Aleksandra Zahorska
Uniwersytet Gdański

Karty pracy na warsztatach laboratoryjnych z chemii: między szansą na myślenie twórcze a jego zaprzepaszczeniem

Abstrakt

Znaczenie eksperymentowania dla rozwoju wiedzy i kompetencji poznawczych ucznia jest wciąż zaniedbywane w szkole. W celu zbadania, jakie metody pracy przyczyniają się do rozwijania wyższych kompetencji myślowych ucznia oraz umiejętności budowania warsztatu badawczego, skupiono się na przedmiocie nauk przyrodniczych, jakim jest chemia.

Przeprowadzono mikrobadania w działaniu w celu przygotowania atrakcyjnych zajęć laboratoryjnych i skonstruowania odpowiednich kart pracy dla uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. Diagnostyka edukacyjna służyła rozpoznaniu, badaniu i opisaniu kompetencji badawczych ucznia, później również ich kształceniu. Diagnoza prowadzona podczas warsztatów laboratoryjnych obejmowała wnikliwe obserwacje, analizę nagrań rozmów uczniów w trakcie pracy oraz wypełnione przez młodzież ankiety. Działania te poszerzono o skonstruowanie arkusza obserwacji ucznia, za pomocą którego można ocenić kształcenie kompetencji badawczych ucznia, a tym samym stopień wdrożenia metody IBSE. Udowodniono, że konstrukcja karty pracy ucznia wpływa na twórcze myślenie oraz aktywność poznawczą młodzieży. Podczas samodzielnego, twórczego działania naukowego uczeń konstruuje nowe osobiste znaczenia. Stosując odpowiednie zapisy w karcie pracy ucznia, można wzmacniać wybrane kompetencje. Doświadczenia skierowane na większą samodzielność i aktywność poznawczą uczniów mogą stać się problemem diagnostycznym dla nauczyciela, gdyż nie ma jednej „poprawnej" ścieżki myślenia naukowego ucznia ani jednego „poprawnego" efektu w takim typie pracy. Znaczenie ma cały proces uczenia się, czyli dociekania naukowego podczas zajęć laboratoryjnych.

Wprowadzenie

Eksperyment naukowy jest niewątpliwym atutem przedmiotów przyrodniczych, w tym chemii. Jak pokazują badania przeprowadzone wśród uczniów szkół gimnazjalnych i licealnych[1], aż 65% badanych uczniów uważa eksperyment za najefektywniejszą metodę nauczania na lekcji chemii. Jednak kluczowe pytanie brzmi: jakie możliwości doświadczenia chemicznego wykorzystywane są na lekcjach chemii? Wyróżnić można kilka ich rodzajów: doświadczenia ilustrujące, badawcze wprowadzające, badawcze problemowo-odkrywające oraz

[1] Badania własne.

badawcze problemowo-weryfikujące[2]. Istotna jest również odpowiedź na pytanie, jakie kompetencje ucznia rozwija dany rodzaj doświadczenia chemicznego.

W polskim systemie edukacji ścierają się dwa typy szkół: transmisyjna i dialogowa[3], z czego nadal pierwszy z nich jest zdecydowanie dominujący. Skłania to do przypuszczenia, że doświadczenie chemiczne głównie odgrywa rolę ilustrującą bądź wprowadzającą, a podczas jego przeprowadzania aktywność uczniów sprowadza się do przeżywania emocjonalnego i estetycznego eksperymentu oraz do obserwacji. Na wnioski uczniowie naprowadzani są przez nauczyciela, czasem nawet do tego stopnia, że podaje on uczniom pierwszą sylabę kluczowego słowa spodziewanego we wnioskach.

Nawet gdy na lekcji doświadczenie przeprowadza uczeń, robi to pod ścisłą kontrolą nauczyciela lub według bardzo szczegółowej instrukcji. Wtedy jego aktywność przejawia się fizycznym wykonywaniem czynności laboratoryjnych, obserwowaniem efektów doświadczenia oraz ponownie wraz z nauczycielem wysnuwaniem wniosków.

Warto zaznaczyć, że aktywność poznawcza „jest sumą aktywności intelektualnej, werbalnej, sensomotorycznej i emocjonalnej […] każda z tych aktywności będzie dostarczać uczniom w trakcie nauki typowych i zarazem silnych wrażeń dla spotykanych rodzajów pamięci, dając w efekcie wiedzę trwalszą od wiedzy zdobywanej w inny sposób”[4].

„[…] uczeń wykonywujący eksperyment laboratoryjny na lekcji, a więc aktywny w sensie behawioralnym, może znajdować się w warunkach edukacji monologowej, jeśli w swoich spostrzeżeniach, działaniach i wnioskach jest kierowany krok po kroku przez nauczyciela”[5]. Tym samym uczeń nie bierze udziału w procesach i czynnościach, które prowadzą do przeprowadzenia doświadczenia tak, jak dzieje się to w odkrywaniu naukowym. Tak więc uczniowie sami nie dostrzegają problemu badawczego, nie podejmują decyzji, w jaki sposób, jakimi narzędziami czy metodami zbadać go, jakich odczynników chemicznych użyć, jak zaprojektować samo badanie, jak zoptymalizować lub zmienić jego warunki, aby móc przeprowadzić obserwacje, przeanalizować je, sformułować wnioski lub proste reguły, które można by było zastosować w praktyce, w rozwiązywaniu podobnych problemów.

Już D. Barnes pisał o zdolności zadawania pytań i formułowania hipotezy przez ucznia, którą szkoła powinna rozwijać[6]. Również w aktualnej podsta-

[2] P. Broś, T. Ellermeijer, E. Kędzierska, M. Krzeczkowska, Konsorcjum ESTABLISH, *Umiejętności ucznia rozwijane podczas nauczania przez dociekanie/ odkrywanie naukowe – podstawy teoretyczne* [w:] *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów.* Część 2, Kraków 2013.

[3] D. Klus-Stańska, *Konstruowanie wiedzy w szkole*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2002, s. 74.

[4] H. Mrowiec, *Utrwalanie wiedzy w kształceniu chemicznym* [w:] A. Burewicz, H. Gulińska, *Dydaktyka chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993, s. 217.

[5] D. Klus-Stańska, *Konstruowanie wiedzy w szkole*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2002, s. 79.

[6] D. Barnes, *Nauczyciel i uczniowie. Od porozumiewania się do kształcenia*, tłum. J. Radzicki, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1988, s. 172.

wie programowej przedmiotu chemia[7] jest mowa o kształtowaniu następujących umiejętności uczniów: o projektowaniu i przeprowadzaniu prostych doświadczeń chemicznych, bezpiecznym posługiwaniu się prostym sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi, o rozumowaniu i zastosowaniu nabytej wiedzy oraz o zdobywaniu wiedzy w sposób badawczy.

Nieczęsto jednak wdraża się nauczanie metodą naukową czy odkrywania przez rozumowanie, gdyż tak powszechne sterowanie aktywnością uczniów pozwala na łatwość diagnozy, czyli na szybką ocenę, czy dana odpowiedź lub czynność była poprawna. A przecież ważniejsze jest to, że uczniowie „potrafią wykorzystywać pojęcia naukowe w swym myśleniu niż wypowiadać «poprawne» słowa"[8].

Metoda badania

Wydział Chemii Uniwersytetu Gdańskiego jest ośrodkiem pozaformalnej edukacji przyrodniczej, którego jednym z wielu celów jest wspieranie kształcenia uczniów i przyjmowanie uczniów szkół gimnazjalnych i licealnych na warsztaty laboratoryjne. W związku z dużym zainteresowaniem szkół postanowiono zorganizować stały cykl warsztatów, w którym szczególny nacisk będzie położony na kształcenie kompetencji naukowych ucznia, w tym umiejętności opisanych celami kształcenia podstawy programowej przedmiotów przyrodniczych. Warsztaty mają być prowadzone metodą IBSE (Inquiry Based Science Education), czyli metodą naukową/badawczą – odkrywanie przez rozumowanie.

W celu odpowiedniego przygotowania atrakcyjnych zajęć laboratoryjnych, w tym konstruowaniu odpowiednich kart pracy, przeprowadzono mikrobadanie w działaniu. Badacz rozumie „badania w działaniu jako formę kolektywnej autorefleksyjnej działalności, którą podejmują uczestnicy sytuacji społecznych w celu rozszerzenia i wzmocnienia racjonalności oraz sprawiedliwości zarówno swych praktyk społecznych i edukacyjnych, jak i rozumienia tych praktyk, ale też sytuacji, w których mają one miejsce"[9]. Przedmiotem badań były działania edukacyjne na rzecz rozwoju grup uczniów ze szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. Mikrobadanie polegało na cyklicznym projektowaniu warsztatów, wdrażaniu ich w pracy z uczniami, monitorowaniu przyrostu wiedzy i umiejętności uczniów, ewaluacji działań edukacyjnych[10] oraz planowaniu zmian, a więc na ponownym projektowaniu warsztatów itd. Najważniejszymi aspektami pierwszego etapu badań, czyli planowaniu działania, było ustalanie tematyki zajęć, formy pracy uczniów, dobieranie doświadczeń chemicznych, testowanie i optymalizowanie ich w laboratorium badawczym, budowanie kart pracy oraz ustalanie ogólnego kształtu zajęć.

[7] http://www.men.gov.pl/images/ksztalcenie_kadra/podstawa/5d.pdf [dostęp: 13.06.2014].

[8] D. Barnes, *Nauczyciel i uczniowie. Od porozumiewania się do kształcenia*, tłum. J. Radzicki, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1988, s. 85

[9] *S. Kemmis, Teoria krytyczna i uczestniczące badania w działaniu* [w:] H. Cervinkova, B.D. Gołębniak, *Badania w działaniu. Pedagogika i antropologia zaangażowane*, Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej, Wrocław 2010.

[10] Ewaluacja jako ocena przydatności i skuteczności podjętych działań [przyp. mój, A.Z.].

Pierwotnie diagnostyka edukacyjna skupiona została na rozpoznaniu, badaniu i opisaniu kompetencji badawczych ucznia, później również na ich kształceniu. Początkowo diagnoza prowadzona podczas warsztatów laboratoryjnych obejmowała wnikliwe obserwacje studentów – opiekunów grup uczniowskich i prowadzącego zajęcia, analizę nagrań rozmów uczniów w trakcie pracy oraz wypełnione przez młodzież ankiety. Następnie poszerzono te działania o skonstruowanie arkusza obserwacji ucznia. Arkusz ten był wypełniany w trakcie warsztatów przez uczestniczących w nich studentów.

Arkusz obserwacji stał się ważnym narzędziem w diagnozie kształcenia kompetencji badawczych ucznia podczas zajęć laboratoryjnych. Złożony jest on z tabeli, w której do wymienionych kompetencji badawczych (takich jak: zadawanie pytań badawczych, projektowanie i prowadzenie badań, praca w zespole i dyskutowanie, prowadzenie notatek i prezentacja) przypisane zostały konkretne czynności wykonywane przez ucznia:

- zadawanie pytań badawczych: precyzowanie problemu badawczego, stawianie hipotez;
- projektowanie i prowadzenie badań: pozyskiwanie informacji, planowanie czynności, dobieranie właściwych narzędzi, wykonywanie prostych czynności laboratoryjnych, prowadzenie, analizowanie i interpretowanie obserwacji, krytyczna analiza wyników, formułowanie prostych reguł czy ocenianie teorii (skrupulatne wypełnienie arkusza obserwacji dla poszczególnych uczniów wskazuje na stopień kształcenia kompetencji badawczych ucznia);
- praca w zespole i dyskutowanie: współpraca, zaangażowanie w grupową dyskusję, używanie logicznych argumentów, wyciąganie wniosków z dyskusji;
- prowadzenie notatek: dokumentowanie działań i odkryć, systematyczne i uporządkowane gromadzenie danych;
- prezentacja: prezentowanie pracy na forum, objaśnianie, wzajemne słuchanie.

Podczas wykonywania przez ucznia pracy opiekunowie – studenci na bieżąco zaznaczali w arkuszu obserwacji czynności podejmowane przez ucznia. Analizując wyniki z arkuszy, można było ocenić, które kompetencje były kształtowane najintensywniej, co korelowało z odpowiednimi zapisami w karcie pracy ucznia. W ten sposób, używając konkretnych zapisów w karcie pracy, można położyć nacisk na doskonalenie konkretnych kompetencji ucznia.

Opis

Przygotowania stałej oferty warsztatów laboratoryjnych rozpoczęły się w roku akademickim 2013/2014 i polegały na testowaniu skonstruowanych kart pracy podczas zajęć w laboratorium dla zaproszonych grup uczniów. Ze względu na przepisy BHP grupy te liczyły od 12 do 16 osób. Łącznie w badaniu udział wzięło 6 grup.

Chcąc wyjść naprzeciw oczekiwaniom nauczycieli i potrzebom uczniów, pierwsze karty pracy tworzone były pod kątem przeprowadzenia zalecanych w podstawie programowej doświadczeń chemicznych. Zawierały one wprowadzenie

teoretyczne oraz dość szczegółowe instrukcje. Uczniowie w parach mieli za zadanie przeprowadzić doświadczenie zgodnie z zaleceniami oraz wypełnić odpowiednio przygotowane punkty odnoszące się do obserwacji i wniosków.

Przykład 1

Kwas mrówkowy (kwas metanowy) – wzór sumaryczny: HCOOH – najprostszy i najmocniejszy *kwas karboksylowy. Jest bezbarwną cieczą o ostrej woni, żrącą, lotną. Miesza się z wodą bez ograniczeń. Występuje w wydzielinach niektórych owadów (np. pszczół, mrówek) i w roślinach (np. pokrzywach). Stosuje się go jako środek dezynfekcyjny, konserwujący (symbol: E236), a także lek przeciwreumatyczny*.

Badanie właściwości kwasu mrówkowego

1. Przygotowanie:

Sprawdź, czy na stoliku znajdują się:

OdczynnikiI
- kwas mrówkowy
- stały octan sodu lub wapnia (CH_3COONa lub $(CH_3COO)_2Ca$)
- wodny roztwór kwasu mrówkowego
- woda destylowana

Sprzęt i szkło laboratoryjne
- probówka
- papierek wskaźnikowy
- parowniczka
- łyżeczka
- pipeta

2. Wykonanie:

Zbadaj właściwości fizyczne kwasu mrówkowego – wygląd, zapach (OSTROŻNIE!), rozpuszczalność w wodzie i odczyn roztworu wodnego.

Do parownicy wsyp niewielką ilość stałego CH_3COONa lub $(CH_3COO)_2Ca$ i zbadaj jego zapach.

Następnie do parownicy dodaj kilka kropli wodnego roztworu HCOOH.

Przedstaw schemat doświadczenia:

Obserwacje:

Wygląd: ……..……..……..…

Zapach: ……..……..……..……

Rozpuszczalność w wodzie: ……..……

Odczyn roztworu: ……..……..……

Zapach: ……

Wnioski: ……..

Mimo tego, że 100% uczniów wyraziło chęć ponownego udziału w tego typu warsztatach, a 95% badanych ankietą uczniów było zadowolonych ze sposobów nauczania, to aż 57% ankietowanych zasygnalizowało brak nabycia nowej wiedzy, a 24% – brak nabycia nowych umiejętności podczas zajęć.

Dyskusja między prowadzącymi na temat pracy uczniów na warsztatach laboratoryjnych zaowocowała kolejnymi wnioskami: uczniowie byli aktywni, ale nie zadawali pytań badawczych, nie stawiali hipotez i nie weryfikowali ich, nie planowali czynności i nie dobierali sami narzędzi. Zapisane w kartach pracy obserwacje i wnioski były wyuczone na pamięć z podręcznika szkolnego – wystąpiły nawet sytuacje, gdzie obserwacje zapisane były „poprawnie", choć nie udało się uczniom przeprowadzić doświadczenia tak, aby były widoczne oczekiwane

efekty. Tego typu zajęcia przydatne były jedynie w utrwaleniu pamięciowej wiedzy szkolnej uczniów i w obyciu się z prostymi czynnościami laboratoryjnymi.

Powyższe wnioski skłoniły do natychmiastowego zaplanowania i podjęcia nowych działań. Były nimi: skonstruowanie karty pracy z doświadczeniami badawczymi problemowo-odkrywającymi oraz problemowo-weryfikującymi do wykonania, podzielenie uczniów na 4-osobowe grupy, stymulowanie dyskusji i stawiania pytań (*Co Cię zaciekawiło?*) oraz logicznego argumentowania (*Co można wywnioskować? – Dlaczego tak sądzisz?*).

Przykład 2

Problem 1	**Problem 2**
Na stanowisku przygotowane są: • fenoloftaleina, • oranż metylowy, • papierki uniwersalne, • wywar z czerwonej kapusty. Nimi możemy sprawdzić, jaki odczyn ma dany roztwór. Zbadaj, jak zmienia się ich barwa pod wpływem kwasu, zasady i wody destylowanej.	Na stanowisku znajdują się: • balsam do ciała, • sól kuchenna, • sok jabłkowy, • mydło • coca-cola. Zbadaj, jaki odczyn mają te substancje: kwasowy, zasadowy czy obojętny.

Stopień wdrożenia metody IBSE sprawdzono przygotowanym do tego arkuszem obserwacji ucznia na zajęciach warsztatowych. Praca i zaangażowanie uczniów miały charakter pracy naukowej, lecz analiza wypełnionych arkuszy obserwacji wskazywała na to, że część kompetencji badawczych nadal była kształtowana w stopniu niewielkim.

Kolejne zajęcia przygotowywano tak, by wzmacniać kompetencje takie jak: wyjaśnianie, co było badane, porównywanie wyników, ich krytyczna analiza, poszukiwanie alternatywnych rozwiązań problemu czy zbieranie informacji z *różnych źródeł*. Karty pracy oraz zajęcia były tak zorganizowane, by po każdym rozwiązanym i przedyskutowanym przez grupy uczniów problemie możliwa była prezentacja działań grupy i wyników doświadczeń oraz dyskusja na forum między grupami.

Przykład 3

Jak myślicie, co się stanie, gdy wrzucicie kawałek wstążki magnezu (Mg) do kwasu chlorowodorowego (HCl)?
Sprawdźcie swoje przypuszczenia i wykonajcie Doświadczenie II.

Bardzo istotnym aspektem odkrywania przez rozumowanie są przypuszczenia uczniów, dyskusje, samodzielne dobieranie szkła laboratoryjnego czy zmienianie badanych parametrów. Ważne z punktu nauczyciela jest przyzwolenie na popełnianie błędów przez podopiecznych i tłumaczenie im, że jest to również element pracy naukowej.

Ponadto doświadczenia skierowane na większą samodzielność i aktywność poznawczą uczniów mogą stanowić problem diagnostyczny dla nauczyciela, gdyż nie ma jednej „poprawnej" ścieżki myślenia naukowego ucznia ani

jednego „poprawnego" efektu w takim typie pracy. Znaczenie ma cały proces projektowania i prowadzenia badań, obserwacji, analizy danych oraz wysnuwania wniosków i formułowania reguł. Może się okazać, że ucznia w trakcie wykonywania doświadczenia zaintryguje poboczny aspekt czy zjawisko, którym się zajmie, a jego proces rozumowania i działania naukowego będzie tak samo cenny. Dla nas, nauczycieli, ważny jest sam proces uczenia się, tworzenie korzystnych do niego warunków, czuwanie nad jego przebiegiem, a nie dążenie do „poprawnej" odpowiedzi. Poniższy przykład polecenia z karty pracy ucznia pozwala mu na bazowanie na własnej wiedzy i doświadczeniu oraz na dokonywanie zabiegów twórczych, podczas których konstruuje nowe osobiste znaczenia.

Przykład 4

Zaprojektuj 3 doświadczenia z dostępnych odczynników, z których otrzymasz po jednym produkcie (po jednej soli):

- węglan miedzi(II) (CuCO3),
- chlorek srebra (AgCl),
- jodek ołowiu (PbI2).

Wnioski

Z mikrobadań prowadzonych na potrzeby stworzenia odpowiedniej oferty zajęć laboratoryjnych dla uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych można wysnuć kilka ważnych wniosków:

- Powszechne sterowanie aktywnością uczniów pozwala na łatwość diagnozy, czyli na szybką ocenę, czy dana odpowiedź lub czynność była poprawna.
- Konstrukcja karty pracy ucznia wpływa na twórcze myślenie oraz aktywność poznawczą młodzieży.
- Uczeń wykonujący eksperyment laboratoryjny, a więc aktywny w sensie behawioralnym, może nie przejawiać aktywności poznawczej.
- Dany rodzaj doświadczenia chemicznego wpływa na odpowiedni rodzaj aktywności ucznia.
- Dociekanie naukowe/ odkrywanie przez rozumowanie jest efektywną i skuteczną metodą nauczania na zajęciach z przedmiotów przyrodniczych.
- Uczeń konstruuje nowe osobiste znaczenia podczas samodzielnego, twórczego działania naukowego.
- Nauczanie metodą IBSE wymaga kształtowanie kompetencji badawczych uczniów.
- Na kompetencje badawcze uczniów składają się: zadawanie pytań badawczych, projektowanie i prowadzenie badań, praca w zespole i dyskutowanie, prowadzenie notatek i prezentacja.
- Diagnoza prowadzona podczas warsztatów laboratoryjnych obejmowała wnikliwe obserwacje, analizę nagrań rozmów uczniów w trakcie pracy oraz wypełnione przez młodzież ankiety, działania te poszerzono o skonstruowanie arkusza obserwacji ucznia.
- Arkusz obserwacji stał się ważnym narzędziem w diagnozie kształcenia kompetencji badawczych ucznia podczas zajęć laboratoryjnych; do wymienionych w nim kompetencji badawczych przypisane zostały konkretne czynności wykonywane przez ucznia.

- Stopień wdrożenia metody IBSE sprawdzono przygotowanym do tego arkuszem obserwacji ucznia.
- Analizując wyniki z arkuszy, można było ocenić, które kompetencje były kształtowane najintensywniej, co korelowało z odpowiednimi zapisami w karcie pracy ucznia – dzięki temu można było wzmacniać wybrane przez prowadzącego kompetencje uczniów.
- Używając konkretnych zapisów w karcie pracy, można położyć nacisk na doskonalenie konkretnych kompetencji ucznia, np. zapis: *Co można wywnioskować? – Dlaczego tak sądzisz?* powoduje wyciąganie wniosków przez ucznia oraz używanie logicznych argumentów, zapis: *Co Cię zaciekawiło?* – powoduje stymulowanie dyskusji i stawianie pytań.
- Zbyt szczegółowe instrukcje w karcie pracy doskonalą jedynie prowadzenie prostych czynności laboratoryjnych, a uczniowie nie dostrzegają problemu badawczego, nie podejmują decyzji, w jaki sposób, jakimi narzędziami czy metodami go zbadać.
- Konstruowanie kart pracy opartych na doświadczeniach zalecanych w podstawie programowej przedmiotu chemia skutkuje brakiem nabycia nowej wiedzy i nowych umiejętności podczas zajęć, gdyż uczniowie znają je „na pamięć" z podręcznika szkolnego.
- Konstruowanie kart pracy z doświadczeniami badawczymi problemowo-odkrywającymi oraz problemowo-weryfikującymi do wykonania oraz podzielenie uczniów na 4-osobowe grupy pozwalały na skuteczne kształcenie większości kompetencji badawczych uczniów.
- Doświadczenia skierowane na większą samodzielność i aktywność poznawczą uczniów mogą stać się problemem diagnostycznym dla nauczyciela, gdyż nie ma jednej „poprawnej" ścieżki myślenia naukowego ucznia ani jednego „poprawnego" efektu w takim typie pracy – znaczenie ma cały proces projektowania i prowadzenia badań, obserwacji, analizy danych oraz wysnuwania wniosków i formułowania reguł.
- Ważny jest sam proces uczenia się, tworzenie korzystnych do niego warunków, czuwanie nad jego przebiegiem, a nie dążenie do „poprawnej" odpowiedzi.

Podsumowanie

W szkole „od uczniów oczekuje się, że będą odbierać wiedzę jako coś statycznego i zamkniętego; nie są oni twórcami świata, lecz odbiorcami świata. Ich zadanie polega na zapamiętaniu otrzymanej wiedzy i na opanowaniu standardowych umiejętności; nie oczekuje się od nich uczestniczenia w tworzeniu wiedzy, ani wymyślania metod dla siebie samych"[11]. Dlatego tak ważnym aspektem w konstruowaniu kart pracy na warsztaty laboratoryjne jest, by dać uczniowi możliwość swobody i myślenia twórczego, które są niezbędne do aktywnego konstruowania wiedzy osobistej ucznia. W końcu „najlepiej i najdłużej pamiętamy to, do czego doszliśmy własnym wysiłkiem"[12].

[11] D. Barnes, *Nauczyciel i uczniowie. Od porozumiewania się do kształcenia,* tłum. J. Radzicki, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1988, s. 198.

[12] H. Mrowiec, *Utrwalanie wiedzy w kształceniu chemicznym* [w:] A. Burewicz, H. Gulińska, *Dydaktyka chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993, s. 217.

Bibliografia

1. Klus-Stańska D., *Konstruowanie wiedzy w szkole*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2002.
2. Barnes D., *Nauczyciel i uczniowie. Od porozumiewania się do kształcenia*, tłum. J. Radzicki, , Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 1988.
3. Mrowiec H., *Utrwalanie wiedzy w kształceniu chemicznym* [w:] Burewicz A., Gulińska, H. *Dydaktyka chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1993.
4. Broś P., Ellermeijer T., Kędzierska E., Krzeczkowska M., Konsorcjum ESTABLISH, *Umiejętności ucznia rozwijane podczas nauczania przez dociekanie/ odkrywanie naukowe – podstawy teoretyczne* [w:] *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów*. Część 2, Kraków 2013.
5. Kemmis S., *Teoria krytyczna i uczestniczące badania w działaniu* [w:] Cervinkova H., Gołębniak B.D., *Badania w działaniu. Pedagogika i antropologia zaangażowane*, Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej, Wrocław 2010.
6. http://www.men.gov.pl/images/ksztalcenie_kadra/podstawa/5d.pdf [dostęp: 13.06.2014].