvement of dye-sensitized solar cell performance using simple phenothiazine-based dyes*, “Chemistry of Materials” 2013, 25, s. 2146–2153.
- Kroto H.W., Heath J.R., O’Brien S.C., Curl R.F., Smalley R.E., *C₆₀: Buckminsterfullerene*, “Nature” 1985, 318(6042), s. 162–163.
- Nakamura E., Isobe H., *Functionalized Fullerenes in Water. The First 10 Years of Their Chemistry, Biology, and Nanoscience*, “Accounts of Chemical Research” 2003, 36(11), s. 807–815.
- Pazdro K.M., *Chemia. Pierwiastki i związki nieorganiczne*, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 2012.
- Raoof M., Mackeyev Y., Cheney M.A., Wilson L.J., Curley S.A., *Internalization of C₆₀ fullerenes into cancer cells with accumulation in the nucleus via the nuclear pore complex*, “Biomaterials” 2012, 33(10), s. 2952–2960.
- Rašović I., *Water-soluble fullerenes for medical applications*, “Materials Science and Technology” 2017, 33(7), s. 777–794.
- Read J., *From Alchemy to Chemistry*, Dover Publications, New York 1995, s. 179–180.
- Rocke A.J., *Image and Reality: Kekulé, Kopp, and the Scientific Imagination*, University of Chicago Press, Chicago 2010, s. 60–66.
- Sienko M.J., Plane R.A., *Chemia. Podstawy i zastosowania*, przeł. T. Stańczuk-Różycka, C. Różycki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
- Słodek A., Filapek M., Szafraniec G., Grudzka I., Pisarski W.A., Małecki J.G., Zur L., Grela M., Danikiewicz D., Krompiec S., *Synthesis, Electrochemistry, Crystal Structures and Optical Properties of Novel Quinoline Derivatives with 2,2'-Bithiophene Motif*, “European Journal of Organic Chemistry” 2014, 24, s. 5256–5264.
- Słodek A., Matussek M., Filapek M., Szafraniec-Gorol G., Szłapa A., Grudzka-Flak I., Szczurek M., Małecki J.G., Maroń A., Schab-

- Balcerzak E., Nowak E.M., Sanetra J., Danikiewicz W., Krompiec S., *Small donor-acceptor molecules based on novel quinoline-fluorene system with promising photovoltaic properties*, "European Journal of Organic Chemistry" 2016, 14, s. 2500-2508.
- Ślodek A., Zych D., Golba S., Zimosz S., Gnida P., Schab-Balcerzak E., *Dyes based on the system: D/A-acetylene linker-phenothiazine for developing efficient dye-sensitized solar cells*, "Journal of Materials Chemistry C" 2019, 7, s. 5830-5840.
- www.sinograf.com/559/grafit-wlasciwosci-rodzaje-oraz-zastosowanie.
- Zakharian T.Y., Seryshev A., Sitharaman B., Gilbert B.E., Knight V., Wilson L.J., *A Fullerene-Paclitaxel Chemotherapeutic: Synthesis, Characterization, and Study of Biological Activity in Tissue Culture*, "Journal of the American Chemical Society" 2005, 127(36), 12508-12509.

Marzena Podgórna

Instytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0001-9684-7502>

Adiunkt w Instytucie Chemii, na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, specjalność: chemia fizyczna. Autorka publikacji w czasopismach naukowych, takich jak "Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies" czy "JPC – Journal of Planar Chromatography – Modern TLC". Wybrane publikacje: *Application of topological index and the RF parameter to the estimation of lipophilic properties of selected porphyrins* ("Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies" 2008, vol. 31), *Assessment of the Lipophilic Properties of Selected Porphyrins by Thin-Layer Chromatography* (współaut., "JPC – Journal of Planar Chromatography – Modern TLC" 2008, vol. 21).

Maciej Serda

Instytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0003-4926-5782>

Adiunkt w Instytucie Chemii, na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, gdzie zajmuje się badaniem nanomateriałów węglowych i ich zastosowań biologicznych. Prowadził liczne warsztaty oraz laboratoria dla uczniów szkół podstawowych i liceów, przedstawiając piękno chemii medycznej. Odbił trzy długoterminowe staże doktorskie w Stanach Zjednoczonych (The University of Chicago, Rice University). Stypendysta Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Fundacji Kościuszkowskiej oraz The Welch Foundation.

Aneta Słodek

Instytut Chemii, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0003-2600-6518>

Doktor habilitowana, profesor Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, pracuje w Instytucie Chemii, na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych. Zajmuje się otrzymywaniem nowych układów typu donor-akceptor (D-A), opartych na małocząsteczkowych pochodnych związków aromatycznych, badaniem ich właściwości fotofizycznych oraz potencjalnym zastosowaniem w optoelektronice i bioobrazowaniu. Jest autorką licznych artykułów w prestiżowych czasopismach naukowych, takich jak: "Journal of Materials Chemistry C", "Journal of Physical Chemistry C", "Dyes and Pigments", "Journal of Molecular Liquids", "Chemistry – A European Journal", "Materials", "European Journal of Organic Chemistry".

Nauczanie znaków drogowych z wykorzystaniem gier oraz programów edukacyjnych

Streszczenie: W artykule przedstawiono koncepcję nauki znaków drogowych z wykorzystaniem gry edukacyjnej. Zaproponowano realizację gry w edukacyjnym języku obiektowym Scratch oraz podano pseudokod algorytmu. Gra przygotowana w Scratchu przeznaczona jest dla uczniów klas młodszych, a umieszczony pseudokod jest do wykorzystania przez uczniów klas starszych. Pytania są losowane z dostępnej puli podczas każdej nowej rundy. Dzięki temu gracz otrzymuje pytania w innej kolejności, co wpływa na zwiększenie poziomu grywalizacji między uczestnikami gry. Ponadto w artykule omówiono zagadnienia edukacji bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce i innych krajach UE, zaprezentowano metodę polegającą na nauce znaków poprzez zagadki oraz porównano różne narzędzia sprawdzające wiedzę uczniów o znakach drogowych.

Słowa kluczowe: informatyka, technika, znaki drogowy, programowanie

Celem artykułu jest analiza metody nauki znaków drogowych z wykorzystaniem programowania. Autor, biorąc udział w projekcie Śląska Szkoła Ćwiczeń, miał możliwość poznania wielu wykładowców, którzy podzielili się z innymi nauczycielami swoim doświadczeniem zawodowym oraz wiedzą. Stało się to dla niego inspiracją do napisania prezentowanego tekstu.

W trzech podrozdziałach poruszono temat edukacji w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego, omówiono metodę nauki znaków drogowych poprzez zagadki, zaprezentowano grę do nauki znaków drogowych, porównano różne narzędzia sprawdzające wiedzę o bezpieczeństwie ruchu drogowego. W zakończeniu dokonano podsumowania artykułu.

Niniejsza praca może stanowić pomoc dla nauczycieli objaśniających dzieciom zasady bezpieczeństwa ruchu drogowego. Przedstawiona gra posłuży do wykorzystania elementów grywalizacji między graczami, które wpłyną na wzrost atrakcyjności lekcji i pozwolą na naukę zasad *fair play*.

Edukacja Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Każdy człowiek, poruszając się po drodze, powinien być odpowiedzialny za bezpieczeństwo swoje i drugiego człowieka. Od najmłodszych lat każde dziecko w Polsce uczy się podstawowych zasad dotyczących bezpiecznego poruszania się po drodze. Instytucjami odpowiedzialnymi za to zadanie są Ministerstwo Edukacji i Nauki oraz Ministerstwo Transportu. W naukę bezpieczeństwa ruchu drogowego zaangażowane są również organizacje pozarządowe, takie jak koncerty motoryzacyjne, organizacje społeczne i towarzystwa ubezpieczeniowe.

Edukacja w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego skierowana jest przede wszystkim do najmłodszych dzieci i uczniów. Zajęcia odbywają się głównie w przedszkolach i szkołach. Wychowanie do bezpieczeństwa ruchu drogowego jest obowiązkowe w piętnastu krajach Unii Europejskiej (tabela 1¹).

¹ Wychowanie do bezpieczeństwa ruchu drogowego jest nieobowiązkowe m.in. we francuskojęzycznej Belgii, w Czechach, Estonii, Grecji, Litwie, Luksemburgu, na Malcie. Zob. *Kształcenie dzieci i młodzieży w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w wybranych krajach Unii Europejskiej*, red. D. Dziewulak, P. Russel, P. Chybalski, Biuro Analiz Sejmowych, Warszawa 2011.

Tabela 1. Podstawa realizacji edukacji w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego

| Kraj | Obowiązkowe wychowanie komunikacyjne (wiek uczniów) | Programy z zakresu wychowania komunikacyjnego (wiek uczniów) | Zalecenia dla wychowania komunikacyjnego (wiek uczniów) |
|--------------------|---|--|---|
| Austria | 6–10 | 6–10 | 11–18 |
| Belgia fr.jęz. | – | – | – |
| Belgia niderl.jęz. | 3–18 | 3–18 | 3–12 |
| Cypr | 12–15 | 6–15 | 6–15 |
| Czechy | – | – | – |
| Dania | 7–16 | 7–16 | 7–16 |
| Estonia | – | – | – |
| Finlandia | 6–16 | 6–16 | 2–7 |
| Francja | 6–15 | 6–15 | – |
| Grecja | – | – | – |
| Hiszpania | 2–15 | 2–15 | 2–15 |
| Holandia | 0–18 | – | 0–18 |
| Irlandia | 4–12 | 4–12 | – |
| Litwa | – | – | – |
| Luksemburg | – | – | – |
| Łotwa | 4–7 | – | – |
| Malta | – | – | 6–11 |
| Niemcy | 6–18 | 6–18 | 6–18 |
| Polska | 3–16 | – | 3–16 |
| Portugalia | 6–8 | 6–8 | 3–18 |
| Słowacja | 3–15 | 3–15 | 3–15 |
| Słowenia | 2–14 | 2–14 | 6–14 |
| Szwecja | 7–18 | – | – |
| Węgry | 3–16 | 3–16 | 3–16 |
| Włochy | 3–18 | 3–18 | 3–18 |
| Wielka Brytania | – | – | 5–16 |

Źródło: I. Leśniowska-Matusiak, A. Wnuk, *Edukacja dzieci w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce i w wybranych krajach Unii Europejskiej*, „Transport Samochodowy” 2011, nr 4, s. 41.

Na podstawie danych z tabeli 1 można stwierdzić, że proces wychowania komunikacyjnego obejmuje wszystkie etapy edukacji dziecka. Wychowanie to najczęściej rozpoczyna się około 3. roku życia; w wielu państwach zaleca się, aby trwało do 18. roku życia. W polskich szkołach wychowanie komunikacyjne wprowadzono w 1957 roku.

Edukacja bezpieczeństwa ruchu drogowego zawarta jest w następujących aktach prawnych:

- a) Uchwała Rady Ministrów w sprawie kierunków działań zmierzających do poprawy bezpieczeństwa i porządku na drogach z 1972 roku;
- b) Zarządzenie Ministra Oświaty i Wychowania w sprawie uprawnienia nauczania zasad i przepisów bezpieczeństwa ruchu drogowego z 1974 roku;
- c) Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie realizacji zajęć z zakresu bezpieczeństwa ruchu drogowego z 2005 roku;
- d) Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie ramowych planów nauczania w szkołach publicznych z 1999 i 2002 roku;
- e) Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół („nowa podstawa programowa”)².

Obecnie edukacja bezpieczeństwa ruchu drogowego jest wpisana do podstawy programowej klas I–III, natomiast w klasach starszych – do podstawy programowej przedmiotu technika oraz edukacja dla bezpieczeństwa. Na zajęciach wprowadzane są następujące zagadnienia:

- a) poruszanie się dziecka jako pieszego i pasażera samochodów osobowych oraz komunikacji publicznej (w klasach I–III);

² *Akty prawne Dziennik ustaw*, <http://lex.pl/serwis/du/20009/0017.html> [dostęp: 12.12.2011].

- b) przygotowanie do bezpiecznego, kulturalnego i partnerskiego zachowania ucznia jako rowerzysty (w klasach starszych).

Uczeń poznaje podstawowe zasady poruszania się po drodze jako pieszy i rowerzysta, a dodatkowo na lekcjach techniki w klasie IV – znaki drogowe. W celu zaznajomienia z nimi uczniów można posłużyć się różnymi metodami.

Edukacja bezpieczeństwa ruchu drogowego nie posiada jednolitego modelu kształcenia (w każdym kraju Unii Europejskiej odbywa się na innych zasadach). Charakteryzuje ją różnorodność rozwiązań programowych, organizacyjnych.

Ważną metodą w nauce znaków drogowych jest metoda zagadek. W artykule *Zagadki środkiem dydaktycznym w edukacji komunikacyjno-drogowej dzieci w wieku wczesnoszkolnym* Jan Frątczak stwierdza, że

Zagadki zapewniają dziecku wiele radości wynikającej z przezwyciężenia trudności, tj. rozwiązywania ich oraz organizowania zabaw z rówieśnikami, a także z rodzeństwem i rodzicami. Radość ta wzmocniona jest tzw. radością estetyczną spowodowaną dowcipem i obrazowo-przenośnym sformułowaniem opisu oraz tym, że stanowią one zadania wymagające twórczego wysiłku dziecka: cichego czytania ze zrozumieniem, rozumowania, poszukiwania określonych informacji w posiadanych przez siebie wiadomościach lub zawartych w podręcznych źródłach: podręcznikach, słownikach itp.³

Dalej autor dokonuje podziału zagadek ze względu na ich formę i sposób rozwiązania na zagadki z lukami i zagadki bez luk. Podaje przykłady zagadek z lukami:

Pionowe znaki drogowe

1. Stoją przy drogach na długich nogach, ale nie maki.
Nauczyć mogą, jak chodzić i jeździć drogą: ...

³ J. Frątczak, *Zagadki środkiem dydaktycznym w edukacji komunikacyjno-drogowej dzieci w wieku wczesnoszkolnym*, „Nauczyciel i Szkoła” 1996, nr 1-2(1), s. 92-100.

2. Trójkąty żółte z brzegiem czerwonym, z rysunkiem czarnym, jak pióra kawcze, mówią:
„Uważaj na mój rysunek”. Są to drogowe znaki...”.

I przykłady zagadek bez luk:

1. Stoją przy drodze na jednej drodze,
wszystkim kierowcom ku przestrodze.
Obrazki na mojej tarczy rozmaite,
czyta kierowca zamiast liter.
2. Stoję przy torze wkopany w ziemię.
Poruszać mogę tylko ramieniem.
Ruszam ramieniem we dnie lub nocą,
zawsze, gdy trzeba przepuścić pociąg⁴.

W Polsce oprócz edukacji bezpieczeństwa ruchu drogowego w szkole prowadzone są inicjatywy edukacyjno-społeczne. Możemy do nich zaliczyć akcje: „Klub Pancernika”, „Bezpieczeństwo dla wszystkich”, „Niesłyszący – bezpieczny uczestnik ruchu drogowego”, „Przedszkolak bezpieczny na drodze”, „Bezpieczni na drodze”, „Bielański konkurs: chodzę i jeżdżę bezpiecznie”.

Nauka znaków drogowych z wykorzystaniem gry edukacyjnej w Scratchu

W dzisiejszych czasach korzystamy z wielu programów, których zadaniem jest ułatwienie naszej pracy. Natomiast uczniowie korzystają z programów edukacyjnych. Według definicji program edukacyjny (ang. *educational program*) to „program wspomagający proces nauczania i sprawdzanie wiedzy”⁵. Jednym z takich programów jest Scratch. Uczniowie, korzystając ze skryptów, mogą w nim wykonać wiele programów, gier, które mogą służyć

⁴ Ibidem.

⁵ *Program edukacyjny*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Program_educacyjny [dostęp: 7.12.2021].

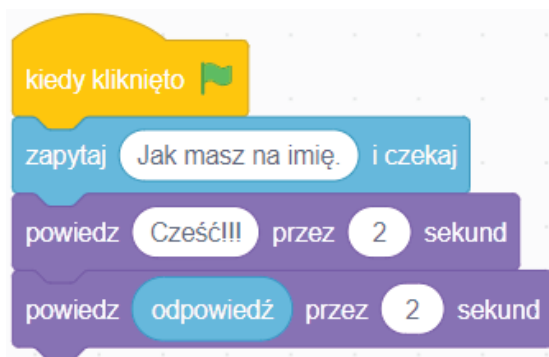
innym uczniom w nauce. Istnieje możliwość nauki znaków drogowych przy użyciu gry edukacyjnej w Scratchu.

Na początku każdy uczeń musi przygotować pytania dotyczące znaków drogowych i przepisów obowiązujących pieszych czy rowerzystów. Pytania mogą być otwarte, zamknięte, z jedną lub dwoma poprawnymi odpowiedziami, np.:

- a) Czego zabrania się podczas jazdy rowerem?
- b) Co oznacza ten znak?
- c) Co oznacza sygnał zielony na sygnalizatorze świetlnym?
- d) Co to jest wymijanie?
- e) Kto przejedzie pierwszy na skrzyżowaniu?

Następnie należy zastanowić się nad kodem programu, który realizowałby grę edukacyjną. Trzeba postawić sobie pytanie: co ma znajdować się w tym programie? Aby program mógł powstać, powinno się postępować według następującego schematu:

1. Kiedy użytkownik kliknie w zieloną flagę, duszek spyta, jak się nazywasz, oraz przywita się z Tobą:



Rys. 1. Fragment skryptu powitalnego

Źródło: Opracowanie własne.

2. Podczas każdego pytania duszek będzie znajdował się w lewym dolnym rogu:



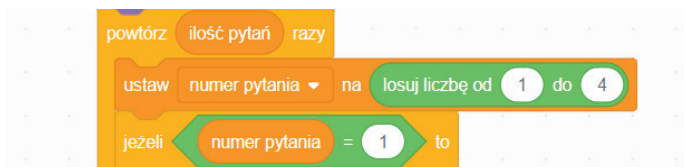
Rys. 2. Fragment skryptu wskazującego miejsce duszka
Źródło: Opracowanie własne.

3. Przy pomocy zmiennej program będzie zliczał poprawne i błędne odpowiedzi:



Rys. 3. Fragment skryptu liczącego poprawne i błędne odpowiedzi
Źródło: Opracowanie własne.

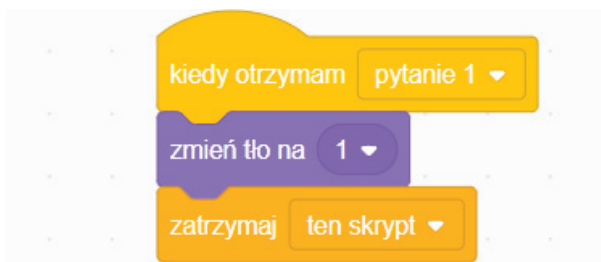
4. Przy pomocy zmiennej program będzie losował pytania:



Rys. 4. Fragment skryptu losującego numer pytania

Źródło: Opracowanie własne.

5. Dzięki zmianie wyglądu przed niektórymi pytaniami nastąpi zmiana tła na następnę:



Rys. 5. Fragment pytania zmieniającego tło

Źródło: Opracowanie własne.

W wyniku pracy powstał program, którego rezultaty można zobaczyć, klikając w poniższy link: <https://scratch.mit.edu/projects/611873518>. Program przeznaczony jest szczególnie dla uczniów szkół podstawowych. Został on zapisany w języku Scratch, lecz można to zrobić również w każdym innym języku, chociażby C++. Wtedy pytania zostałyby zapisane w dokumencie tekstowym według ustalonego schematu. Oto pseudokod algorytmu gry edukacyjnej: Algorytm 1.

Nauka znaków drogowych z wykorzystaniem gry edukacyjnej w Scratchu

Algorytm 1

Pseudokod algorytmu gry nauka znaków drogowych:

Wejście:

Dokument tekstowy z pytaniami i poprawnymi odpowiedziami

Wyjście:

Liczba otrzymanych punktów

Krok 1: Wczytać w tablicę kolejno pytania i poprawne odpowiedzi.

Krok 2: Utworzyć zmienną zliczającą liczbę poprawnych odpowiedzi.

Krok 3: W pętli for $i=1$ to *liczba pytań* losujemy numer pytania.

Krok 4: Sprawdzamy, czy wylosowane pytanie nie zostało zadane już wcześniej. Jeśli tak, losujemy ponownie.

Krok 5: Odczytujemy odpowiedni numer pytania z tablicy.

Krok 6: Wyświetlamy pytanie na ekran i wczytujemy odpowiedź.

Krok 7: W instrukcji warunkowej sprawdzamy poprawność odpowiedzi. Jeśli odpowiedź jest poprawna, zwiększamy zmienną zliczającą liczbę poprawnych odpowiedzi o 1.

Przykładowy plik tekstowy z treścią pytań jest dostępny pod linkiem: <https://1drv.ms/u/s!AmadZUMrHgSFwnmAVDYprM-Bi8aYD?e=zgAeMF>.

Każdy program edukacyjny przynosi wiele korzyści uczniom. Przy pomocy programu Scratch można wykonać prosty program do nauki znaków drogowych.

Porównanie istniejących narzędzi sprawdzających wiedzę o znakach drogowych

W tej części artykułu zostaną omówione narzędzia sprawdzające wiedzę w zakresie znajomości znaków drogowych. Do porównania różnych narzędzi posłużą następujące pytania:

- a) Czy jest to strona internetowa?

- b) Czy jest to aplikacja desktopowa?
- c) Czy podczas gry istnieje element rywalizacji?

Pośród wielu aplikacji i stron internetowych dotyczących sprawdzania wiedzy o znakach drogowych skoncentrujemy się na następujących:

1. Strona internetowa *Znaki drogowe widzujesz codziennie, ale czy wiesz, co dokładnie symbolizują? Sprawdź się*⁶. Każdy użytkownik może tu sprawdzić swoje wiadomości o znakach drogowych, rozwiązując quiz. Następnie otrzymuje informację o liczbie zdobytych punktów.
2. Aplikacja *Quiz znaki drogowe*⁷. Użytkownicy smartfonów z systemem android mogą pobrać ją ze sklepu google play.
3. Aplikacja *Znam znaki drogowe*⁸. Użytkownicy smartfonów z systemem android mogą pobrać ją ze sklepu google play.
4. Aplikacja *Znaki drogowe – Polska*⁹. Użytkownicy smartfonów z systemem android mogą pobrać ją ze sklepu google play.
5. Strona internetowa *Znaki drogowe bez tajemnic*¹⁰. Ma charakter edukacyjny – zawiera krótkie testy na czas, dzięki którym użytkownicy mogą sprawdzić i utrwalić swoją wiedzę.
6. Strona internetowa *Znaki drogowe*¹¹. Prezentuje wszystkie znaki drogowe występujące w Polsce, wraz z informacją, co dany znak oznacza.

⁶ *Znaki drogowe widzujesz codziennie, ale czy wiesz, co dokładnie symbolizują? Sprawdź się* [quiz], <https://moto.pl/MotoPL/13,147008,13982,znaki-drogowe-widzujesz-codziennie-ale-czy-wiesz-co.html> [dostęp: 7.12.2021].

⁷ *Quiz: Znaki drogowe*, https://play.google.com/store/apps/details?id=com.banasmamat.quiz_znaki [dostęp: 7.12.2021].

⁸ *Znam znaki drogowe*, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hearonus.znamznaki> [dostęp: 7.12.2021].

⁹ *Znaki drogowe – Polska*, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shoyo.znakovi> [dostęp: 7.12.2021].

¹⁰ *Znaki drogowe bez tajemnic*, <https://znaki.edu.pl/index.php> [dostęp: 7.12.2021].

¹¹ *Znaki drogowe*, <https://znaki-drogowe.pl/> [dostęp: 7.12.2021].

7. Strona internetowa *Karta rowerowa. Zestawy do nauki i testy egzaminacyjne na kartę rowerową*¹². Zawiera informacje dotyczące karty rowerowej. Znajduje się tu również gra do nauki znaków drogowych przeznaczona szczególnie dla uczniów klas IV.
8. Strona internetowa *Testy na kartę rowerową*¹³. Można tu sprawdzić swoją wiedzę przed egzaminem na kartę rowerową.
9. Strona internetowa *Znaki drogowe*¹⁴. Znajduje się tu test o znakach drogowych. Po jego rozwiązaniu otrzymuje się informację o liczbie zdobytych punktów.

Wszystkie wymienione strony i aplikacje przyczyniają się do poszerzenia wiedzy uczniów na temat znaków drogowych. W większości mają charakter grywalizacji, gdyż rozwiązując testy bądź quizy, zdobywa się punkty. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym jest czas, niekiedy odmierzany przy konkretnych pytaniach.

Zakończenie

W artykule omówione zostały zagadnienia związane z nauką znaków drogowych. Szczególną uwagę zwrócono na organizację edukacji o bezpieczeństwie ruchu drogowego w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej. Pokazano, że ważną metodą w nauce znaków drogowych jest wykorzystywanie zagadek. Przedstawiono program do nauki znaków przygotowany w Scratchu oraz podano pseudokod algorytmu, który może być zaimplementowany w dowolnym języku. W ten sposób program można wyko-

¹² *Karta rowerowa. Zestawy do nauki i testy egzaminacyjne na kartę rowerową*, <https://kartarowerowa.net.pl/> [dostęp: 7.12.2021].

¹³ *Testy na kartę rowerową*, <https://brd.edu.pl/brd1/testy/testy.html> [dostęp: 7.12.2021].

¹⁴ *Znaki drogowe*, <http://www.spkurow.pl/karta/znaki/znaki.htm> [dostęp: 7.12.2021].

rzystać podczas nauki ze starszymi uczniami. Takie podejście stanowi przykład nauczania interdyscyplinarnego, gdyż uczniowie zdobywają wiedzę w ramach różnych przedmiotów nauczanych w szkole. Ponadto dokonano porównania wybranych narzędzi sprawdzających wiedzę o znakach drogowych.

Bibliografia

- Akty prawne Dziennik ustaw*, <http://lex.pl/serwis/du/20009/0017.html> [dostęp: 12.12.2011].
- Dziewulak D., Russel P., Chybalski, P., red., *Kształcenie dzieci i młodzieży w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w wybranych krajach Unii Europejskiej*, Biuro Analiz Sejmowych, Warszawa 2011.
- Frątczak J., *Zagadki środkiem dydaktycznym w edukacji komunikacyjno-drogowej dzieci w wieku wczesnoszkolnym*, „Nauczyciel i Szkoła” 1996, nr 1–2 (1), s. 92–100.
- Karta rowerowa. Zestawy do nauki i testy egzaminacyjne na kartę rowerową*, <https://kartarowerowa.net.pl/> [dostęp: 7.12.2021].
- Leśnikowska-Matusiak I., Wnuk A., *Edukacja dzieci w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce i w wybranych krajach Unii Europejskiej*, „Transport Samochodowy” 2011, nr 4, s. 37–65.
- Program edukacyjny*, https://pl.wikipedia.org/wiki/Program_educacyjny [dostęp: 7.12.2021].
- Quiz: Znaki drogowe*, https://play.google.com/store/apps/details?id=com.banasmat.quiz_znaki [dostęp: 7.12.2021].
- Testy na kartę rowerową*, <https://brd.edu.pl/brd1/testy/testy.html> [dostęp: 7.12.2021].
- Znaki drogowe – Polska*, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shoyo.znakovi> [dostęp: 7.12.2021].
- Znaki drogowe bez tajemnic*, <https://znaki.edu.pl/index.php> [dostęp: 7.12.2021].
- Znaki drogowe*, <http://www.spkurow.pl/karta/znaki/znaki.htm> [dostęp: 7.12.2021].
- Znaki drogowe*, <https://znaki-drogowe.pl/> [dostęp: 7.12.2021].

Znaki drogowe widzujesz codziennie, ale czy wiesz, co dokładnie symbolizują? Sprawdź się [quiz], <https://moto.pl/MotoPL/13,147008,13982,znaki-drogowe-widujesz-codziennie-ale-czy-wiesz-co.html> [dostęp: 7.12.2021].

Znam znaki drogowe, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.heronus.znamznaki> [dostęp: 7.12.2021].

Mateusz Staśko

Zespół Szkolno-Przedszkolny nr 1 w Katowicach

Absolwent Wydziału Teologicznego Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, specjalność nauczycielska. W 2021 roku ukończył studia podyplomowe z informatyki i techniki w Instytucie Studiów Podyplomowych. Nauczyciel religii, techniki i informatyki w Zespole Szkolno-Przedszkolnym nr 1 w Katowicach i w przedszkolach.

Jak odkryć wiedzę z danych?

Sztuczna inteligencja i systemy ekspertowe

Streszczenie: W pracy zostały omówione zagadnienia związane ze sztuczną inteligencją w kontekście edukacji. Podkreślono, jak istotna jest to tematyka w dzisiejszych czasach. Ukazano rys historyczny pojęcia sztucznej inteligencji oraz przedstawiono zaproponowaną przez organizację AI4K12 koncepcję wprowadzania treści dotyczących sztucznej inteligencji w podstawie programowej szkół. Następnie zamieszczono przegląd narzędzi, które mogą wspomóc nauczycieli we wprowadzaniu tych treści w szkole.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, chatbot, system ekspertowy, AI4K12, WolframAlpha, PCShell

W obecnych czasach bez większych trudności korzystamy z modułów sztucznej inteligencji zainstalowanych w urządzeniach codziennego użytku. Jest to dla nas naturalne, że pralka dostosowuje ilość detergentów do stopnia zabrudzenia ubrań, odkurzacz pracuje samodzielnie, omijając przeszkody, a aparat automatycznie wyszukuje twarze podczas wykonywania zdjęć. Zdarza się, że rozmawiając przez telefon, nawet nie jesteśmy świadomi, iż po

drugiej stronie znajduje się czatbot – robot, którego zadaniem jest prowadzenie konwersacji z człowiekiem. Zapewne w przyszłości moduły sztucznej inteligencji będą jeszcze bardziej wszechobecne niż dzisiaj¹. Należy się zatem zastanowić nad wprowadzaniem zagadnień sztucznej inteligencji w szkole już w nauczaniu początkowym². Przygotowanie dzieci do rozumienia i efektywnego wykorzystania aplikacji sztucznej inteligencji jest niezwykle istotne i powinno być realizowane na wszystkich etapach edukacji.

Niniejsza praca ma na celu przybliżenie pojęcia i historii rozwoju sztucznej inteligencji. Kolejnym celem pracy jest przedstawienie założeń międzynarodowej organizacji AI4K12 dotyczących wprowadzania zagadnień sztucznej inteligencji do szkół. Organizacja AI4K12 powstała w 2018 roku i zajmuje się tworzeniem programu nauczania sztucznej inteligencji dla szkół w Stanach Zjednoczonych. Członkowie tej organizacji opracowali pięć wielkich pomysłów (ang. Five Big Ideas) wspierających pojmowanie sztucznej inteligencji przez dzieci w wieku szkolnym. Kolejnym celem AI4K12 jest prezentacja narzędzi, które mogą być wykorzystane podczas wprowadzania koncepcji sztucznej inteligencji w szkołach.

Struktura artykułu jest następująca: w pierwszym podrozdziale zdefiniowano pojęcie i opisano historię rozwoju sztucznej inteligencji; w drugim podrozdziale przedstawiono proponowany sposób wprowadzania zagadnień sztucznej inteligencji w szkole; podrozdział trzeci zawiera opis narzędzi, które można

¹ P. Stone et al., *Artificial intelligence and life in 2030: the one hundred year study on artificial intelligence*, Stanford University, 2016, <https://apo.org.au/node/210721> [dostęp: 22.04.2022]; M. Batin et al., *Artificial intelligence in life extension: From deep learning to superintelligence*, "Informatica" 2017, vol. 41, no. 4; R. Kamble, D. Shah, *Applications of artificial intelligence in human life*, "International Journal of Research – Granthaalayah" 2018, vol. 6, no. 6, s. 178–188.

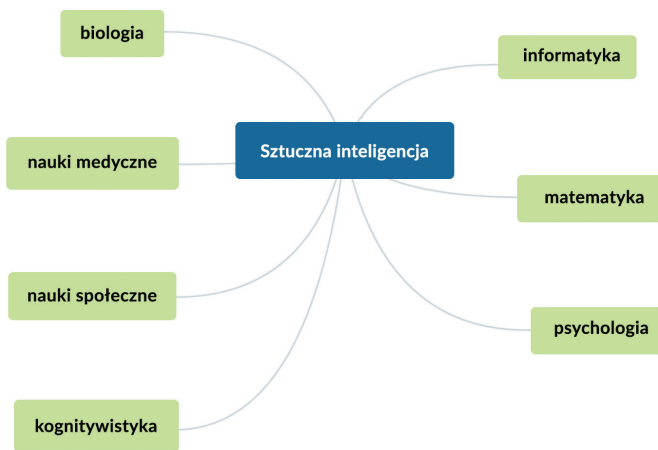
² M. Chassignol et al., *Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview*, "Procedia Computer Science" 2018, vol. 136, s. 16–24.

wykorzystać w szkole w celu realizacji procesu edukacji obejmującej zagadnienia sztucznej inteligencji; w ostatnim podrozdziale dokonano podsumowania pracy.

Pojęcie i historia sztucznej inteligencji

Termin „sztuczna inteligencja” po raz pierwszy został użyty przez Johna McCarthy’ego w 1955 roku³. Uczony ten zauważył, że komputery potrafią coś więcej niż tylko podążać skończonym ciągiem kroków, instrukcji, warunków. Wykorzystując dane lub doświadczenie, potrafią uczyć się, jak rozwiązywać problemy trudne, niealgorytmiczne, obciążone niepewnością, z niepełną informacją.

Sztuczna inteligencja ma charakter interdyscyplinarny, integruje zagadnienia z: matematyki, informatyki, biologii, nauk medycznych, nauk społecznych, psychologii, kognitywistyki (rys. 1).



Rys. 1. Interdyscyplinarność sztucznej inteligencji

Źródło: Opracowanie własne.

³ J. McCarthy et al., *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, August 31, 1955, "AI Magazine" 2006, vol. 27, no. 4, s. 12–12.

Trzeba zauważyć, że większość programów komputerowych nie zachowuje się szczególnie inteligentnie. W sytuacji, gdy znany jest wzór rozwiązania problemu lub algorytm postępowania, inteligencja nie jest wykorzystywana. Nie można uznać, że zadanie polegające na obliczeniu miejsc zerowych w równaniu kwadratowym wymaga inteligencji od maszyny. Natomiast w sytuacji, gdy rozwiązanie nie daje się ująć w ściśle reguły lub wymaga tak wielu obliczeń, że jest niewykonalne, wymaga się pewnej dozy inteligencji z naszej strony, a jeśli takie zadanie ma wykonać program komputerowy, mówimy o sztucznej inteligencji. Zatem zastanówmy się, w jaki sposób można zdefiniować pojęcie inteligencji.

Inteligencja to typowa cecha człowieka. Należy tutaj wyróżnić i jednocześnie zaznaczyć odmiennosć dwóch podstawowych pojęć: intelektu i inteligencji. **Intelekt** to całokształt wiedzy, doświadczenia, zdolności umysłowych człowieka. **Inteligencja** zaś to zespół zdolności umysłowych człowieka umożliwiających mu sprawne korzystanie z nabytej wiedzy oraz umiejętność zachowania się w nowych sytuacjach, wobec nowych zadań.

Jeśli zachowania inteligentne przejawia maszyna, wówczas mówimy o sztucznej inteligencji. Z uwagi właśnie na interdyscyplinarność sztucznej inteligencji trudno podać krótkie i jednoznaczne wyjaśnienie tego terminu. W wielu różnych definicjach podkreśla się, że sztuczna inteligencja to:

- automatyzacja czynności, które wiążemy z myśleniem, takich jak: podejmowanie decyzji, rozwiązywanie problemów, zapamiętywanie⁴;
- badania nad zdolnościami umysłowymi maszyn poprzez stosowanie metod obliczeniowych⁵;

⁴ R. Bellman, *An introduction to artificial intelligence: can computer think?*, Boyd & Fraser Publishing, San Francisco 1978.

⁵ D. McDermott, E. Charniak, *Introduction to Artificial Intelligence*, Addison-Wesley, Reading 1985.

- sztuka tworzenia maszyn, które wykonują zadania wymagające inteligencji od ludzi⁶;
- dziedzina badań zajmująca się maszynami, które są zdolne wykonywać zadania, jakie wykonują ludzie, używając inteligencji⁷;
- dziedzina informatyki zajmująca się automatyzacją inteligentnych zachowań⁸.

McCarthy na konferencji w Dartmouth College w 1956 roku⁹ podał następującą definicję sztucznej inteligencji: koncepcja stworzenia programów komputerowych zdolnych do takiego zachowania, które uznalibyśmy za inteligentne, gdyby przejawiali je ludzie. To proces sprawiający, że maszyna zachowuje się w sposób, który nazwalibyśmy inteligentnym, gdyby w ten sposób zachowywał się człowiek.

Skoro tak trudno zdefiniować sztuczną inteligencję, jak zatem sprawdzić, czy program komputerowy jest inteligentny? W 1950 roku Alan M. Turing zaproponował test¹⁰ polegający na prowadzeniu przez człowieka równoległe dwóch konwersacji – jednej z komputerem, a drugiej z człowiekiem. Jeśli nie można wiarygodnie określić, który dialog jest prowadzony z komputerem, to dany program sprawdził się. Kilkukrotnie ogłoszono, że czatbot – czyli program komputerowy, którego zadaniem jest prowadzenie konwersacji – sprawdził się, jednak za każdym razem było to podważane.

Pierwsze czatboty, które odnosiły sukcesy, to Eliza¹¹ i Alice¹². Krążą anegdoty o emocjonalnym zaangażowaniu ludzi podczas rozmowy z tymi programami. Działanie Elizy polegało na pro-

⁶ R. Kurzweil et al., *The Age of Intelligent Machines*, MIT Press, Cambridge 1990.

⁷ M. Minsky, *Society of Mind*, Simon and Schuster, New York 1988.

⁸ G.F. Luger, *Artificial Intelligence*, Addison-Wesley, Boston 2000.

⁹ J. McCarthy et al., *Proposal for the 1956 Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, Dartmouth College, Hanover, NH, USA 1955.

¹⁰ A. Hodges, *Alan Turing and the Turing test*, in: *Parsing the Turing Test*, eds. R. Epstein, G. Roberts, G. Beber, Springer, Dordrecht 2009, s. 13–22.

¹¹ J. Weizenbaum, *ELIZA – A Computer Program for the ers*, "Communications of the ACM" 1967, vol. 10, s. 474–480.

¹² R. Wallace, *Artificial Linguistic Internet Computer Entity (A.L.I.C.E.)*, City, 1995, <https://www.chatbots.org/chatbot/a.l.i.c.e/> [dostęp: 5.08.2022].

stym dołączaniu pewnych zwrotów otwartych, typu „co to dla ciebie znaczy” czy „zawsze ma sens”, do słów kluczowych z wcześniejszego zdania. Ludzie znajdowali głęboki sens w tych wypowiedziach. Dlatego obecnie w mowie codziennej powszechnie używa się pojęcia efektu Elizy na określenie zjawiska przypisywania przez ludzi znaczenia i sensu znakom, słowom i zdaniom, które takiego sensu same z siebie nie mają.

Może nie zawsze jesteśmy tego świadomi, ale często mamy do czynienia z botami. Wykorzystywane są one np. w bankowości czy sprzedaży. Jeśli podczas rozmowy telefonicznej mamy wrażenie, że po drugiej stronie znajduje się program komputerowy, to prawdopodobnie tak jest.

Już od lat pięćdziesiątych XX wieku sztuczna inteligencja odnosi wiele sukcesów. Logic Theorist¹³, nazywany „pierwszym programem sztucznej inteligencji”, został stworzony w 1956 roku. Zaprojektowany do prowadzenia zautomatyzowanego wnioskowania, potrafił w automatyczny sposób znaleźć dowody na większość twierdzeń z pracy *Principia Mathematica* znakomitych matematyków Alfreda Northa Whiteheada i Bertranda Russella. Niektóre dowody dostarczone przez oprogramowanie były przeprowadzone w mniejszej liczbie kroków i bardziej elegancko.

W 1997 roku komputer Deep Blue¹⁴ firmy IBM wygrał w szachy z wielkim mistrzem Garrim Kasparowem. Cztery lata później komputer Watson¹⁵, również firmy IBM, wygrał amerykański teleturniej „Jeopardy” (odpowiednik polskiego teleturnieju „Jeden z dziesięciu”). Komputer ten był wyspecjalizowany w odpo-

¹³ A. Newell, H. Simon, *The logic theory machine. A complex information processing system*, “IRE Transactions on Information Theory” 1956, vol. 2, no. 3, s. 61–79.

¹⁴ M. Campbell, A.J. Hoane Jr., F.H. Hsu, *Deep Blue*, “Artificial Intelligence” 2002, vol. 134, no. 1–2, s. 57–83.

¹⁵ J.S. Allain, *From Jeopardy to Jaundice: The medical liability implications of Dr. Watson and other artificial intelligence systems*, “Louisiana Law Review” 2012, vol. 73, s. 1049.

wiadaniu na pytania zadawane w języku naturalnym. Jego działanie opierało się na połączeniu algorytmów do przetwarzania języka naturalnego, wyszukiwania informacji, reprezentacji wiedzy, wnioskowania automatycznego i uczenia maszynowego.

W 2016 roku stworzony przez firmę Google/DeepMind program AlphaGo¹⁶ wygrał z mistrzem Lee Sedolem w starochińskiej grze Go. Było to możliwe dzięki analizie przykładów strategii wygrywania przez modele sztucznej inteligencji. Połączono techniki sieci neuronowych, uczenia maszynowego oraz wyszukiwania Monte Carlo.

Jednak najbardziej spektakularnym sukcesem było stworzenie systemu AlphaZero¹⁷ samouczącego gry w szachy, shogi i Go. Został on zaproponowany przez firmę DeepMind w 2017 roku. Wspomniany system bez żadnej wstępnej wiedzy, bez danych historycznych, rozgrywając partie sam ze sobą, potrafi perfekcyjnie nauczyć się gry i pokonać mistrzów. Po czterech godzinach nauki jest arcymistrzem w dowolnej grze i człowiek nie jest w stanie go pokonać. Czy to oznacza, że ludziom pozostało już tylko kibicowanie? Twórcy AlphaZero stwierdzili na swoim blogu, iż potężna technologia wykorzystana w systemie AlphaZero nie jest ograniczana przez ludzką wiedzę.

W kolejnym podrozdziale omówimy metodologię wprowadzania zagadnień sztucznej inteligencji w edukacji szkolnej. Przedstawimy propozycje organizacji AI4K12, a następnie zastanowimy się, jak można te propozycje odnieść do polskich szkół.

Sztuczna inteligencja w edukacji

Musimy być świadomi, że sztuczna inteligencja otacza nas i naszych uczniów. Wiele przedmiotów codziennego użytku jest

¹⁶ J.X. Chen, *The evolution of computing: AlphaGo*, "Computing in Science & Engineering" 2016, vol. 18, no. 4, s. 4–7.

¹⁷ H. Zhang, T. Yu, *AlphaZero*, in: *Deep Reinforcement Learning*, eds. H. Dong, Z. Ding, S. Zhang, Springer, Singapore 2020, s. 391–415.

wyposażonych w moduł sztucznej inteligencji. Aparaty i smartfony potrafią automatycznie rozpoznawać twarze. Odkurzacz „uczą się” układu mieszkania, rozpoznają typ i stopień zabrudzenia powierzchni. Odwrotny test Turinga został zastosowany w narzędziu CAPTCHA, który ma na celu rozpoznanie, czy komputera używa człowiek. Łazik na Marsie jest wyposażony w szeregi inteligentnych modułów i autonomicznie podejmuje decyzje. Sztuczna inteligencja jest szeroko stosowana m.in. w medycynie, robotyce, autonomicznych autach.

Skoro jest ona wszechobecna w naszym życiu, to czy może być pominięta w edukacji szkolnej? Czy zagadnienia sztucznej inteligencji zostały ujęte w polskich podstawach programowych przedmiotu informatyka na różnych etapach edukacji? Po przejrzeniu aktualnych podstaw programowych można zauważyć, że wśród treści nauczania przewidzianych dla klas IV–VI występuje zagadnienie: „Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów”, w ramach którego podano założony efekt: „Uczeń formułuje i zapisuje w postaci algorytmów polecenia składające się na sterowanie robotem lub obiektem na ekranie”. Czy w kontekście obecnego rozwoju sztucznej inteligencji i wszechobecnych aplikacji inteligentnych taki zakres jest wystarczający i stanowi rzeczywiste zastosowania sztucznej inteligencji?

Międzynarodowa organizacja AI4K12¹⁸ proponuje wprowadzanie zagadnień sztucznej inteligencji już w edukacji wczesnoszkolnej i wspiera w tym nauczycieli¹⁹.

¹⁸ <https://ai4k12.org/> [dostęp: 22.04.2022].

¹⁹ D. Touretzky et al., *A year in K–12 AI Education*, „AI Magazine” 2019, vol. 40, no. 4, s. 88–90; D. Touretzky et al., *Envisioning AI for K–12: What Should Every Child Know about AI?*, „Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence” 2019, vol. 33, no. 01, s. 9795–9799; J. Bryant et al., *How artificial intelligence will impact K–12 teachers*, <https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/howartificial-intelligence-will-impact-k-12-teachers> [dostęp: 22.04.2022]; G.K. Wong et al., *Broadening artificial intelligence education in K–12: where to start?*, „ACM Inroads” 2020, vol. 11, no. 1, s. 20–29.

Początek wprowadzania zagadnień sztucznej inteligencji do szkół stanowiło zaproponowanie w 2006 roku przez Jeanette M. Wing²⁰ terminu „myślenie komputacyjne” obejmującego kompetencje (umiejętności) budowane na mocy i ograniczeniach komputerowego przetwarzania informacji w różnych dziedzinach oraz rozwiązywanie rzeczywistych problemów.

Organizacja AI4K12 proponuje rozwijanie myślenia komputacyjnego w pięciu krokach:

1. Nauka o postrzeganiu otoczenia przez maszyny – komputery za pomocą sensorów/czujników postrzegają świat, odbierają dźwięk, obraz, wykorzystują promień/laser. Realizacja tego kroku będzie skutkować następującym efektem: Uczniowie określają typ czujników, ich funkcje, przeznaczenie i ograniczenia, np. w robotach.
2. Reprezentowanie wiedzy, rozumowanie i podejmowanie decyzji – agent modeluje otoczenie, np. z wykorzystaniem reguł decyzyjnych, i podejmuje decyzje przez wnioskowanie. Wnioskowanie odbywa się w sposób efektywny – aktywowana jest minimalna liczba reguł; agent potrafi uzasadnić podjęte decyzje. Wszystkie te zagadnienia mogą być wprowadzone poprzez zapoznanie uczniów z pojęciem systemów ekspertowych oraz realizację takiego systemu w ramach lekcji. Organizacja AI4K12 zakłada, że uczniowie klas 4+ powinni umieć narysować drzewo decyzyjne dotyczące dowolnego zagadnienia, chociażby odnośnie do podjęcia decyzji, czy zagrać w tenisa w zależności od warunków atmosferycznych.
3. Uczenie się – komputery mogą „uczyć się” na podstawie danych historycznych/przykładów treningowych. Należy wprowadzić zagadnienia uczenia maszynowego, w tym klasyfikatory czy sieci neuronowe jako narzędzie wnioskowania na podstawie dużych zbiorów danych. Umiejętność szkolenia klasyfikatora

²⁰ J.M. Wing, *Computational thinking*, “Communications of the ACM” 2006, vol. 49, no. 3, s. 33–35.

jest zakładanym efektem kształcenia uczniów w klasach 6–8. Może być zrealizowana np. poprzez zdefiniowanie odpowiednich funkcji, z wykorzystaniem których uczniowie trenują klasyfikator w postaci drzewa decyzyjnego.

4. Naturalne interakcje – stworzenie agentów, którzy w naturalny sposób będą wchodzili w interakcję z ludźmi, m.in. w zakresie rozumienia języka naturalnego. Zdaniem AI4K12 uczniowie klas 6–8 powinni umieć stworzyć prostego czatbota.
5. Konsekwencje społeczne – świadomość pozytywnych i negatywnych konsekwencji sztucznej inteligencji:
 - Jakie aplikacje są pożądane i dopuszczalne? Należy omówić kwestie bioetyczne i dotyczące modyfikacji genetycznej.
 - Zagadnienia związane z prywatnością i bezpieczeństwem. Należy omówić kwestie śledzenia np. przez wyszukiwarki.
 - Kto powinien mieć dostęp do naszych danych? Jak odpowiedzialnie nimi zarządzać?
 - Efekty gospodarcze. Czy czekają nas zmiany dotyczące charakteru pracy, jeśli maszyny zastąpią programistów i innych pracowników? Czy wówczas możemy spodziewać się masowych strajków?
 - Zagadnienia związane z olbrzymią konsumpcją energii. Należy omówić kwestie ekologiczne.

W efekcie tych działań uczniowie klas 6+ powinni być świadomi konsekwencji społecznych związanych z funkcjonowaniem aplikacji sztucznej inteligencji.

Założenia organizacji AI4K12 są ambitne, być może obecnie niemożliwe do zrealizowania w polskich szkołach. Jednak jeśli udałoby się wprowadzić nawet drobną część tych treści, byłby to duży sukces.

Na stronie organizacji²¹ można znaleźć liczne materiały odnoszące się do zagadnień sztucznej inteligencji, pomocne w pracy z dziećmi: książki dla dzieci oraz oprogramowanie. Na szczególną

²¹ <https://ai4k12.org/> [dostęp: 22.04.2022].

uwagę zasługuje aplikacja Machine Learning for Kids, dostępna na stronie <https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki/Software%3A-Machine-Learning-For-Kids>. Pozwala ona na stworzenie klasyfikatora w Scratchu. Można wybrać jedną z czterech kategorii rozpoznawanych danych: obrazy, dźwięk, liczby i tekst. Dzieci po zapoznaniu się z definicją i przykładami klasy decyzyjnej definiują zbiór treningowy. Zbiór ten jest następnie wykorzystywany podczas szkolenia klasyfikatora. Stworzony w ten sposób program może służyć jako gra do rozpoznawania nowych przykładów i sprawdzania dokładności stworzonego klasyfikatora.

Wprowadzanie i wyjaśnianie zagadnień sztucznej inteligencji w edukacji wczesnoszkolnej jest szczególnie istotne w kontekście przygotowania społeczeństwa do transformacji cyfrowej. Rozumienie działania modułów sztucznej inteligencji, ale i dostrzeganie zagrożeń związanych z jej funkcjonowaniem ma fundamentalne znaczenie dla kształtowania społeczeństwa, które świadomie i bez niepotrzebnego lęku czy uprzedzeń będzie wykorzystywało możliwości współczesnego świata. Ponadto wymagania obecnego rynku pracy obejmują sprawne posługiwanie się modułami sztucznej inteligencji przez pracowników. Aby polskie społeczeństwo w przyszłości było otwarte na nowe technologie i mogło w pełni korzystać z dostępnych możliwości, należy zmodyfikować podstawy programowe polskich szkół. Potrzebne jest dostosowanie ich do standardów proponowanych przez organizację AI4K12 i podniesienie rangi przedmiotów w zakresie technologii cyfrowej.

W kolejnym podrozdziale omówione zostaną narzędzia, które można wykorzystać w celu realizacji tych postulatów.

Narzędzia do wprowadzania zagadnień sztucznej inteligencji w szkołach

Istnieje wiele sprawdzonych narzędzi z zaimplementowanymi algorytmami sztucznej inteligencji i algorytmami uczenia maszy-

nowego, które można wykorzystać na lekcjach informatyki. Można tu wymienić m.in.:

- RapidMiner;
- WEKA The University of Waikato;
- Rough Set Exploration System;
- Orange Data Mining Fruitful and Fun;
- Scikit-learn in Python.

Wszystkie te narzędzia są darmowe i można je bezpłatnie pobrać z sieci Internet.

Na szczególną uwagę zasługuje również WolframAlpha Computational Intelligence²² – inteligentna wyszukiwarka internetowa, która potrafi zinterpretować zapytania zadane w języku naturalnym (angielskim). W swym działaniu wykorzystuje moduły sztucznej inteligencji. W przeciwieństwie do innych wyszukiwarek nie zwraca ona listy stron internetowych zawierających słowa kluczowe, lecz udziela odpowiedzi na konkretne pytania. Ponadto potrafi rozwiązywać zadania z treścią poprzez ułożenie układu równań i rozwiązanie go krok po kroku. Wyszukiwarka WolframAlpha²³ to również uporządkowane kompendium wiedzy, podzielone na następujące kategorie:

- matematyka;
- nauki ścisłe i technologie;
- społeczeństwo i kultura;
- życie codzienne.

Kolejną funkcjonalnością dostępną w wyszukiwarce WolframAlpha jest aplikacja Problem Generator. Jest to narzędzie do generowania testów z wybranej tematyki. Użytkownik otrzymuje informację zwrotną dotyczącą poprawności podanej odpowiedzi.

Niezwykle istotne jest pokazanie uczniom zastosowań sztucznej inteligencji. Na stronie <https://chatbot.pl/> mogą oni poroz-

²² J.B. Cassel, *Wolfram Alpha: A Computational Knowledge "Search" Engine*, in: *Google It*, ed. N. Lee, Springer, New York 2016, s. 267–299.

²³ <https://www.wolframalpha.com/> [dostęp: 22.04.2022].

mawiać z czatbotem. Jest to komercyjne zastosowanie, dostępne również w wersji demo do testowania.

Kolejnym narzędziem, które doskonale wprowadzi uczniów w zagadnienia modelowania otoczenia za pomocą reguł decyzyjnych i realizacji procesu wnioskowania, jest system ekspertowy. To system informatyczny przeznaczony do rozwiązywania problemów wymagających wiedzy i kompetencji ekspertów dziedzinowych. Działa poprzez naśladowanie sposobu rozumowania ekspertów, z wykorzystaniem pozyskanej od nich wiedzy, oferując możliwość uzasadnienia wyników swej pracy²⁴. Pierwsze systemy ekspertowe, DENDRAL i MYCIN, zostały opracowane na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku. W obecnych czasach systemy takie również są szeroko stosowane, m.in. do diagnostyki urządzeń technicznych, prognozy pogody, diagnostyki chorób, udzielania porad finansowych, identyfikacji wirusów i wielu innych²⁵. Systemy ekspertowe mają pewne stałe elementy, takie jak:

- baza wiedzy;
- moduł wnioskowania;
- moduł objaśnień;
- moduł sterujący;
- interfejs użytkownika;
- moduł pozyskiwania wiedzy.

²⁴ A. Wakulicz-Deja et al., *Systemy ekspertowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2018; R. Forsyth, *The architecture of expert systems*, in: Idem, *Expert systems: principles and case studies*, Chapman & Hall Ltd., London 1984, s. 9–17; P. Jackson, *Introduction to expert systems*, Addison-Wesley, New York 1986; J.J. Mulawka, *Systemy eksperckie*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.

²⁵ K. Psiuk, S. Rzydzik, *Systemy ekspertowe w diagnozowaniu urządzeń technicznych. Perspektywy zastosowania*, „Utrzymanie Ruchu” 2020, nr 3, s. 28–33; A. Piszcz, D. Mikołajewski, *Aplikacja na platformę Android z systemem ekspertowym jako rozwiązanie problemu właściwego żywienia koni*, „Studia i Materiały Informatyki Stosowanej” 2020, vol. 1, s. 5–9; R. Tadeusiewicz, *Archipelag sztucznej inteligencji, cz. IV, „Napędy i Sterowanie”* 2021, nr 23.

Mając dostęp do szkieletowego systemu ekspertowego, jak PCShell²⁶ czy WIKex²⁷, można stworzyć system ekspertowy dotyczący wybranej tematyki. Wystarczy dostarczyć do bazy wiedzy elementy, czyli zbiór reguł i zbiór faktów. Takie zadanie może zostać wykonane w ramach lekcji informatyki. Tematyka może być dowolna, np. klasyfikacja postaci z bajek, system rekomendacyjny dotyczący sportu czy porada dotycząca pisarza na podstawie charakterystyki stworzonych utworów. Tego typu ćwiczenia rozwijają myślenie logiczne, przyczynowo-skutkowe, a także stanowią doskonałą okazję do pogłębienia wiedzy w danym zakresie i wspianiałe wprowadzenie do zagadnień sztucznej inteligencji.

W darmowym pakiecie Sphinx, w skład którego wchodzi aplikacja PCShell, znajdziemy również inne aplikacje, które pomogą nam w zrealizowaniu tego zadania. Aplikacja Detreex, służąca do tworzenia drzew decyzyjnych na podstawie zbiorów treningowych, pomoże stworzyć drzewo decyzyjne. Na podstawie takiego drzewa można wygenerować reguły decyzyjne, a następnie importować je wprost do bazy wiedzy i otworzyć w systemie ekspertowym PCShell. W aplikacji CAKE można stworzyć własną bazę wiedzy poprzez wprowadzenie atrybutów i reguł z wykorzystaniem prostego interfejsu użytkownika. Następnie można ją zapisać i również otworzyć w systemie ekspertowym PCShell. Wszystkie te aplikacje współpracują ze sobą i możemy je w prosty sposób wykorzystać na lekcji. Należy przygotować pewien zbiór z przypadkami uczącymi, na podstawie którego stworzymy drzewo decyzyjne, a następnie wygenerujemy bazę wiedzy. Taką bazę wiedzy wykorzystujemy w systemie ekspertowym.

Zaprezentowane narzędzia pozwalają na zapoznanie uczniów z różnorodnymi zagadnieniami związanymi ze sztuczną inteli-

²⁶ K. Michalik, *Pc-shell/sphinx jako narzędzie tworzenia systemów ekspertowych*, „Prace Naukowe / Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach” 2010, s. 35–42.

²⁷ M. Furmankiewicz, J. Furmankiewicz, P. Ziuziański, *Evaluation of the expert system as a stage of the life cycle model ESDLC on the example of WIKex*, “Computer Science and Mathematical Modelling” 2015, vol. 2, s. 23–32.

gencją, takimi jak możliwość inteligentnego wyszukiwania informacji czy automatyczne podejmowanie decyzji z wykorzystaniem pewnych eksperckich reguł decyzyjnych. Omówione w poprzednim podrozdziale narzędzie, Machine Learning for Kids, opracowane przez organizację AI4K12, pozwoli natomiast na poznanie podstaw uczenia maszynowego, zrozumienie, że algorytm wymaga podania danych przykładowych, na podstawie których budowany jest model. Następnie model wykorzystywany jest do klasyfikacji nowych, nieznanych przypadków. Taka wiedza może stanowić wstęp do dalszych przygód młodych ludzi z magicznym światem sztucznej inteligencji.

Podsumowanie

Sztuczna inteligencja to dziedzina, która prężnie się rozwija i znajduje coraz więcej zastosowań. Uczniowie będą korzystali lub już korzystają z modułów sztucznej inteligencji. Być może niektórzy w przyszłości będą tworzyli takie moduły. Zalecane jest, aby zagadnienia sztucznej inteligencji były wprowadzane w pewnym zakresie w ramach lekcji informatyki. Pomocne materiały i programy można znaleźć na stronie organizacji AI4K12. Na uwagę zasługuje kompatybilna ze Scratchem aplikacja Machine Learning for Kids. Poza tym istnieje wiele znakomitych darmowych aplikacji, które można wykorzystać w celu wprowadzania zagadnień sztucznej inteligencji na lekcjach, m.in. inteligentna wyszukiwarka WolframAlpha czy system ekspertowy PCShell. Zrozumienie zasad funkcjonowania i podstawy działania modułów inteligentnych jest niezwykle ważne w dzisiejszych czasach, a w przyszłości zapewne będzie jeszcze ważniejsze. Transformacja cyfrowa współczesnego świata wymaga przygotowania młodych ludzi do poruszania się w rzeczywistości cyfrowej, w tym do sprawnego wykorzystywania modułów sztucznej inteligencji. Zaznajomienie uczniów z tymi zagadnieniami już na wczesnym etapie edukacji sprawi, że będą oni świadomymi użytkownikami

inteligentnych technologii. Wyedukowane w tym zakresie społeczeństwo będzie lepiej wykorzystywało możliwości specjalistycznego oprogramowania, nie odczuwając nieuzasadnionego lęku przed nowoczesnymi technologiami. Już teraz na rynku pracy doceniani są ci pracownicy, którzy rozumieją zasady działania inteligentnych systemów i sprawnie się nimi posługują. W przyszłości te umiejętności będą miały jeszcze większe znaczenie.

Obecnie wystarcza moc obliczeniowa smartfonu, aby aplikacja AlphaZero nauczyła się wygrywać w szachy z człowiekiem. Zobaczmy, co czeka nas w przyszłości. Jednym z kluczy do jej drzwi z pewnością jest sztuczna inteligencja.

Bibliografia

- Allain J.S., *From Jeopardy to Jaundice: The medical liability implications of Dr. Watson and other artificial intelligence systems*, "Louisiana Law Review" 2012, vol. 73, s. 1049.
- Batin M., Turchin A., Sergey M., Zhila A., Denkenberger D., *Artificial intelligence in life extension: From deep learning to superintelligence*, "Informatica" 2017, vol. 41, no. 4.
- Bellman R., *An introduction to artificial intelligence: can computer think?*, Boyd & Fraser Publishing, San Francisco 1978.
- Bryant J., Heitz C., Sanghvi S., Wagle D., *How artificial intelligence will impact K-12 teachers*, <https://www.mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/howartificial-intelligence-will-impact-k-12-teachers> [dostęp: 22.04.2022].
- Campbell M., Hoane Jr. A.J., Hsu F.H., *Deep Blue*, "Artificial Intelligence" 2002, vol. 134, no. 1-2, s. 57-83.
- Cassel J.B., *Wolfram Alpha: A Computational Knowledge "Search" Engine*, in: *Google It*, ed. N. Lee, Springer, New York 2016, s. 267-299.
- Chassignol M., Khoroshavin A., Klimova A., Bilyatdinova A., *Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview*, "Procedia Computer Science" 2018, vol. 136, s. 16-24.

- Chen J.X., *The evolution of computing: AlphaGo*, "Computing in Science & Engineering" 2016, vol. 18, no. 4, s. 4–7.
- Forsyth R., *The architecture of expert systems*, in: Idem, *Expert systems: principles and case studies*, Chapman & Hall Ltd., London 1984, s. 9–17.
- Furmankiewicz M., Furmankiewicz J., Ziuziański P., *Evaluation of the expert system as a stage of the life cycle model ESDLC on the example of WIKex*, "Computer Science and Mathematical Modelling" 2015, vol. 2, s. 23–32.
- Hodges A., *Alan Turing and the Turing test*, in: *Parsing the Turing Test*, eds. R. Epstein, G. Roberts, G. Beber, Springer, Dordrecht 2009, s. 13–22.
- Jackson P., *Introduction to expert systems*, Addison-Wesley, New York 1986.
- Kamble R., Shah D., *Applications of artificial intelligence in human life*, "International Journal of Research – Granthaalayah" 2018, vol. 6, no. 6, s. 178–188.
- Kurzweil R., Richter R., Kurzweil R., Schneider M.L., *The Age of Intelligent Machines*, MIT Press, Cambridge 1990.
- Luger G.F., *Artificial Intelligence*, Addison-Wesley, Boston 2000.
- McCarthy J., Minsky M.L., Rochester N., Shannon C.E., *Proposal for the 1956 Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, Dartmouth College, Hanover, NH, 1955.
- McCarthy J., Minsky M.L., Rochester N., Shannon C.E., *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955*, "AI Magazine" 2006, vol. 27, no. 4, s. 12–12.
- McDermott D., Charniak E., *Introduction to Artificial Intelligence*, Addison-Wesley, Reading 1985.
- Michalik K., *Pc-shell/sphinx jako narzędzie tworzenia systemów ekspertowych*, „Prace Naukowe / Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach” 2010, s. 35–42.
- Minsky M., *Society of Mind*, Simon and Schuster, New York 1988.
- Mulawka J.J., *Systemy eksperckie*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996.

- Newell A., Simon H., *The logic theory machine. A complex information processing system*, "IRE Transactions on Information Theory" 1956, vol. 2, no. 3, s. 61–79.
- Piszcz A., Mikołajewski D., *Aplikacja na platformę Android z systemem ekspertowym jako rozwiązanie problemu właściwego żywienia koni*, „Studia i Materiały Informatyki Stosowanej” 2020, vol. 1, s. 5–9.
- Psiuk K., Rzydzik S., *Systemy ekspertowe w diagnozowaniu urządzeń technicznych. Perspektywy zastosowania*, „Utrzymanie Ruchu” 2020, nr 3, s. 28–33.
- Stone P., Brooks R., Brynjolfsson E., Calo R., Etzioni O., Hirschberg J., Kalyanakrishnan S., Kamar E., Kraus S., Leyton-Brown K., Parkes D., Press W., Saxenian A., Shah J., Hager M.T., Teller A., *Artificial intelligence and life in 2030: the one hundred year study on artificial intelligence*, Stanford University, 2016, <https://apo.org.au/node/210721> [dostęp: 22.04.2022].
- Tadeusiewicz R., *Archipelag sztucznej inteligencji, cz. IV, „Napędy i Sterowanie”* 2021, nr 23.
- Touretzky D., Gardner-McCune C., Breazeal C., Martin F., Seehorn D., *A year in K-12 AI education*, "AI Magazine" 2019, vol. 40, no. 4, s. 88–90.
- Touretzky D., Gardner-McCune C., Martin F., Seehorn D., *Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI?*, "Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence" 2019, vol. 33, no. 01, s. 9795–9799.
- Wakulicz-Deja A., Nowak-Brzezińska A., Przybyła-Kasperek M., Simiński R., *Systemy ekspertowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2018.
- Wallace R., *Artificial Linguistic Internet Computer Entity (A.L.I.C.E.)*, City, 1995, <https://www.chatbots.org/chatbot/a.l.i.c.e/>.
- Weizenbaum J., *ELIZA – A Computer Program for the ers*, "Communications of the ACM" 1967, vol. 10, s. 474–480.
- Wing J.M., *Computational thinking*, "Communications of the ACM" 2006, vol. 49, no. 3, s. 33–35.

Wong G.K., Ma X., Dillenbourg P., Huan J., *Broadening artificial intelligence education in K-12: where to start?*, "ACM Inroads" 2020, vol. 11, no. 1, s. 20–29.

Zhang H., Yu T., *AlphaZero*, in: *Deep Reinforcement Learning*, eds. H. Dong, Z. Ding, S. Zhang, Springer, Singapore 2020, s. 391–415.

Małgorzata Przybyła-Kasperek

Instytut Informatyki, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach, <https://orcid.org/0000-0003-0616-9694>

Doktor habilitowana, profesor Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, pracuje w Instytucie Informatyki, na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych. Stopień doktora habilitowanego w zakresie nauk ścisłych i technicznych uzyskała w 2018 roku w Instytucie Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk. Zajmuje się eksploracją danych, systemami wspomaganie decyzji, sztuczną inteligencją oraz systemami ekspertowymi. W pracy naukowej skupia się na zagadnieniach klasyfikacji w oparciu o dane rozproszone (dostępne z wielu niezależnych źródeł) i metodzie analizy konfliktów. Autorka ponad 60 artykułów, w większości opublikowanych w prestiżowych czasopismach, np.: "Information Sciences", "Applied Soft Computing, European Journal of Operational Research", "Information Systems". Członek komitetów programowych lub współorganizator sesji na konferencjach międzynarodowych, takich jak: KES, IJCRS, FedCSIS, ICCCI, INISTA, ACIIDS, ICCS i inne. Członek International Rough Set Society oraz KES International.

Indeks nazw osobowych

A

Allain Jessica S. 118, 128
Arendt Hannah 66, 79
Aronica Lou 34, 35, 39, 42, 52

B

Baj Aleksander 34, 35, 39, 52
Batin Mikhail 114, 128
Bauer Joachim 58, 62
Beber Grace 117, 129
Bellman Richard 116, 128
Bernthsen August 92
Bielecki Marek W. 32, 34
Bilyatdinova Anna 128
Blakemore Sara-Jayne 60, 62
Blumenberg Hans 15, 16, 20, 22
Bocheński Józef 13, 22
Breazeal Cynthia 130
Brooks Rodney 130
Bryant Jake 120, 128
Brynjolfsson Erik 130
Buber Martin 29, 30, 35
Buczynska-Garewicz Hanna 66,
79

C

Calo Ryan 130
Campbell Murray 118, 128
Cassel John B. 124, 128
Chang Shuai 96
Charniak Eugene 116, 129
Chassignol Maud 114, 128
Chen Jim X. 119, 129
Chen Tao 96
Cheney Matthew A. 96
Chybalski Piotr 100, 111
Cieślak Natalia 67, 69, 79
Couper Archibald Scott 90
Curl Robert F. 87, 96
Curley Steven A. 96
Czaplińska Barbara 93, 95

D

Danikiewicz Witold 95, 96, 97
Denkenberger David 128
Dillenbourg Pierre 131
Ding Zihan 119, 131
Doktór Jan 29, 35
Dong Hao 119, 131

Dunbar Robin 57, 58, 62, 63
Dziedziczak-Foltyn Agnieszka 33,
35
Dziewulak Dobromir 100, 111

E

Epstein Robert 117, 129
Etzioni Oren 130
Eutyfron 13

F

Filapek Michał 96
Flaubert Gustav 41, 52
Forsyth Richard 125, 129
Frątczak Jan 103, 111
Freudenthal Hans 68
Fuller Richard 86, 87
Furmankiewicz Joanna 126, 129
Furmankiewicz Małgorzata 126,
129

G

Gamble Clive 57, 63
Gardner-McCune Christina 130
Gilbert Brian E. 97
Glaser Sheila Faria 19, 22
Gnida Paweł 97
Golba Sylwia 97
Gowlett John J. 57, 63
Grela Małgorzata 96
Grint Keith 42, 52
Grocholiński Piotr 48, 52
Grudzka Iwona 96
Grudzka-Flak Iwona 96

H

Hager Greg 130
Halpern-Mysłicki Ignacy 20, 22
Hassa Romuald 83, 95
Heath James R. 96
Hebda Marek 84, 95
Heitz Christitne 128
Hippiasz 45
Hirsch Andreas 88, 89, 96
Hirschberg Julia 130
Hoane Jr. A. Joseph 118, 128
Hodges Andrew 117, 129
Hsu Feng-hsiung 118, 128
Hua Yong 92, 96
Huan John 131
Huang Dandan 96

I

Isobe Hirouki 88, 96

J

Jackson Philip 125, 129
Judt Tony 17, 18, 22
Juskowiak Edyta 67, 79
Just Monika 48, 52

K

Kaczmarzyk Marek 49, 52, 56, 63
Kaczyński Jarosław 18
Kalyanakrishnan Shivaram 130
Kamar Ece 130
Kamble Rupali 114, 129
Kania Sylwia 67, 69, 79
Kant Immanuel 19

Kaplan Robert S. 49, 52
Karpińska-Musiał Beata 33, 35
Kasparow Garri 118
Kąkol Henryk 67, 79
Kekulé Friedrich August 90, 91,
96
Keyzers Christian 57, 63
Khoroshavin Alexandr 128
Klakła Maciej 66, 79
Kleczewska Maja 21
Klimova Alexandra 128
Knight Vernon 97
Kochanowska Ewa 50, 52
Kołodziejczak Małgorzata 48, 52
Konior Jan 68, 79
Kosarzycki Radosław 57, 63
Koziołek Ryszard 26, 35
Kraus Sarit 130
Krompiec Stanisław 96, 97
Kroto Harold W. 87, 96
Krygowska Zofia 67, 79
Kucharzyk Bartłomiej 58, 62
Kurzweil Ray 117, 129
Kwiatek Łukasz 57, 63
Kwiatkowski Stefan M. 40, 52, 53

L

Lee Newton 124, 128
Lennon John 16
Leśnikowska-Matusiak Ida 101,
111
Leyton-Brown Kevin 130
Lipszyc Paweł 17, 22
Luger George F. 117, 129

Ł

Łopata Adrian 84, 95

M

Ma Xiajouan 131
Mackeyev Yuri 96
Madalińska-Michalak Joanna 40,
52, 53
Maksymowicz-Hamann Jowita 60,
62
Malarz Katarzyna 95
Maliszewski Krzysztof 45, 46, 52,
53
Małecki Jan Grzegorz 95, 96
Mamet-Michalkiewicz Marta 35
Maroń Anna 95, 96
Martin Fred 130
Matussek Marek 95, 96
Mazurkiewicz Grzegorz 50, 52
McCarthy John 115, 117, 129
McCartney Paul 16
McDermott Drew V. 116, 129
Menon 14
Michalik Krzysztof 126, 129
Michalska-Dominiak Beata 48,
52
Michalska-Żyła Agnieszka 48, 52
Micińska Aniela 41, 52
Mikołajewski Dariusz 125, 130
Minsky Marvin L. 117, 129
Mrozek-Wilczkiewicz Anna 95
Mrzigod Aleksandra 95
Mrzigod Janusz 95
Mulawka Jan Jerzy 125, 129

N

Nakamura Eiichi 88, 96
Newell Allen 118, 130
Nowak Barbara 21
Nowak Elżbieta M. 97
Nowak-Brzezińska Agnieszka 130
Nowak-Dziemianowicz Mirosława 20, 22
Nussbaum Martha 20, 22

O

O'Brien Sean C. 96

P

Paluch Michał 17, 21, 22
Panikkar Raimundo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35
Parkes David 130
Pater-Podgórna Ewa 35
Paulson William 19, 22
Pazdro Krzysztof M. 87, 96
Piorunek Magdalena 50, 51, 52
Pisarski Wojciech Andrzej 96
Piszcz Adrianna 125, 130
Plane Robert 84, 96
Platon 13, 14, 21, 22, 66
Podgórna Marzena 27
Pomadowska Dorota 42, 52
Press William 130
Prokopiuk Jerzy 21, 22
Przybyła-Kasperek Małgorzata 130
Psiuk Krzysztof 125, 130

R

Raouf Mustafa 89, 96
Rašović Ilija 87, 96
Read John 91, 96
Rembierz Marek 15, 22
Richter Ralf 129
Roberts Gary 117, 129
Robinson Ken 34, 35, 39, 42, 44, 52
Rochester Nathaniel 129
Rocke Alan J. 91, 96
Rosińska Zofia 30, 35
Rostowski Jacek 56, 63
Różycki Cezary 84, 96
Russel Piotr 100, 111
Russell Bertrand 118
Rydzik Sebastian 125, 130

S

Sanetra Jerzy 97
Sanghvi Saurabh 128
Sarnat-Ciastko Adrianna 33, 35
Saxenian Anna 130
Schab-Balcerzak Ewa 97
Schiller Friedrich 21, 22
Schneider Mary L. 129
Schratz Michael 40, 53
Sedol Lee 119
Seehorn Deborah 130
Serda Maciej 81, 88, 90
Sergey Markov 128
Serres Michel 19, 20, 22
Seryshev Alexander 97

Shah Deepali 114, 129
Shah Julie 130
Shannon Claude E. 129
Shapiro Jordan 27, 28, 33, 35
Sienko Michell J. 84, 96
Simiński Roman 130
Simon Herbert 118, 130
Sitharaman Balaji 97
Siwek Paweł 14, 22
Skalska Maria 58, 62
Skraup Zdenko Hans 92
Sławek Tadeusz 44, 45, 53
Słoddek Aneta 81, 92, 93, 94, 95,
96, 97
Słomczyński Maciej 19, 22
Smalley Richard E. 87, 96
Sokrates 12, 13, 14, 20, 45
Spinoza Baruch 11, 20, 22
Stańczuk-Różycka Teresa 84, 96
Stone Peter 114, 130
Sułkowski Wiesław 95
Szafraniec Grażyna 96
Szafraniec-Gorol Grażyna 95, 96
Szczyrek Magdalena 96
Szekspir William, właśc. Shake-
speare William 18, 19, 22
Szurek Michał 68, 79

Ś

Śliwerski Bogusław 17, 22

T

Tadeusiewicz Ryszard 125, 130

Teller Astrotin Mikhail 130
Tokarski Stanisław 30, 34, 35
Touretzky David 120, 130
Treliński Gustaw 66, 79
Turchin Alexey 128
Turing Alan M. 117, 120
Turnau Stefan 66, 80

W

Wagle Dilip 128
Wakulicz-Deja Alicja 125, 130
Wallace Robert 117, 130
Weizenbaum Joseph 117, 130
Whitehead Alfred North 118
Wilson Lon J. 96, 97
Wing Jeanette M. 121, 130
Witruwiusz 26
Wnuk Aneta 101, 111
Wöhler Friedrich 90
Wong Gary K. 120, 131
Wong Wai-Kwok 96
Wong Wai-Yeung 96

Y

Yu Tiayang 119, 131

Z

Zakharian Tatiana Y. 89, 97
Zalewska-Bujak Małgorzata 38, 53
Zatorski Tadeusz 16, 22
Zhang Hongming 119, 131
Zhang Shanghang 119, 131
Zhao Jianzhang 96

Zhila Alisa 128

Zhou Xuan 96

Zhu Xunjin 96

Zimosz Sylwia 97

Ziuziański Piotr 126, 129

Zur Lidia 96

Zych Dawid 97

Ż

Żabowski Jerzy 66, 68, 79

Redaktor
Joanna Szewczyk

Projekt graficzny serii, okładki, opracowanie DTP i łamanie
Beata Klyta

Korekta
Marzena Marczyk

Redaktor inicjująca
Anna U. Piłśniak



Sprzysyamy otwartej nauce.

Publikacja dostępna na licencji Creative Commons Uznanie
autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe (CC BY-SA 4.0)

Wersja elektroniczna monografii zostanie opublikowana w formule
wolnego dostępu w Repozytorium Uniwersytetu Śląskiego: rebus.us.edu.pl



<https://orcid.org/0000-0003-2596-081X>

<https://doi.org/10.31261/PN.4141>

Nauczyciele – nauczycielom : przestrzenie
edukacji / pod redakcją Marty

ISBN 978-83-226-4251-1
(wersja drukowana)

Mamet-Michalkiewicz. Wydanie I. – Katowice :
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego,
2022. – (Nowa Edukacja ; 3)

ISBN 978-83-226-4252-8
(wersja elektroniczna)
ISSN 2720-1112

Wydawca
Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego
ul. Bankowa 12B, 40-007 Katowice
wydawnictwo.us.edu.pl
wydawnictwo@us.edu.pl

Druk i oprawa
volumina.pl Sp. z o.o.
ul. Księcia Witolda 7–9
71-063 Szczecin

Wyd. I. Ark. druk. 8,75. Ark. wyd. 7,0. Papier Munken Print White 90 g, vol. 1.5.
Złożono krojami pisma: Fira Sans, Newsreader. PN 4141. Egzemplarz bezpłatny.



Monografia stanowi bardzo interesującą pozycję naukową w obszarze interdyscyplinarnego dialogu pomiędzy nauką akademicką a praktyką edukacyjną. [...] łączy głosy różne nie tylko w sensie tematyki dyscyplin, ale też instytucjonalnego osadzenia autorów, a w związku z tym prezentuje różne praktyki dydaktyczne oraz perspektywy badawcze.

Publikacja może okazać się cennym materiałem dla praktyków edukacji na akademickim oraz szkolnym poziomie kształcenia. Będzie też ważnym tekstem źródłowym dla doktorantów i studentów kierunków pedagogicznych oraz specjalności nauczycielskich na kierunkach przedmiotowych (akademickich i praktycznych) różnych uczelni.

dr Beata Karpińska-Musiak



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita Polska



Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny

ISSN 2720-1112

Egzemplarz bezpłatny

ISBN 978-83-226-4252-8



9

788322 642528

Więcej o książce

