

Małgorzata Bartoszewicz

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Aleksandra Zahorska

Uniwersytet Gdański

Samodzielne myślenie uczniowskie w rozpoznaniach badawczo-innowacyjnych w dydaktyce chemii

ABSTRAKT: W artykule ukazano istotę samodzielnego poszukiwania, dociekania i rozumowania uczniowskiego w nauczaniu chemii. Opisane studia przypadków – zarówno w zakresie nauczania chemii metodą wyprzedzającą, jak i zajęć dodatkowych w postaci warsztatów laboratoryjnych z wykorzystaniem metody Inquiry Based Science Education prezentują implikacje koncepcji konstruktywistycznej w projektowaniu odpowiedniego środowiska uczącego wspomagającego oraz eksponującego samodzielne myślenie uczniów w procesie nauczania i uczenia się. Autorki przedstawiają doświadczenia edukacyjne uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych z zakresu chemii. Rezultaty badań wskazują, iż obydwie innowacje dydaktyczne stwarzają uczniom przestrzeń na samodzielne myślenie oraz działanie, co skutkuje także rozwojem ich kompetencji badawczych, takich jak stawianie hipotez, weryfikowanie ich, projektowanie i prowadzenie własnych badań, notowanie obserwacji czy wyciąganie wniosków.

SŁOWA KLUCZOWE: nauczanie-uczenie się, metodyka nauczania chemii, aktywne uczenie się, dociekanie naukowe, ciekawość poznawcza, konstruktywizm

Kontakt:	Małgorzata Bartoszewicz goskab@amu.edu.pl Aleksandra Zahorska zahorska.aleksandra@gmail.com
Jak cytować:	Bartoszewicz, M., Zahorska, A. (2018). Samodzielne myślenie uczniowskie w rozpoznaniach badawczo-innowacyjnych w dydaktyce chemii. <i>Forum Oświatowe</i> , 30(2), 87–102. Pobrano z http://forumoswiatowe.pl/index.php/czasopismo/article/view/583
How to cite:	Bartoszewicz, M., Zahorska, A. (2018). Independent student thinking in research and innovation in teaching chemistry. <i>Forum Oświatowe</i> , 30(2), 87–102. Retrieved from http://forumoswiatowe.pl/index.php/czasopismo/article/view/583

CZĘŚĆ TEORETYCZNA

Chcąc się dowiedzieć, w jaki sposób człowiek myśli, poznaje, rozwija się, a tym samym, jak zachodzi proces uczenia się, należy sięgnąć do teorii i badań psychologicznych. Najbardziej przełomowe teorie rozwoju zaproponowali: Jean Piaget (1896–1980), Lew Wygotski (1896–1934) oraz Jerome Bruner (1915–2016), którzy eksponowali aktywność własną jednostki.

Piaget rozwój jednostki przedstawiał jako budowanie konkretnych konstrukcji umysłowych i przekształcanie ich. W umyśle strukturalizowane są procesy poznawcze, a im większa ich ilość i im bardziej są rozwinięte, tym lepsze obserwuje się przystosowanie jednostki do otoczenia (Piaget, 1993, s. 145). Zatem na intelekt podmiotu składają się schematy myślowe i dokonywane na nich operacje. Schematy to wewnętrzne reprezentacje czynności fizycznych i umysłowych, a więc struktur poznawczych. Według Piageta to właśnie schematy myślenia stanowią element aktywnie konstruowanej i rekonstruowanej wiedzy (Piaget, 1993, s. 145). Natomiast inteligencja posiada charakter operacyjny, a dziecko poznaje przedmiot jedynie poprzez oddziaływanie na niego i jego przekształcanie, czyli przez własne działanie aktywne. Właśnie schemat czynności jest tym najważniejszym w procesie poznania, gdyż może być przenoszony na inne sytuacje. Stanowi on uogólniony wynik samych czynności (Piaget, 1977, s. 76–77).

Teoria kulturowo-historyczna Wygotskiego opiera się na założeniu, iż istnieją dwie linie rozwoju – filogenetyczna oraz ontogenetyczna – obie reprezentowane w rozwoju dziecka (Wygotski, 1971, s. 50–52). Według radzieckiego psychologa funkcje psychiczne stanowią wynik relacji grupowych i społecznych form zachowania: każda nowa funkcja w rozwoju dziecka pojawia się dwukrotnie, najpierw jako forma współpracy na płaszczyźnie społecznej, potem jako środek indywidualnego zachowania na płaszczyźnie psychicznej (Wygotski, 2002, s. 335). Szczególnie według tego autora znaczenie w rozwoju każdej jednostki odgrywa mowa, która jako narzędzie kulturowe pełni specyficzną funkcję w organizacji zachowania. Mowa najpierw służąca do kontaktu społecznego staje się podstawowym środkiem myślenia podmiotu oraz jego wszystkich wyższych funkcji psychicznych (Wygotski, 2002, s. 334). Ponadto mowa jako wyższa funkcja psychiczna podnosi na wyższy stopień działanie jednostki (Wygotski, 1978,

s. 145), bowiem dziecko problem praktyczny rozwiązuje w dużej mierze właśnie za pomocą mowy (Wygotski, 1978, s. 33–34).

Efektywne nauczanie powinno według tego psychologa wyprzedzać rozwój dziecka i pobudzać dojrzewające dopiero funkcje psychiczne. Bezpośrednie znaczenie dla rozwoju intelektualnego ma bowiem strefa najbliższego rozwoju określająca możliwości rozwoju ucznia (Wygotski, 1989, s. 249, 254–256). Strefę tę określa się jako poziom rozwiązywania zadań przy wspomaganie przez dorosłego, przy czym istotne jest pojawienie się konfliktu poznawczego przy wspólnym zaangażowaniu, gdyż to on prowadzi do zmian poznawczych dziecka (Schaffer, 1994, s. 177).

Natomiast amerykański psycholog, Bruner, twierdził, iż wpływy kulturowe oraz internalizacja narzędzi kulturowych jak język kształtują inteligencję każdej jednostki (Bruner, 1978, s. 611). Dodatkowo Bruner traktował kulturę jako obszar ciągłego negocjowania znaczeń, co wskazuje na brak jednej skończonej definicji świata (Klus-Stańska, 2009, s. 472). Wobec tego kształcenie jest ściśle związane z procesem negocjacji, z komunikacją między rówieśnikami i ich współpracą (Klus-Stańska, 2011, s. 59). Natomiast dzięki systemowi kodującemu dzieci zdolne są do kumulowania informacji, co pozwala na odwoływanie się w różnych sytuacjach do odległych stanów (Bruner, 1978, s. 576). Bruner określał to jako wychodzenie poza dostarczone informacje, które rozwojowo możliwe jest dopiero przez opanowanie wszystkich sposobów reprezentacji umysłowych przez jednostkę (Hejnicka-Bezwińska, 2008, s. 139). Poglądy Brunera wpłynęły w psychologii między innymi na zmianę postrzegania samego pojęcia wiedzy. Rzeczywistość w umyśle nie jest odzwierciedlana, jak powszechnie uważano, ale aktywnie konstruowana oraz wielokrotnie rekonstruowana za sprawą doświadczenia jednostki i wpływu kultury czy relacji społecznych na nią (Klus-Stańska, 2002a, s. 112).

Prace Piageta, Wygotskiego oraz Brunera stanowią podstawę teoretyczną konstruktywistycznej perspektywy uczenia się. D. Ausubel zauważył, że wiedza aktualnie przyswajana wchodzi w interakcję z wiedzą nabytą wcześniej, w wyniku czego zostaje ona włączona do wykształconej w umyśle ucznia struktury poznawczej albo też pozostaje poza nią jako niepowiązane z sobą informacje, które są w niewielkim stopniu przydatne w sytuacjach problemowych. „Nowe wiadomości można zrozumieć, jeśli do ich znaczenia dochodzimy używając tej wiedzy, którą już posiadamy. Nowe wiadomości opanowujemy, czyli włączamy do posiadanej wiedzy; nie byle jak, ale odnajdując związki, które wyrażają się w tym, że nowa wiedza znajduje takie, a nie inne miejsce w strukturze wiedzy uczącego się” (Kruszewski, 2004, s. 258). Zatem ważny jest nie tyle bogaty zasób wiedzy, ile struktura poznawcza, w obrębie której ona funkcjonuje. To struktury poznawcze umożliwiają uczniowi aktywizowanie zdobytej wiedzy i wykorzystywanie jej w wyniku określonych operacji intelektualnych. Dla tych koncepcji spójne jest założenie konstruktywizmu, że ludzie uczą się w interakcji z otoczeniem, aktywnie konstruują wiedzę, wykorzystując wiadomości już posiadane. Nie rejestrują informacji, ale budują struktury wiedzy z dostępnych informacji. W konsekwencji konstruktywizm akcentuje proces, w wyniku którego uczący się tworzą i rozwijają własną wiedzę (Dylak, 2000).

Człowiek w procesie poznania jest konstruktorem i aktywnym interpretatorem nowych znaczeń nadawanych rzeczywistości. Trudno jest kontrolować jego operacje myśl-

lowe z zewnątrz, dlatego w dużej mierze są one wykonywane nieświadomie (Matuszewski, 2001, s. 27). To uczeń konstruuje swój system wiedzy przez całe życie dzięki zdolności do organizowania i reorganizowania doświadczeń, strukturyzowania i restrukturyzowania ich w określonym kontekście społeczno-kulturowym (Gofron, 2013, s. 172). Ma to daleko idące konsekwencje dla metodologii i teorii wszystkich dyscyplin naukowych, w tym dydaktyki, dla której dodatkowo tworzy nowe konteksty definiowania wiedzy będącej ośrodkiem praktycznych działań dydaktycznych szkoły oraz strategii jej intencjonalnego opracowywania (Klus-Stańska, 2010, s. 266).

CZEŚĆ METODOLOGICZNA

W szkołach deklaruje się, że rozwijane są takie kompetencje uczniów, jak identyfikowanie i rozwiązywanie problemów, formułowanie wniosków na podstawie empirycznych obserwacji, sprawne posługiwanie się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, wyszukiwanie informacji, ich selekcjonowanie i krytyczna analiza czy umiejętność pracy zespołowej (Podstawa programowa kształcenia ogólnego, Załącznik 4). Natomiast istnieje wiele doniesień, iż tradycyjne nauczanie szkolne oparte na transmisji kulturowej jest szkodliwe dla rozwoju intelektualnego, kulturalnego czy społecznego oraz prowadzi do zniewolenia uczniów i ich bierności (Klus-Stańska, 2011, s. 53; Kuhn, 1992, s. 30; Męczkowska, 2003, s. 37; Czerepaniak-Walczak, 2005, s. 14), niszczy zdolności twórcze i komunikacyjno-interpretacyjne uczących się (Klus-Stańska, 2002b, s. 75; Melosik, 1995, s. 226), a kształcenie kompetencji, w tym kompetencji badawczych ucznia, jest zaniedbywane między innymi przez nadmierny materializm dydaktyczny (Śliwerski, 1993, s. 45; Dylak, 2013, s. 19).

Alternatywnym i obiecującym podejściem pedagogicznym w kształceniu jest konstruktywizm – zakładający, iż wiedza nie jest sumą wiadomości, lecz aktywnie konstruowaną i rekonstruowaną strukturą schematów umysłowych (Dylak, 2000). Konstruktywizm podkreśla znaczenie nie tylko procesu, w wyniku którego uczący się nabywają nową wiedzę, ale przede wszystkim doskonałą ją. Lunenberg (1998) nazwał uczących budowniczymi własnej wiedzy; czyli w jego rozumieniu uczeń powinien konstruować własną wiedzę przez odkrywanie, co jest zgodne z ideą J. Deweya, który preferował uczenie się przez działanie.

Wciąż jednak nie ma jednoznacznych danych, jak osiągać cele programowe w kształceniu zorientowanym na ucznia, jego zainteresowania, możliwości oraz samodzielne myślenie i działanie. Podjęte badania miały na celu organizowanie zajęć i zadań uczniowskich służących realizacji programu nauczania chemii, jednocześnie wspierających samodzielne myślenie uczniów oraz kształcenie ich kompetencji badawczych niezbędnych do samodzielnego projektowania i prowadzenia doświadczeń laboratoryjnych.

Ze względu na intencję zmiany dydaktyki praktycznej przyjęto model badań w działaniu (*action research*), który służy doskonaleniu warsztatu pracy przez odpowiednie zmienianie warunków. Badania te spełniają także funkcję społeczną, bowiem stanowią

proces uczenia się zarówno badanych, jak i badaczy, przy czym obydwie grupy mają wpływ na planowanie kolejnych kroków badawczych. Ponadto istotnym aspektem badań w działaniu są zmiany w środowisku, w którym prowadzono interwencję (Pilch, Bauman, 2001, s. 72–75, 307–317).

Badania w działaniu charakteryzują się strukturą spiralną, która składa się z cyklu planowania, następnie działania oraz ustalania faktów o wyniku tego działania (Lewin, 2010, s. 9). W opisanych studiach przypadków doskonalono projekty poprzez cykliczne planowanie zmian, wprowadzanie i monitorowanie ich oraz systematyczne zbieranie informacji o wywołanych zjawiskach dydaktycznych, przy czym badacz był inspiratorem i aktywnym uczestnikiem wydarzeń. W pierwszym studium przypadku podejmowano działania w obrębie metody wyprzedzającego uczenia się z intensywnym wykorzystywaniem platformy edukacyjnej w edukacji chemicznej młodzieży ponadgimnazjalnej. Natomiast w drugim studium przypadku działanie odnosiło się do zastosowania metody Inquiry Based Science Education (IBSE), czyli nauczania przez odkrywanie w naukach przyrodniczych, w pracy laboratoryjnej na zajęciach dodatkowych dla uczniów szkół gimnazjalnych oraz ponadgimnazjalnych. Poniżej znajdują się szczegółowe opisy metodologiczne tych studiów przypadków.

W pierwszym studium przypadku przedmiotem analizy było poznanie środowiska uczniów w szkole ponadgimnazjalnej. Celem badania była modyfikacja metodyki nauczania i zaciekawienie przedmiotem chemii. W badaniach pilotażowych, prowadzonych w ramach szerszego trzyletniego projektu „Kolegium Śniadeckich”¹ udział wzięły klasy pierwsze dwóch liceów: Liceum św. Marii Magdaleny w Poznaniu oraz Liceum im. Juliusza Słowackiego w Grodzisku Wielkopolskim – w sumie 200 osób. Szkoły te wprowadziły innowację pedagogiczną – strategię nauczania wyprzedzającego obejmującą cztery etapy (przy czym dwa pierwsze odbywają się przed planowaną lekcją):

- aktywacja,
- przetwarzanie,
- systematyzacja,
- ocena i ewaluacja.

W myśl tej metody uczniowie przed tradycyjną lekcją przygotowują się do zajęć według wskazówek otrzymanych od nauczyciela (na tym etapie w umyśle ucznia powstają pytania związane z tematem), zaś podczas lekcji omawiają temat w sposób problemowy i wielokontekstowy. Oczekuje się, że w takim nauczaniu wystąpi sytuacja, kiedy zasadnicza lekcja będzie odpowiadała (przynajmniej częściowo) na pytania stawiane sobie przez uczniów w związku z opanowywanym materiałem. W ten sposób lek-

¹ „Kolegium Śniadeckich” – innowacyjny program nauczania przedmiotów przyrodniczych (chemii oraz biologii, geografii i matematyki) realizowany w partnerstwie pomiędzy Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza, pod naukowym kierunkiem prof. Stanisława Dylaka, a Ogólnopolską Fundacją Edukacji Komputerowej (Oddział w Poznaniu), współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Celem projektu była modyfikacja metodyki nauczania przedmiotów przyrodniczych oraz matematyki, podniesienie poziomu nauczania tych przedmiotów, a także zwiększenie uczniowskiego zainteresowania tymi przedmiotami. Efektem prezentowanej strategii jest praca zbiorowa pod naukowym kierunkiem S. Dylaka (red.). (2013). *Strategia kształcenia wyprzedzającego*. Poznań: OFEK.

cja zasadnicza ma charakter reakcji wobec wyprzedzających działań uczniów. Istotą strategii jest więc aktywność ucznia oraz wspomaganie jego nauki przez nauczyciela. Zadania stawiane uczniom do wykonania przed lekcją ukierunkowują ich myślenie, zbieranie i porządkowanie informacji. W ten sposób nowe wiadomości stają się związane z zakorzenionymi w pamięci. Zgodnie z twierdzeniem J. Piageta zachodzą tu dwa procesy – akomodacja i asymilacja. Wiadomości posiadane mogą ulegać akomodacji na te nadchodzące asymilacji. Sednem strategii nauczania wyprzedzającego jest zmiana roli ucznia z biernego odbiorcy w aktywnego konstruktora własnej wiedzy oraz zmiana roli nauczyciela z wykładowcy na moderatora, który wspomaga w uczeniu się, uzupełnia, wyjaśnia i tłumaczy. Nauczyciel steruje procesem przygotowania się uczniów poprzez platformę edukacyjną oraz uzupełnia nabyte przez nich wiadomości i umiejętności w czasie nauczania w klasie szkolnej (Dylak, 2013).

Na potrzeby strategii została przygotowana cyfrowa platforma edukacyjna *Kolegium przyrodnicze* zgodnie z etapami strategii (aktywacja, przetwarzanie, systematyzacja, ewaluacja) i zasadami projektów internetowych. W czasie tworzenia każdego z etapów miało miejsce przenikanie się myślenia i generowania nowych pomysłów oraz rozwiązań, podejmowanie działania oraz jego analiza i ewaluacja. Ostatecznie na platformie umieszczono materiały przedmiotowe m.in. z chemii (Gulińska, Bartoszewicz, Makles, Mischke, 2011) obejmujące 15 modułów tematycznych, na które składały się:

- scenariusze lekcji chemii opracowane zgodnie z regułami metody wyprzedzającej i podstawą programową kształcenia ogólnego do realizacji w klasie I szkoły ponadgimnazjalnej (Podstawa programowa kształcenia ogólnego, Załącznik 4);
- materiały pomocnicze dla uczniów: w tym propozycje eksperymentów chemicznych do wykonania przez uczniów w domu. Stawianie oraz weryfikacja hipotez, projektowanie doświadczeń oraz analiza wyników są najbardziej typowymi elementami rozumowania naukowego (Venville, Adey, Larkin, Robertson, 2003);
- materiały metodyczne dla nauczycieli (w tym rozwiązania zadań i metody ich oceny).

Jednostki przeznaczone do nauczania chemii metodą wyprzedzającą mają stwarzać uczniom różnorodne możliwości pracy zarówno eksperymentalnej, jak również w środowisku cyfrowym. Aktywność uczniów zmienia ich rolę na aktywnych uczestników projektowania i doświadczania własnych edukacyjnych sytuacji (Dylak, 2013; por. Klus-Stańska, 2010).

Drugie studium przypadku dotyczyło rozpoznania, na ile kompetencje badawcze ucznia mogą być rozwijane w kształceniu zorientowanym na realizację programu chemii z jednoczesnym uwzględnieniem i umożliwieniem maksymalnej samodzielności w myśleniu i działaniu ucznia. W tym celu zorganizowano zajęcia laboratoryjne z chemii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego dla chętnych uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. Na zajęciach laboratoryjnych wdrażano dobrze opisaną w literaturze metodę dociekania naukowego w przedmiotach matematyczno-przyrodniczych (IBSE), zawierającą elementy charakterystyczne dla metody naukowej i wspomagającą kształcenie samodzielnego myślenia uczniów (Bernard, i in., 2013, s. 11–13). Cykl pracy w oparciu o tę metodę składa się z postawienia zagadnienia, sformułowania pytania ba-

dawczego, planowania działań, przeprowadzenia badania, prezentacji wyników grupowych, wyciągnięcia wspólnych wniosków oraz ponownym postawieniu pytań lub formułowaniu wątpliwości. W przyjętych założeniach metodologicznych stanowi ona rodzaj kompromisu między edukacją skoncentrowaną na jednostce a edukacją opartą na paradygmacie didaskalocentrycznym. Wynika to z uczestnictwa w zajęciach uczniów wyrastających z podejścia transmisyjnego w szkole, którzy znajdują się w nowych dla nich warunkach, wymagających samodzielnej pracy w zespołach badawczych w laboratorium chemicznym, w tym stawiania i rozwiązywania problemów badawczych.

Monitorowanie postępów w rozwijaniu kompetencji badawczych prowadzone było za pomocą arkusza obserwacyjnego ucznia, obserwacji uczestniczącej, analizy kart pracy uczniów oraz ankiet, transkrypcji nagrań ich rozmów podczas pracy zespołowej, a także poprzez rozmowy ze studentami modułu nauczycielskiego będącymi jednocześnie uczestnikami badania i opiekunami grup uczniowskich. Osoby te spełniały istotną funkcję podczas warsztatów, bowiem wspierały uczniów poprzez zachęcanie ich do dyskusji grupowej, do współdziałania oraz wyrażania własnych pomysłów i poglądów. Ponadto konfrontowały różne opinie, wywołując u uczniów konflikt poznawczy, zadawały inspirujące pytania pomocnicze w trudnych intelektualnie dla młodzieży momentach czy udzielały wskazówek dotyczących wykonywania niektórych czynności manualnych niezbędnych w pracy laboratoryjnej.

CZĘŚĆ BADAWCZA STUDIUM PIERWSZEGO PRZYPADKU – NAUCZANIE CHEMII PRZED PLANOWANĄ LEKCJĄ

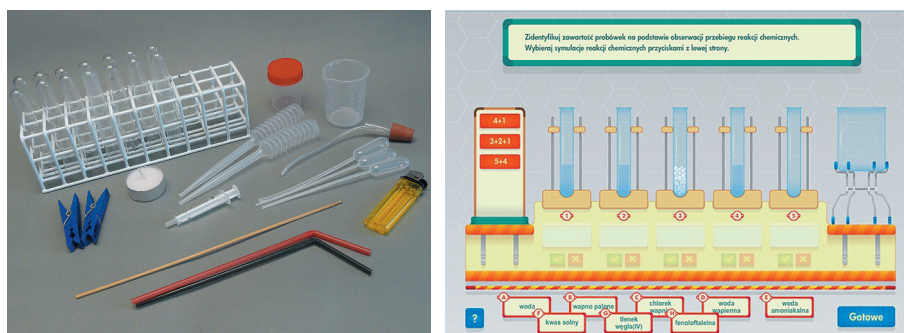
Etap aktywacji odbywał się przed lekcją – uczniowie pracowali samodzielnie w domu (Dylak, 2011). W materiałach udostępnionych uczniom określono jasno cel ich działań, podano wskazówki i zadania. Ten etap miał za zadanie odniesienie do posiadanej wiedzy i inspirowanie ucznia: do korzystania z różnych źródeł wiedzy, do przemyśleń oraz dialogu i zbierania opinii, wymiany swoich spostrzeżeń z koleżankami i kolegami z klasy, a także osobami dorosłymi z najbliższego otoczenia.

Poniżej fragment tekstu umieszczonego na platformie do etapu aktywacji, temat: *O reakcjach chemicznych zachodzących podczas przygotowywania żywności:*

Proces fermentacji, obok suszenia, jest najstarszą i najtańszą metodą utrwalania żywności. Na każdym kontynencie znajdziemy ogromną różnorodność kiszonych produktów, np. kiszona kapusta w Polsce, sos sojowy w kuchni azjatyckiej, oliwki w Grecji i Hiszpanii, kimchi w Korei, miso w Japonii, tempeh w Indonezji.

- *Zastanów się, czy w naszym kraju procesy fermentacyjne wykorzystuje się tylko w przypadku kiszenia kapusty?*
- *Wytłumacz dlaczego WHO na Kongresie w 1998 roku ogłosiła, że żywność fermentowana powinna być uznana za część dziedzictwa kulturowego każdego kraju? Czy Twoim zdaniem należy podejmować wysiłki zmierzające do zachowania tej metody produkcji? (Gulińska, i in., 2011, s. 283).*

Etap przetwarzania odbywał się przed lekcją – uczniowie pracowali samodzielnie w domu oraz komunikowali się między sobą i nauczycielem na platformie cyfrowej (Dylak, 2011). Elementem zachęcającym do działań były krótkie, kilkuminutowe filmy poruszające ciekawe zagadnienia związane z tematem lekcji. Ważnym elementem tego etapu było oparcie nauczania-uczenia się na eksperymencie samodzielnie wykonanym przez uczniów w domu, co upodobiło kształcenie do procesu badawczego. W ramach projektu każdy z uczniów otrzymał na własność zestaw laboratoryjny w małej skali. Praca tą techniką pozwoliła na wykonanie doświadczeń przy użyciu prostego sprzętu o małych rozmiarach, niewielkich ilości substancji, szybkie przygotowanie doświadczeń oraz zapewniła bezpieczeństwo. Dla uzupełnienia i podsumowania badawczych aktywności uczniów służył pakiet laboratoryjnych zadań interaktywnych *Wirtualne laboratorium*, dostępnych dla ucznia po wykonaniu doświadczeń oraz test z pytaniami otwartymi na platformie.



Rysunek 1–2. Zestaw do doświadczeń techniką w małej skali; *Wirtualne laboratorium*.

Wyniki swoich prac uczeń zamieszczał na platformie w miejscu i czasie określonym przez nauczyciela w postaci tzw. e-portfolio. Rezultaty prac doświadczalnych oprócz formularza uwzględniającego stawianie i weryfikowanie hipotez, projektowanie doświadczeń oraz obserwacje i wnioski ilustrował samodzielnie wykonanymi zdjęciami lub krótkimi filmami. Poniżej fragment zadań dla ucznia umieszczony na platformie z etapu przetwarzania:

- **zadanie eksperymentalne**

Samodzielnie zaplanuj eksperyment, dobierz sprzęt i odczynniki, które pozwolą na zbadanie i porównanie kwasowości mleka, octu i zalewy z ogórków. Uzupełnij kartę pracy.

- **pytania**

- *W jaki sposób drożdże spulchniają ciasto?*
- *Co odróżnia fermentację octową od pozostałych fermentacji?*
- *Dlaczego soda oczyszczona może zastąpić proszek do pieczenia?* (Gulińska, i in., 2011, s. 290).

Etap systematyzacji odbywał się na lekcji w szkole (Dylak, 2011) – ważnym elementem tego etapu były wykonane na etapie przetwarzania zadania oraz prezentacja wyników eksperymentów, wspólne omawianie obserwacji i wniosków, ponowne stawianie pytań

lub formułowanie wątpliwości. Wcześniejszy sprawdzian wiadomości, umiejętności i rozumowania naukowego dawał nauczycielowi możliwość przygotowania się do wytłumaczenia tego, czego nie zrozumieli uczniowie oraz usystematyzowania ich wiedzy. Na tym etapie również były wykonane doświadczenia w formie pokazu nauczycielskiego lub eksperymentów uczniowskich, których nie można było przeprowadzić w domu.

Etap ewaluacji odbywał się po lekcji na platformie edukacyjnej – ankieta była ostatnim etapem procesu opanowania modułu (Dylak, 2011). Uczniowie sami oceniali swoją pracę i osiągnięcia.

Przykład ankiety ewaluacyjnej do tematu: *O reakcjach chemicznych zachodzących podczas przygotowywania żywności*:

1. Podaj trzy najciekawsze informacje dotyczące procesów fermentacyjnych;
2. Wskaż zasoby, które były dla Ciebie najbardziej przydatne;
3. Wskaż i oceń zadania wykonane przez innych uczniów podczas lekcji (np. prezentację przygotowanych materiałów lub ciekawostek dotyczących tematu lekcji, nowinek);
4. Dokonaj samooceny, zaznaczając odpowiednią wartość na skali:
 - a) poprawność wykonania przeze mnie zadań 0 1 2 3 4 5 6
 - b) aktywność na lekcji 0 1 2 3 4 5 6 (Gulińska, i in., 2011, s. 304).

Ponieważ uczący się może dokonywać samodzielnych wyborów, staje się odpowiedzialny za swój rozwój, a kryterium zachodzącej w nim zmiany staje się nie sam przyrost wiedzy czy umiejętności, ale jakość przekształcania struktur poznawczych (Szyling, 2015, s. 170).

REZULTATY

Badania pilotażowe z wykorzystaniem strategii kształcenia wyprzedzającego realizowano w dwóch wielkopolskich szkołach na lekcjach chemii (N = 281) i innych przedmiotów przyrodniczych oraz matematyki przez cały rok szkolny 2011/2012. Następnie przeprowadzono wśród uczniów ankietę oraz wywiady. Informacje o postępach uczniów czerpano także z raportów, bezpośredniej obserwacji nauczycieli i przeprowadzonych z nimi wywiadów. Poniżej przedstawiono wycinek z przeprowadzonych badań.

Zaznacz punkty, z którymi się zgadzasz i uważasz za ważne (można zaznaczyć kilka możliwości, maksymalnie 3).

Tabela 1. Struktura odpowiedzi uczniów

Mogłam/em samodzielnie wykonać doświadczenie	78,1%
Musiałam/em brać aktywny udział w zajęciach – przeczytać coś, obejrzeć	65,6%
Było dużo materiałów dodatkowych	62,5%
Materiały były zróżnicowane	43,8%
Testy przed zajęciami (po przetworzeniu) motywowały mnie do przerobienia materiału	21,9%
Kontakt on-line z nauczycielem pomógł mi w zrozumieniu materiału	21,9%
Nauczyciel nadzorował nasze postępy	3,1%

Z przeprowadzonej ankiety i wywiadów wynika, że uczniowie pracując strategią kształcenia wyprzedzającego poświęcali najwięcej czasu na przygotowanie się do lekcji: około 19,5% czasu na aktywację i aż 45% czasu na drugi jej etap – przetwarzanie. Związane było to z wyszukiwaniem wiadomości – aż 97% sięgało po pozycje książkowe i artykuły w czasopiśmie popularnonaukowych oraz rozmowy z innymi osobami – 75%. Jednak wielu z nich wypowiadało się, że: *Samodzielne wyszukiwanie różnych informacji przed lekcją ułatwia zrozumienie treści pojawiających się w czasie lekcji*. Równie czasochłonne były wykonywane na etapie przetwarzania praktyczne zadania indywidualne i grupowe oraz eksperymenty. Na uwagę zasługuje fakt, że dla 78% respondentów ważne było ich samodzielne eksperymentowanie. Obrazują to wypowiedzi uczniów: *Eksperymenty w domu dla większości były ciekawą przygodą, choć przez moment mogliśmy poczuć się jak naukowcy. Samodzielne wykonywanie doświadczeń ułatwiło zapamiętywanie wiadomości. Fotoreportaż zabierał sporo czasu, ale efekt końcowy dawał wiele satysfakcji oraz pozytywnie wpływał na ocenę końcową*. Ten rodzaj aktywności został także doceniony przez nauczycielki – *Uczniowie samodzielnie wykonując eksperymenty chemiczne w małej skali mieli okazję odkryć w sobie naturę badacza. Eksperymenty te sprawiały uczniom wiele frajdy, zwiększały zainteresowanie przedmiotem, choć byli i tacy, którzy narzekali, że sprząkanie po „domowych” zajęciach laboratoryjnych zabierało im sporo czasu. Okazało się, że ten sposób budowania własnej wiedzy daje nowe możliwości zaistnienia również uczniom mniej zainteresowanym przedmiotami ścisłymi, którzy dzięki zadaniom wykonywanym przed lekcją mieli okazję wykazania się przedsiębiorczością i inicjatywnością, a także wykorzystania swoich zdolności namulanych. Realizacja tych zadań skutkowała na lekcji ich większym zaangażowaniem, a w dalszej konsekwencji lepszymi ocenami* (Bartoszewicz, Gulińska, 2013).

Omawiane formularze pracy laboratoryjnej wraz z zajęciami i filmami pozwoliły uczniom na samodzielne stawianie hipotez, ich weryfikację, notowanie obserwacji i wyciąganie wniosków. Nauczyciel przestał być wykładowcą, a stał się doradcą, osobą korygującą ewentualne niedociągnięcia. O wartości tej części zajęć wspominali sami uczniowie: *W czasie omawiania podczas lekcji zadań, z którymi mieliśmy kłopoty (przygotowując się do zajęć w domu, uzupełniając swoje portfolio), łatwo było zrozumieć, gdzie popełniliśmy błędy* (Bartoszewicz, Gulińska, 2013). Zastosowana strategia nauczania wyprzedzającego angażowała uczniów i poprzez wykonaną pracę przed lekcją czuli się oni zobligowani do aktywnego wzięcia udziału w zajęciach (65%). Przeprowadzone wywiady wskazywały także, że uczniowie pracując równocześnie na pięciu przedmiotach strategią kształcenia wyprzedzającego czuli się nadmiernie obciążeni, co negatywnie wpłynęło na ich motywację i subiektywną ocenę metody. Nauczyciele również wkładali wiele pracy w moderowanie dyskusji w przestrzeni cyfrowej czy sprawdzanie zadań, testów zawierających pytania otwarte przed każdą jednostką lekcyjną. Jednak wartością dodaną była uzyskiwana przez ucznia informacja zwrotna, nie tylko o prawidłowości lub nie wykonaniu zadania, ale także wiadomości uzupełniające i wskazówki, co posłużyło w większości przypadków do podwyższenia swoich wyników/rezultatów.

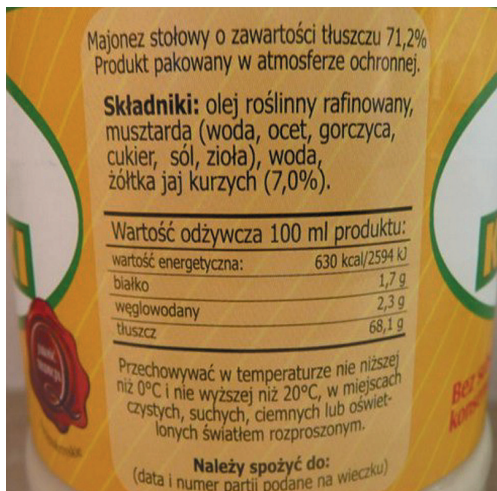
STUDIUM DRUGIEGO PRZYPADKU

Poniżej zaprezentowany został jedynie wycinek przeprowadzonych badań. Polegały one głównie na projektowaniu warsztatów wdrażających metodę IBSE w celu wyzwania samodzielnego myślenia i działania uczniów, przeprowadzaniu ich dla chętnych uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, obserwowaniu przyrostu wiedzy i rozwijania kompetencji badawczych uczniów, ewaluacji działań edukacyjnych oraz na ponownym planowaniu zmian. Cykliczny charakter badań pozwalał na coraz to doskonalsze uzyskiwanie zamierzonych efektów.

Najważniejszymi aspektami planowania działania było ustalanie atrakcyjnej tematyki zajęć dla uczniów, formy ich pracy ze względu na strukturę grupy badawczej, dobieranie efektywnych doświadczeń chemicznych, optymalizowanie ich warunków w laboratorium oraz konstruowanie odpowiednich kart pracy ucznia. Każdorazowo niezbędne było stworzenie sytuacji problemowej, w której uczeń miał sposobność postawienia pytania badawczego i poszukiwania na nie odpowiedzi w oparciu o dociekanie naukowe, a następnie formułowania bardziej ogólnych praw czy definicji obserwowanego zjawiska czy przemian. Ważnym narzędziem pozwalającym na monitorowanie rozwoju kompetencji badawczych ucznia podczas zajęć laboratoryjnych był arkusz obserwacji ucznia, którego analiza umożliwiała ocenę, które kompetencje uczniów były kształtowane najintensywniej podczas danych zajęć oraz jaka forma pracy, konstrukcja karty pracy i ogólny kształt zajęć były optymalne dla ich rozwoju. Każdej z grup badawczych przydzielono opiekuna – studenta z modułu nauczycielskiego, którego rolą było czuwanie nad bezpieczeństwem uczniów podczas prac laboratoryjnych, w razie potrzeby wspieranie uczniów między innymi poprzez zadawanie pytań pomocniczych w problematycznej dla nich sytuacji oraz wnikliwa obserwacja pracy grupy uczniowskiej wraz z wypełnianiem arkusza obserwacji ucznia. Wszyscy uczestnicy badania po każdym zajęciach laboratoryjnych wypowiadali się refleksyjnie na temat obszarów uruchamiania strategii rozwijania kompetencji badawczych, a tym samym wpływali na kolejne modyfikacje zajęć.

Oto fragment jednej z kart pracy ucznia, wykorzystanej na zajęciach w laboratorium chemicznym prowadzonych z zastosowaniem metody IBSE (inquiry based science education), czyli nauczania przez badanie i rozumowanie w naukach przyrodniczych:

Czy majonez jest mieszaniną jednorodną czy niejednorodną? Sprawdzicie jego skład.



Rysunek 3. Skład majonezu.

Zapiszcie pytania, które was zainteresowały.

Korzystając z dostępnych odczynników chemicznych i sprzętu laboratoryjnego, zaprojektujcie i przeprowadźcie doświadczenia, które pozwolą wam odpowiedzieć na wasze pytania. Wyniki swoich badań zaprezentujecie innym grupom.

REZULTATY

Analiza ankiety uczniowskiej (12 sztuk) przeprowadzonej po zajęciach, na których zastosowano kartę pracy zawierającą między innymi powyższe zadanie, wskazuje na:

- najważniejsze aspekty zajęć dla uczniów: możliwość samodzielnego przeprowadzenia doświadczeń (4 osoby), łączenia nauki z zabawą (3 osoby), poznanie czegoś nowego i zdobywanie wiedzy (po 2 osoby) oraz możliwość korzystania z profesjonalnego sprzętu laboratoryjnego, używanie znanych substancji, możliwość nieuczestniczenia w tradycyjnych zajęciach szkolnych, a także kreatywność i wykazywanie się pomysłami – „że samej próbowałam wymyśleć doświadczenia, musiałam być kreatywna”
- najciekawsze aspekty według uczniów: przeprowadzanie eksperymentów chemicznych (7 osób z 12) – „wykonywanie doświadczeń, których nie można robić w domu”, „ciekawe eksperymenty”, „wymyślanie własnych eksperymentów”, „to, że z powszechnie znanych substancji można stworzyć ciekawe doświadczenia”; wymieniano również konkretne doświadczenia, jak „zadanie, gdzie musieliśmy wymyśleć połączenie gazu z inną substancją”, „eksperymenty z użyciem palnika”, „robienie majonezu”
- elementy, które według uczniów można byłoby zmienić: przeprowadzić pokazowe/wybuchowe doświadczenia chemiczne, wydłużyć czas na wykonywanie doświadczeń – 3 uczniów kieruje do opiekunów-studentów prośbę o cierpliwość: „bądźcie cierpliwi przy czekaniu na nasze pomysły”.

Ponadto wszyscy uczniowie zgodnie przyznali, że na warsztatach laboratoryjnych nabyli dużo nowej wiedzy, a według większości, bo 9 ankietowanych, również nowych umiejętności, np.: „jak odróżnić wodę destylowaną od mineralnej i gazowanej”, „bezpiecznego korzystania ze sprzętów”, „myślenia grupowego”, „jak powstaje piana”, „ulepszanie umiejętności mieszania”, „jak prawidłowo ogrzewać, nazywać wszystko dokładnie”.

Krytyczna analiza podjętych działań wskazywała między innymi, iż:

- początkowo więcej trudności w odnalezieniu się w warunkach podejścia konstruktywistycznego wykazywali studenci jako opiekunowie grup uczniowskich, którzy z doświadczenia łączyli proces nauczania i uczenia się z transmisją kulturową, stąd angażowali się w ciągle objaśnianie zadań i zagadnień chemicznych oraz kierowanie zachowaniem i myśleniem uczniów, dopiero z czasem ograniczali swoją rolę do organizowania środowiska uczącego oraz obserwowania uczniów i czuwania nad ich bezpieczeństwem,
- zarówno ze względu na organizację warsztatu pracy, jak i na efektywność w samodzielnym myśleniu uczniów najlepszą formą pracy podczas zajęć laboratoryj-

- nych była praca w grupach 3–4 osobowych – wówczas obserwowano stałe porozumiewanie się i współpracę między uczniami, żywe dyskusje z wymianą zdań i opinii, wysuwanie hipotez, porównywanie wyników, analizowanie działań, szczegółowe obserwowanie oraz wspólne wysuwanie wniosków,
- podsumowujące prezentacje grup były kolejną okazją do wszczęcia dyskusji na temat dociekania naukowego oraz charakteru pracy naukowej i eksperymentalnej, a także do ćwiczeń w swobodnym wypowiedzianiu się przez uczniów oraz analizy własnych błędów,
 - zajęcia prowadzone na zasadzie konkursu między grupami uczniowskimi sprzyjały koncentrowaniu się młodzieży na rywalizacji, a nie na procesie dociekania naukowego, natomiast zajęcia prowadzone blokowo z plenarnym omówieniem procesów badawczych poszczególnych grup owocowały zadowoleniem uczniów z dochodzenia do wiedzy,
 - laboratorium chemiczne jako element środowiska uczącego (*learning environment*) stanowi ważne dla uczniów miejsce, w którym mogą swobodnie się poruszać i porozumiewać zarówno w grupie, jak i między zespołami badawczymi czy z opiekunami, korzystać z wyposażenia laboratoryjnego w celu eksperymentowania i zaspokajania ciekawości oraz samodzielnie organizować sobie czas i przestrzeń na pracę, a także dzielić się nią w zależności od sposobu funkcjonowania grupy jako zespołu współpracującego.

ZAKOŃCZENIE

Zarówno nauczanie wyprzedzające, w tym samodzielne wykonywanie przez uczniów szkół ponadgimnazjalnych eksperymentów, jak i uczestniczenie przez uczniów w warsztatach laboratoryjnych organizowanych z wykorzystaniem naukowej metody dociekania pozwala zauważyć, że:

- otwarte instrukcje bez szczegółowych objaśnień z badawczymi doświadczeniami problemowo-odkrywającymi oraz problemowo-weryfikującymi sprzyjają samodzielności w myśleniu i działaniu uczniów oraz kreatywności – dzięki temu uczniowie wykonują eksperymenty, a nie tylko doświadczenia,
- odpowiednio zredagowana karta pracy ucznia wpływa na rozwijanie poszczególnych kompetencji badawczych, a pytania problemowe stanowią zachętę do stawiania przez uczniów hipotez, do wypowiedziania się oraz ośmielają uczniów do zadawania pytań,
- zmiana roli nauczyciela/opiekuna grupy daje uczniom możliwość samodzielnego myślenia i działania – nauczyciel przestaje być kierownikiem, a staje się tłumaczem, moderatorem – nie tyle *naucza*, co wspomaga. W obu przypadkach rolę nauczyciela jest motywacja, monitorowanie postępów ucznia, organizowanie środowiska uczącego i wspieranie pracy uczniów.

Autorki mają nadzieję, że udało im się odejść od kształtowania „pozornych kompetencji, które stają się szkolną codziennością, wzmacnianą przez swoistą kulturę

ściągania i plagiatu oraz edukacji w kulcie «ready made» (...), gdzie uczeń udaje, że wie, że pracę wykonał samodzielnie” (Klus-Stańska, Nowicka, 2006).

BIBLIOGRAFIA

- Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Bartoszewicz, M., Gulińska, H. (2013). *Nauczanie, uczenie się chemii z wykorzystaniem doświadczeń domowych SSC oraz TI jako kształtowanie badawczego sposobu myślenia*. Kraków: Człowiek Media Edukacja UP.
- Bernard, P., Białas, A., Broś, P., Ellermeijer, T., Kędzierska, E., Krzeczowska, M., Maciejowska, I., Odrowąż, E., Szostak, E. (2013). Podstawy metodologii IBSE. W: I. Maciejowska, E. Odrowąż (red.), *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów – część 1* (s. 9–16). Kraków: Wydział Chemii UJ.
- Bruner, J.S. (1978). *Poza dostarczone informacje*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Czerepaniak-Walczak, M. (2005), Desocjalizacja: w poszukiwaniu nowego dyskursu szkoły i edukacji. *Forum Oświatowe*, 32(1), 5–22.
- Dylak, S. (2000). Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa w kształceniu nauczycieli. W: H. Kwiatkowska, T. Lewowicki, S. Dylak (red.), *Współczesność a kształcenie nauczycieli*. Warszawa: WSP ZNP. Pobrano 10 września, 2017, z <http://www.cen.uni.wroc.pl/teksty/konstrukcja.pdf>
- Dylak, S. (red.). (2011). *Metodyka kształcenia strategią wyprzedzającą*. Poznań: Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej.
- Dylak, S. (red.). (2013). *Strategia kształcenia wyprzedzającego*. Poznań: Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej.
- Gofron, B. (2013). Konstruktywistyczne ujęcie procesu uczenia się. *Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej*, 7, 162–172.
- Gulińska, H., Bartoszewicz, M., Makles, G., Mischke, K. (2011). *Scenariusze zajęć z chemii metodą wyprzedzającą – Kolegium Śniadeckich*. Poznań: Zakład Dydaktyki Chemii.
- Hejnicka-Bezwińska, T. (2008). *Pedagogika ogólna*. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
- Klus-Stańska, D. (2002a). Narracja w badaniu i kształceniu nauczycieli. *Forum Oświatowe*, 26(1), 111–126.
- Klus-Stańska, D. (2002b). *Konstruowanie wiedzy w szkole*. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.
- Klus-Stańska, D. (2010). *Dydaktyka wobec chaosu pojęć i zdarzeń*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie „Żak”.
- Klus-Stańska, D. (2011). O pozorach zmiany w edukacji początkowej. Inspiracje nowej socjologii oświaty, konstruktywizmu psychologicznego i antropologii organizacji. *Kwartalnik Pedagogiczny*, 56(1), 49–71.

- Klus-Stańska, D., Kruk, J. (2009). Tworzenie warunków dla rozwojowej zmiany poznawczej i konstruowania wiedzy przez dziecko. W: D. Klus-Stańska, M. Szczepka-Pustkowska (red.), *Pedagogika wczesnoszkolna – dyskursy, problemy, rozwiązania* (s. 457–504). Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
- Klus-Stańska, D., Nowicka, M. (2006). Nauczyciele na drodze awansu zawodowego – między pozorem a profesjonalizacją. *Problemy wczesnej edukacji*, 3(1), 78.
- Kruszewski, K. (2004). Najpotrzebniejsze zasady dydaktyczne. W: K. Kruszewski (red.), *Sztuka nauczania. Czynności nauczyciela* (s. 254–283). Warszawa: PWN.
- Kuhn, F.J. (1992). Dziecko w drodze ku samodzielności. O wewnętrznej reformie szkoły. W: W. Śliwerska, B. Śliwerski (red.), *Edukacji w wolności* (s. 30–35). Kraków: Impuls.
- Lewin, K. (2010). Badania w działaniu a problemy mniejszości. W: H. Cervinkova, B.D. Gołębiak (red.), *Badania w działaniu. Pedagogika i antropologia zaangażowane* (s. 139–144). Wrocław: Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej.
- Lunenberg, F.C. (1998). Constructivism and Technology: Instructional Designs for Successful Education Reform. *Journal of Instructional Psychology*, 25(2), 75–81.
- Maruszewski, T. (2001). *Psychologia poznania*. Gdańsk: GWP.
- Męczkowska, A. (2003). Wokół problematyki wymagań dydaktycznych nauczycieli. *Forum Oświatowe*, 28(1), 23–40.
- Melosik, Z. (1995). *Postmodernistyczne kontrowersje wokół edukacji*. Toruń–Poznań: Edytor.
- Piaget, J. (1977). *Psychologia i epistemologia*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Piaget, J. (1993). *Psychologia dziecka*. Wrocław: Siedmioróg.
- Pilch, T., Bauman, T. (2001). *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie „Żak”.
- Podstawa programowa kształcenia ogólnego. Załącznik 4. Pobrano 20 września, 2017, z <https://men.gov.pl/zycie-szkoly/ksztalcenie-ogolne/podstawa-programowa/rozporzadzenie-o-podstawie-programowej-w-calosci.html>
- Schaffer, H.R. (1994). Epizody wspólnego zaangażowania jako kontekst rozwoju poznawczego. W: A. Brzezińska, G. Lutomski (red.), *Dziecko w świecie ludzi i przedmiotów* (s. 151–188). Poznań: Zysk i S-ka Wydawnictwo.
- Szyling, G. (2015). Dwa rodzaje oceniania w szkole wyższej. Potrzeba czy komplikacja? W: J. Bolałek (red.), *Dobre zwyczaje akademickie w naukach przyrodniczych* (s. 159–174). Kraków: Libron.
- Śliwerski, B. (1993). *Wyspy oporu edukacyjnego*. Kraków: Impuls.
- Venville, G., Adey, P., Larkin, S., Robertson, A. (2003). Fostering thinking through science in the early years of schooling. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1313–1332.
- Wygotski, L. (1971). *Wybrane prace psychologiczne*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Wygotski, L. (1978). *Narzędzie i znak w rozwoju dziecka*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Wygotski, L. (1989). *Myślenie i mowa*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
Wygotski, L. (2002). *Wybrane prace psychologiczne II: dzieciństwo i dorastanie*. Poznań:
Zysk i S-ka Wydawnictwo.

INDEPENDENT STUDENT THINKING IN RESEARCH AND INNOVATION IN TEACHING CHEMISTRY

ABSTRACT: The article shows the essence of learners' independent research, inquiry and reasoning supported by psychological theories. The case studies described show the implications of constructivist concepts in designing an appropriate supportive learning environment, and in exposing self-thinking learners in the teaching and learning process. The authors present educational experiences of chemistry students. The results of the research indicate that both didactic innovations create space for students to think and act independently, which also develops their research competences, such as forming hypotheses, verifying them, designing and conducting their own research, observing or drawing conclusions.

KEYWORDS: teaching-learning, teaching methodology of chemistry, active learning, inquiry education, cognitive curiosity, constructivism.