

Zyła Sendecka

Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole podstawowej

- ✓ Jak uczyć chemii przez eksperyment
- ✓ Odmiany doświadczeń uczniowskich
- ✓ Przykłady obserwacji chemicznych



Recenzja

dr Danuta Kitowska

Analiza merytoryczna

dr Joanna Borgensztajn

Redakcja językowa i korekta

Karolina Dzimira-Zarzycka

Projekt graficzny, projekt okładki

Wojciech Romerowicz, ORE

Skład i redakcja techniczna

Grzegorz Dębiński

Projekt motywu graficznego „Szkoly ćwiczeń”

Aneta Witecka

ISBN 978-83-65967-46-6 (Zestawy materiałów dla nauczycieli szkół ćwiczeń – przyroda)

ISBN 978-83-65967-57-2 (Zestaw 3: Aktywność badawcza uczniów w edukacji przyrodniczej w klasach IV–VIII szkoły podstawowej)

ISBN 978-83-65967-59-6 (Zeszyt 2: Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole podstawowej)

Warszawa 2017

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

www.ore.edu.pl

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach wolnej licencji Creative Commons – Użycie niekomercyjne 3.0 Polska (CC-BY-NC).

Spis treści

Wstęp	3
Jak uczyć chemii przez eksperyment?	4
Środki dydaktyczne na lekcjach chemii	6
Obserwacje i ich funkcje dydaktyczne	7
Odmiany doświadczeń uczniowskich	8
Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole podstawowej	10
Przykłady obserwacji chemicznych	21
Przykłady eksperymentów (doświadczeń) chemicznych	24
Bibliografia	27
Spis ilustracji	27



Wstęp

W podstawie programowej kształcenia ogólnego w szkole podstawowej bardzo wyraźnie zaznaczono, że chemia „jest przedmiotem eksperymentalnym, duży nacisk położony jest na umiejętności związane z projektowaniem i przeprowadzaniem doświadczeń chemicznych. Interpretacja wyników doświadczenia i formułowanie wniosków na podstawie przeprowadzonych obserwacji ma służyć wykorzystaniu zdobytej wiedzy do identyfikowania i rozwiązywania problemów” (Podstawa..., 2017: 10).

Eksperyment chemiczny spełnia więc w edukacji chemicznej kluczową rolę, gdyż „umożliwia on rozwijanie aktywności uczniów i kształtowanie samodzielności w działaniu. Dzięki samodzielnemu wykonywaniu doświadczeń lub ich aktywnej obserwacji uczniowie poznają metody badawcze oraz sposoby opisu i prezentacji wyników” (Podstawa..., 2017: 17). Dlatego też autorzy dokumentu zalecają nauczycielom wygospodarowanie czasu na przeprowadzanie doświadczeń chemicznych w ramach zajęć.

W dokumencie położono również nacisk na opanowanie umiejętności praktycznych. Uczeń szkoły podstawowej na lekcjach chemii:

- „1. bezpiecznie posługuje się prostym sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi;
- 2. projektuje i przeprowadza proste doświadczenia chemiczne;
- 3. rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
- 4. przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy” (Podstawa..., 2017: 10).

Niniejszy zestaw materiałów dotyczy kwestii aktywności badawczej uczniów szkoły podstawowej. Poszczególne zeszyty zawierają doświadczenia, obserwacje czy ćwiczenia, które mogą stać się interesującym elementem zajęć przedmiotowych. Praktyczne wskazówki dydaktyczne opatrzone zostały komentarzem metodycznym. Każdy zeszyt poświęcony jest innej dziedzinie nauk przyrodniczych:

- Zeszyt 1 – edukacja biologiczna;
- Zeszyt 2 – edukacja chemiczna;
- Zeszyt 3 – edukacja fizyczna;
- Zeszyt 4 – edukacja geograficzna.



Jak uczyć chemii przez eksperyment?

Lekcje chemii nie powinny ograniczać się jedynie do przekazywania wiedzy teoretycznej. Nauczyciel ma za zadanie rozwijać również umiejętności praktyczne ucznia, w ten sposób go aktywizując oraz zwiększając jego zainteresowanie przedmiotem. Nieodzownym narzędziem stają się w związku z tym odpowiednie środki dydaktyczne.

W toku edukacji chemicznej bardzo istotne jest korzystanie nie tylko z materiałów wizualnych, lecz także ze środków dydaktycznych typu laboratoryjnego (np. aparatury, odczynników chemicznych). W ten sposób uaktywnionych zostaje więcej zmysłów, a uczeń może być skuteczniej zaktywizowany. „W procesie kształcenia chemicznego uczniowie odbierają informacje głównie przez receptory wzroku i słuchu; duże znaczenie mają też inne zmysły: dotyk i węch. Istotne są także receptory kontrolujące koordynację ruchów motorycznych, głównie w kształceniu umiejętności praktycznych” (Burewicz i in., 2008: 12).



„Istotną funkcję w nauczaniu chemii jako przedmiotu przyrodniczego pełni eksperyment chemiczny. [...] Aby edukacja w zakresie chemii była możliwie najbardziej skuteczna, zajęcia powinny być prowadzone w niezbyt licznych grupach (podział na grupy) w salach wyposażonych w niezbędne sprzęty i odczynniki chemiczne” – stwierdzają wyraźnie autorzy podstawy programowej (Podstawa..., 2017: 17). Niezbędna do prowadzenia przez nauczyciela ciekawych i bezpiecznych zajęć chemicznych jest więc odpowiednio wyposażona szkolna pracownia.



Autorzy opracowania dotyczącego metodyki eksperymentu chemicznego podkreślają, że najlepsze warunki edukacyjne zostają osiągnięte, „gdy eksperyment laboratoryjny stawia uczniów w sytuacji problemowej. Podczas pokazu eksperymentu chemicznego przez nauczyciela nie ma samodzielnego i bezpośredniego uczestnictwa ucznia w procesie badawczym. Dlatego dąży się do zwracania większej uwagi na czynniki, które aktywnie oddziałują na uczniów. W procesie dydaktycznym stwarza się więc takie warunki, aby podczas pokazu nauczycielskiego uwagę uczniów skupić na tej części aparatury, która ma decydujący wpływ na przebieg reakcji chemicznej, a także ma stworzyć sytuację problemową dla potwierdzenia lub odrzucenia, w dalszym etapie badań, sformułowanych wcześniej hipotez” (Burewicz i in., 2008: 12).

Uczniowie przeprowadzający (lub obserwujący) eksperyment muszą znać cel badawczy podejmowanych działań oraz rozumieć cały proces. Aby uczeń wykonał doświadczenie w sposób poprawny, nauczyciel powinien przedstawić i omówić listę poszczególnych czynności podejmowanych podczas ćwiczenia.

Potrzebne informacje powinna zawierać kompletna instrukcja doświadczenia chemicznego, uwzględniająca:

- tytuł eksperymentu;
- odczynniki;
- sprzęt;
- dokładną instrukcję wykonania eksperymentu;
- schemat aparatury chemicznej;
- wnioski;
- spostrzeżenia (Burewicz i in., 2008: 13).

Przygotowana w ten sposób karta pracy (Rys. 1) pozwoli uczniom zaangażować się w ćwiczenie i lepiej zrozumieć przeprowadzany eksperyment. Powinna zawierać zarówno szczegółowe instrukcje i polecenia, jak i zadania pisemne. Uczniowie wypełniają puste rubryki po wykonaniu doświadczenia, porządkując swoją wiedzę i podsumowując podjęte działania. Nauczyciel dzięki wypełnionym kartom pracy może natomiast ocenić, w jakim stopniu uczniowie zrozumieli cały proces i związane z nim informacje oraz na co warto jeszcze zwrócić uwagę.



Tytuł eksperymentu:	
Odczynniki:	Sprzęt:
Dokładna instrukcja wykonania eksperymentu:	
Schemat aparatury chemicznej:	
Wnioski:	
Spostrzeżenia:	

Rys. 1. Schemat podstawowej instrukcji eksperymentu chemicznego (na podst.: Burewicz i in., 2008: 13).

Środki dydaktyczne na lekcjach chemii

Środki dydaktyczne mogą znacznie usprawnić proces nauczania oraz uczenia się podczas zajęć chemicznych. Kluczową rolę odgrywają środki dydaktyczne typu laboratoryjnego, jednak bardzo cenne są także inne pomoce, które aktywizują uczniów i wpływają pozytywnie na twórcze działanie.

Materiały wizualne pozwalają w czytelny i prosty sposób przedstawić np. teorie i prawa chemiczne, dzięki czemu uczeń może je szybciej zrozumieć i przyswoić. Za ich pomocą można



również zilustrować obiekty niemożliwe do zaobserwowania na lekcji w inny sposób (np. atomy) oraz trudne do zrozumienia pojęcia abstrakcyjne. Mogą być to modele lub plansze, a także m.in. filmy i programy komputerowe.

Poprzez właściwie dobrane środki dydaktyczne nauczyciel jest w stanie uatrakcyjnić proces edukacji chemicznej oraz sprawić, by prezentowane treści były dla uczniów bardziej zrozumiałe. Warto jednak pamiętać, że najistotniejsze pozostaje odpowiednie wykorzystanie materiałów. Nawet najbardziej efektowne środki nie staną się efektywne, jeśli nie zostaną umiejętnie wkomponowane w proces dydaktyczny.



Obserwacje i ich funkcje dydaktyczne

Obserwacja naukowa „jest najbardziej elementarnym rodzajem doświadczenia, prowadząc tylko do stwierdzeń naukowych na poziomie opisu i klasyfikacji. Obserwacja to zamierzone, planowe spostrzeganie prowadzone w konkretnym celu” (Burewicz i in., 2008: 14). Musi być to również czynność powtarzalna oraz niezależna od obserwatora. Osoba prowadząca obserwację może stosować różne techniki badań, ale nie powinna w żaden sposób ingerować w dane zjawisko.



Zasady przeprowadzania obserwacji naukowej powinny być przestrzegane również podczas ćwiczeń na lekcjach chemii. Uczniowie mogą wówczas zaobserwować i poznać podstawowe właściwości fizyczne różnych substancji, np.

- stan skupienia;
- barwę;
- rozpuszczalność w wodzie;
- przewodnictwo elektryczne;
- zapach;
- twardość.

Dzięki obserwacji uczeń zdobywa wymaganą wiedzę dotyczącą wybranych zjawisk i procesów czy cech substancji. Praktyczne ćwiczenie pozwala mu samodzielnie dostrzec pewne właściwości oraz lepiej zapamiętać nowe informacje

Obserwacja z pomiarem „jest formą doświadczeń chemicznych, dających pełniejsze i bardziej wiarygodne wyniki. Obserwacja z pomiarem polega na przyporządkowaniu danej wielkości pewnej liczby zwanej wartością tej wielkości. Porównania wartości mierzonej z wielkością (uznaną na mocy konwencji za jednostkę) dokonuje się za pomocą sprzętu pomiarowego” (Burewicz i in., 2008: 14). Wyniki prowadzonej obserwacji mogą zostać przedstawione w formie graficznej (np. na wykresie) lub w tabeli, co pozwala na ich uogólnienie oraz zaprezentowanie w klarowny sposób.

W praktyce dydaktycznej na zajęciach chemicznych ten typ obserwacji nazywany jest doświadczeniem ilościowym. Do tej kategorii należą wszystkie doświadczenia chemiczne, których wynikiem jest wykonany pomiar (np. masy lub objętości). Za ich pomocą można m.in. wyznaczać zawartość poszczególnych pierwiastków w badanej substancji.

Odmiany doświadczeń uczniowskich

W toku nauczania na lekcjach chemii stosuje się pewne odmiany eksperymentów uczniowskich.

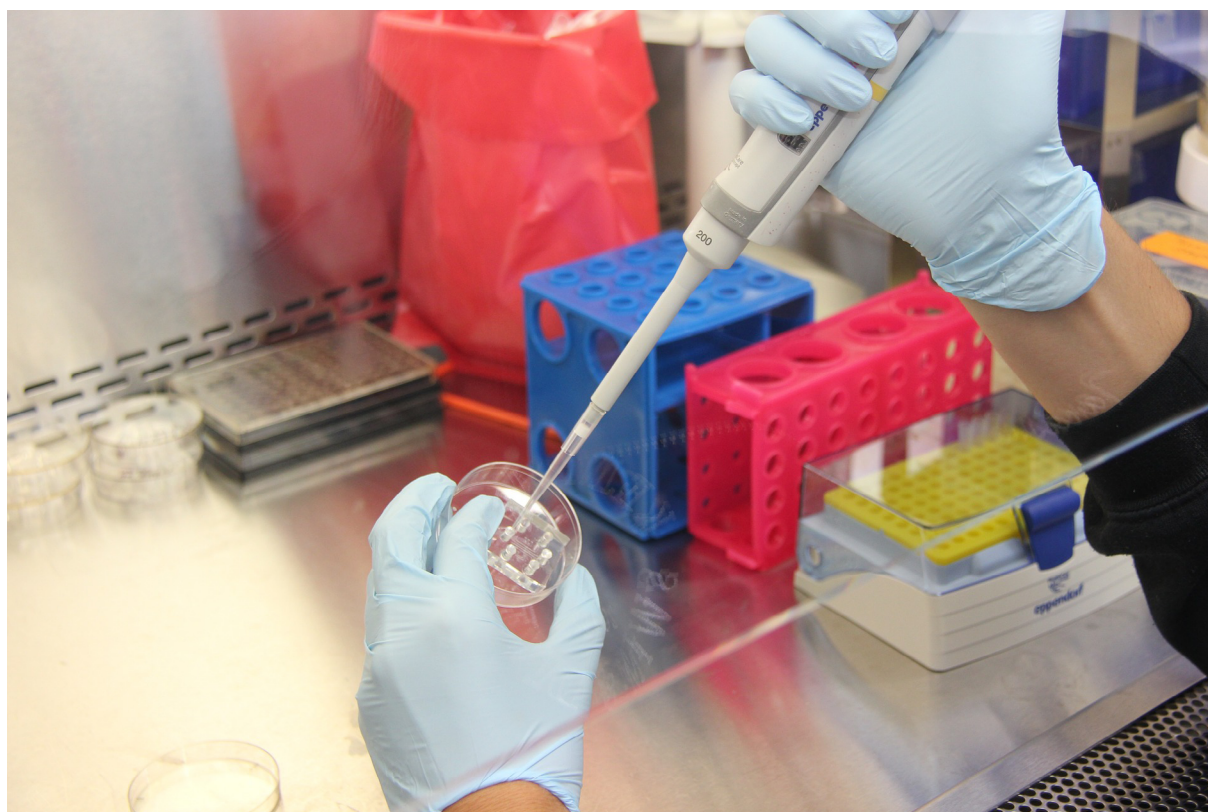
1. Doświadczenia uczniowskie „równym frontem”. Pod kierunkiem nauczyciela uczniowie (lub grupy) wykonują równocześnie identyczne eksperymenty. Zastosowanie tej odmiany wymaga wyposażenia każdego stołu laboratoryjnego w kompletny zestaw sprzętu oraz odczynników. Uczniowie przeprowadzają doświadczenia w oparciu o instrukcję (słowną, pisemną lub graficzną), która zawiera m.in. opis przyrządów i kolejność poszczególnych czynności. Zadanie opiera się na samodzielnej pracy ucznia, który wykonuje eksperyment, opisuje go, ustala wynik i formułuje wnioski. Eksperyment może zostać zaprojektowany zarówno przez nauczyciela, jak i przez chętnych uczniów. Warto również wykorzystać doświadczenia zaproponowane w odpowiednich materiałach dydaktycznych (np. w podręczniku) lub zaprezentowane w filmie edukacyjnym czy programie komputerowym.



2. Doświadczenia zespołowo-problemowe (weryfikacyjne). Uczniowie przeprowadzają podobne eksperymenty, wykorzystując różne substraty i/lub odmienny sprzęt. Celem doświadczenia jest weryfikacja postawionej wcześniej hipotezy, opierającej się na dotychczasowej wiedzy uczniów.
3. Doświadczenia wiązane. Uczniowie wykorzystują otrzymany w pierwszym eksperymencie produkt jako substrat drugiego doświadczenia. Uzyskany w ten sposób produkt zostaje z kolei użyty jako substrat w trzecim eksperymencie itd. Celem doświadczenia tego typu jest wszechstronne zbadanie danej substancji. Pozwala to na „gromadzenie wielu wniosków doświadczalnych, co prowadzi do dogłębnego zrozumienia podstawowych praw i przemian chemicznych oraz fizycznych, a także właściwości substancji” (Burewicz i in., 2008: 18).

Funkcje eksperymentu

Przeprowadzenie doświadczenia chemicznego może prowadzić do rozwiązania określonego zadania problemowego. Eksperyment pełni wówczas różne funkcje, zależne od jego roli w procesie poznawczym.



1. Funkcja motywacyjna eksperymentu. Analiza wyników doświadczenia prowadzi do sformułowania nowego opisu badanego zjawiska oraz nowej wiedzy. Odkryta w ten sposób sprzeczność zawiera istotę problemu, który dzięki przeprowadzonemu eksperymentowi może zostać nazwany i sprecyzowany (np. jako pytanie badawcze). Po zdefiniowaniu hipotezy następuje faza poszukiwania sposobu jej weryfikacji.



2. Funkcja odkrywczą eksperymentu. Wiele doświadczeń przeprowadzanych podczas zajęć chemicznych dotyczy ustalania właściwości wskazanej substancji. Wykonuje się je z zastosowaniem różnych metod (np. badań elektrochemicznych czy spektralnych), jednak eksperyment jest zawsze pierwszą i najważniejszą fazą procesu poznawczego. Kolejne etapy to:
- zbieranie danych i ich klasyfikacja (będąca wynikiem przeprowadzonego doświadczenia);
 - analiza pozyskanych danych;
 - próba uogólnienia danych;
 - określenie właściwości badanej substancji;
 - eksperymentalna weryfikacja zaproponowanych uogólnień (Burewicz i in., 2008: 19).
3. Funkcja sprawdzająca eksperymentu. Analiza logiczna pozwala na sformułowanie hipotezy teoretycznej, która zostaje zweryfikowana przez przeprowadzenie odpowiedniego eksperymentu. Doświadczenie chemiczne pełni więc funkcję sprawdzającą wobec hipotezy wysuniętej na drodze dedukcji, w wyniku symulacji stworzonej na podstawie modelu.

Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole podstawowej

Założenie, że osobiste zaangażowanie ucznia w zdobywanie wiedzy daje lepsze rezultaty niż przeczytanie przez niego kilku stron w podręczniku, jest powszechnie akceptowane, jednak rzadko bierze się je pod uwagę w praktyce dydaktycznej.





Metody, które mają za zadanie „zarazić” uczniów chęcią zdobywania wiedzy na lekcjach chemii, to:

- eksperyment (doświadczenie) prowadzony zgodnie z metodą naukową;
- obserwacja prowadzona zgodnie z metodą naukową.

Eksperyment (doświadczenie) to działanie, w trakcie którego uczeń-badacz wprowadza zaplanowaną zmianę jednego czynnika (zmienna niezależna) i bada, jakie ta zmiana przynosi rezultaty. Równocześnie pilnuje, by inne czynniki pozostały niezmienione (zmienne kontrolne).

Obserwacja to zaplanowane gromadzenie faktów prowadzone bez jakiegokolwiek ingerencji w badane zjawisko. Nie występuje tutaj zmienna niezależna, ponieważ nic nie zmieniamy w danym procesie.

Obie metody są realizowane zgodnie z metodą naukową, która ma następujące stałe punkty:

1. Sformułowanie pytania badawczego (eksperyment) lub celu (obserwacja). Taki sposób rozpoczęcia eksperymentu lub obserwacji pozwala od samego początku ukierunkować myśli i działania na badany problem.

Pytanie badawcze	Cel obserwacji
Jaki wpływ na strukturę białka ma temperatura?	Ustalenie, jak zmienia się barwa wskaźnika w roztworach zasadowych, kwasowych i obojętnych.

2. Warto zwrócić uwagę na to, by pytania badawcze nie miały formy zamkniętej i nie sugerowały odpowiedzi. Na niepoprawnie sformułowane pytanie po przeprowadzeniu doświadczenia można odpowiedzieć jedynie „tak” lub „nie”.

Niepoprawnie sformułowane pytanie badawcze
Czy temperatura wpływa na strukturę białka?
Czy metale różnią się aktywnością chemiczną?
Czy substancja może przejść bezpośrednio ze stanu stałego w stan gazowy i odwrotnie?
Czy łyżeczka może stopić się w gorącej wodzie?
Czy możliwe jest wyczyszczenie papierem ściernym broszki o skomplikowanym kształcie?

3. Uświadomienie uczniom, że badanie naukowe nie jest przypadkowym dodawaniem lub przelewaniem jednej substancji do drugiej, lecz zaplanowanym działaniem.



4. Postawienie hipotezy, czyli udzielenie przez uczniów prawdopodobnej i przewidywalnej odpowiedzi na pytanie badawcze. Odpowiedź ta może być wynikiem wcześniej zdobytej wiedzy lub przypuszczenia. Hipoteza powinna zawierać jedno przypuszczenie, czyli wskazywać jeden czynnik. Nie oceniamy hipotez, nie ma złych lub dobrych odpowiedzi na pytanie badawcze. Każda, nawet najbardziej śmiała, jest dopuszczalna. Poprawnie postawiona hipoteza może być zatem prawdziwa lub fałszywa. Postawienie hipotezy fałszywej, a w konsekwencji jej odrzucenie zmusza do postawienia kolejnej i podjęcia następnej próby jej zweryfikowania. Uczeń stawia tylko jedną hipotezę w jednym cyklu eksperymentu.

Pytanie badawcze
Jaki wpływ na strukturę białka ma temperatura?
Hipotezy
<u>Pod wpływem temperatury białko zmienia kolor.</u>
Pod wpływem temperatury białko ścina się.
Struktura białka nie ulega zmianie.

5. Określenie zmiennej niezależnej (tego, co będziemy zmieniać), zmiennej zależnej (tego, co będziemy mierzyć) oraz zmiennych kontrolnych (tego, co musimy pozostawić niezmiennie). Określenia tych zmiennych powinni dokonać uczniowie, jednak na początkowym etapie pracy z uczniami metodą eksperymentu można zaobserwować trudności w ich wskazaniu oraz mylenie określeń. W związku z tym nauczyciel wspólnie z uczniami zastanawia się nad tym, jakie czynniki mogą mieć wpływ na badane zjawisko. W tym przypadku na strukturę białka może mieć wpływ:

- światło;
- wilgotność;
- szklana probówka;
- ilość białka;
- temperatura itp.

Z powstałej listy zmiennych niezależnych wybieramy do danego eksperymentu tylko jeden czynnik. Wybór kilku zmiennych i próby zmieniania ich jednocześnie nie pozwolą na określenie, która z nich rzeczywiście powoduje zmiany. Czynnik wybrany jako zmienna niezależna będzie zmieniany w trakcie eksperymentu. Wszystkie pozostałe czynniki, które zostały wymienione na początku planowania eksperymentu jako mające potencjalny wpływ na strukturę białka, muszą pozostać stałe. Te czynniki nazywane są zmiennymi kontrolnymi. W ten sposób mamy pewność, że wyniki eksperymentu zależą tylko od czynnika określonego jako zmienna niezależna. Zmienna zależna to czynnik (parametr) mierzony podczas doświadczenia, który zmienia się w zależności od modyfikacji zmiennej niezależnej. Pomiary tego czynnika



pozwalają zweryfikować hipotezę, to należy określić, czy była prawdziwa, czy fałszywa. Zmienna zależna także jest tylko jedna.

Pytanie badawcze
Jaki wpływ na strukturę białka ma temperatura?
Hipotezy
Pod wpływem temperatury białko zmienia kolor.
Zmienna niezależna
temperatura
Zmienna zależna
struktura białka
Zmienne kontrolne
materiał, z jakiego została wykonana próbka, wilgotność, ilość białka, światło

6. Zaplanowanie próby kontrolnej i badawczej. Bez kontroli nie można jednoznacznie stwierdzić, czy wyniki doświadczenia są wiarygodne. Podczas planowania eksperymentu trzeba uwzględnić zestaw, w którym badany czynnik nie działa, oraz taki, w którym wprowadzono celowo wybrany czynnik. Czasami wprowadza się tzw. kontrolę pozytywną (próba kontrolna pozytywna) i kontrolę negatywną (próba kontrolna negatywna). Kontrola pozytywna to dodatkowa próba, którą przeprowadzamy identycznie jak próbę badawczą, ale z użyciem takiego czynnika (jeśli jest znany), który na pewno wywołuje pożądany efekt. Kontrola negatywna to również dodatkowa próba, ale bez użycia czynnika, o którym wiemy, że wywołuje badane zjawisko. Z założenia wynikiem tej próby będzie brak zmiany mierzonego czynnika.



Pytanie badawcze
Jaki wpływ na strukturę białka ma temperatura?
Hipotezy
Pod wpływem temperatury białko zmienia kolor.
Zmienna niezależna
temperatura
Zmienna zależna
struktura białka
Zmienne kontrolne
materiał, z jakiego została wykonana próbówka, wilgotność, ilość białka, światło
Próba kontrolna
odmierzona ilość białka w próbówce
Próby doświadczalne
odmierzona ilość białka w próbówce podgrzewana w płomieniu palnika

Obserwacja i zapis wyników doświadczenia. Gdy po zaplanowanym czasie trwania doświadczenia w zestawach pojawią się zmiany, należy je zaobserwować i zapisać. Zmiany ilościowe wymagają liczenia, wykonania pomiarów (szacowania wielkości) i zapisu (np. tabelarycznego), zmiany jakościowe – opisu i/lub przedstawienia za pomocą schematu, rysunku, filmu, fotografii, nagrania audio.

7. Opracowanie wyników doświadczenia. W przypadku pozyskania danych liczbowych trzeba zwykle obliczyć średni wynik lub procent (proporcję) i przedstawić go na wykresie.



8. Sformułowanie wniosku. Analizując wyniki doświadczenia, badacz dostrzega określone prawidłowości. Na tej podstawie formułuje wniosek, który musi być spójny z problemem badawczym.

Pytanie badawcze
Jaki wpływ na strukturę białka ma temperatura?
Hipotezy
Pod wpływem temperatury białko zmienia kolor.
Zmienna niezależna
temperatura
Zmienna zależna
struktura białka
Zmienne kontrolne
materiał, z jakiego została wykonana probówka, wilgotność, ilość białka, światło
Próba kontrolna
odmierzona ilość białka w probówce
Próby doświadczalne
odmierzona ilość białka w probówce podgrzewana w płomieniu palnika
Wynik
Pod wpływem wysokiej temperatury białko się ścią.
Wniosek
Temperatura zmienia strukturę białka.



9. Weryfikacja hipotezy. Wynik doświadczenia pozwala stwierdzić, czy postawiona hipoteza była prawdziwa. Zamykamy wtedy postępowanie badawcze, stwierdzając: hipoteza okazała się prawdziwa.

Pytanie badawcze
Jaki wpływ na strukturę białka ma temperatura?
Hipotezy
Pod wpływem temperatury białko zmienia kolor.
Zmienna niezależna
temperatura
Zmienna zależna
struktura białka
Zmienne kontrolne
szklana probówka, wilgotność, ilość białka, światło
Próba kontrolna
odmierzona ilość białka w probówce
Próby doświadczalne
odmierzona ilość białka w probówce podgrzewana w płomieniu palnika
Wynik
Pod wpływem wysokiej temperatury białko się ścią.
Wniosek
Temperatura zmienia strukturę białka.
Weryfikacja hipotezy
Hipoteza jest fałszywa.

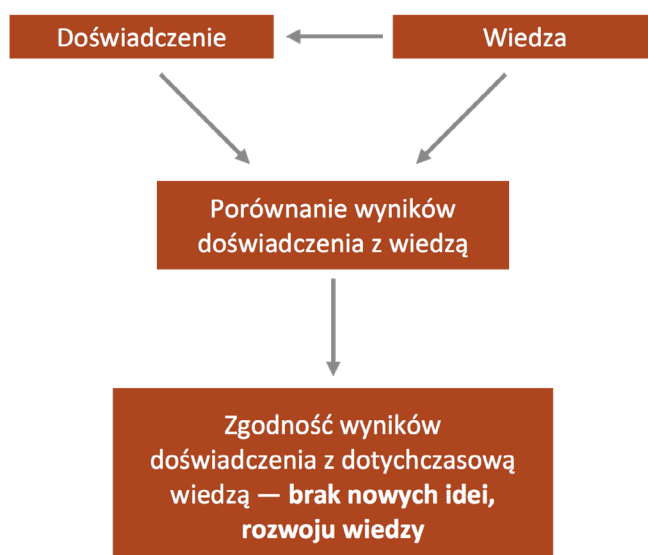
Realizacja całego procesu planowania eksperymentu wspólnie z uczniami będzie skutkować ich większym zaangażowaniem w przeprowadzanie doświadczenia. Pobudzi ich do samodzielności i do zdobywania wiedzy merytorycznej, a także do powiązania przyczyny ze skutkiem oraz wyniku z weryfikacją postawionej hipotezy. Zdolność



dostrzegania zależności przyczynowo-skutkowych ułatwi uczniom poznanie innych ważnych treści merytorycznych i logiczną interpretację faktów.

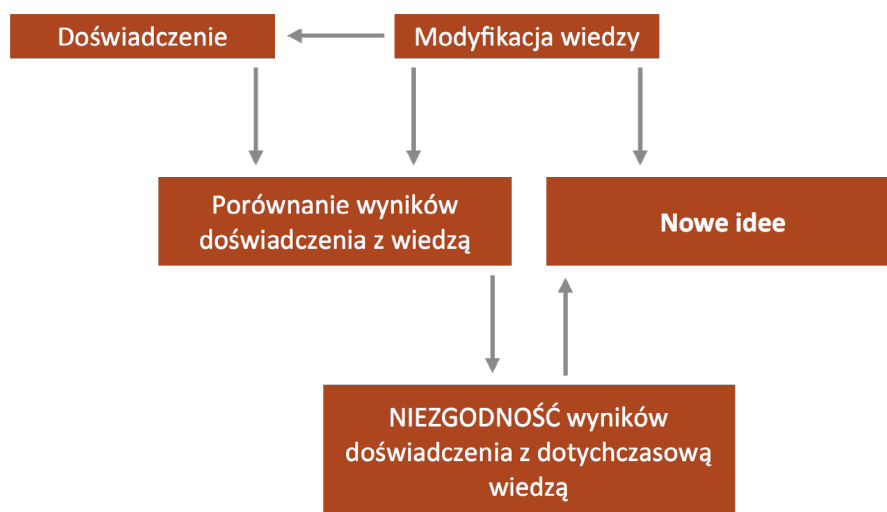
Obserwacja prowadzona zgodnie z metodą naukową to postrzeganie zmian za pomocą zmysłów oraz przy użyciu specjalistycznych przyrządów, np. mikroskopu, lupy. Obserwacje mogą dotyczyć czynników ilościowych lub jakościowych. W pierwszym przypadku prowadzi się pomiary, np. ilości, masy, temperatury. Obserwacje jakościowe dotyczą cech możliwych do opisanie, ale niepoddających się pomiarowi, np. barwy, kształtu czy zapachu. Dokumentacja wyników (w formie np. opisu, fotografii) powinna powstawać w trakcie prowadzenia obserwacji, co pozwoli uniknąć nieścisłości i pominięcia ważnych szczegółów.

Jeśli wyniki badań są zgodne z dotychczas posiadaną wiedzą, to można zakończyć działalność naukową. Dotychczasowa wiedza zostaje nadal uznana za prawdziwą – aż do czasu, gdy wyniki innego doświadczenia okażą się z nią niezgodne.



Rys. 2. Zgodność wyników doświadczenia z dotychczasową wiedzą a rozwój wiedzy

W wyniku prowadzonych obserwacji lub eksperymentów (doświadczeń) w pewnym momencie uczeń może odkryć coś nowego, co nie jest zgodne z dotychczasową wiedzą. Takie odkrycie jest bardzo cenne, ponieważ na jego podstawie możemy poszerzyć naszą wiedzę, a czasami nawet zaprzeczyć dotychczasowym przekonaniom. Możemy się spodziewać, że poinformowanie o takiej sytuacji uczniów może wywołać u nich niepewność, czy nasza dotychczasowa wiedza już za kilka lat nie okaże się błędna. Dzięki wynikom badań niezgodnym z dotychczasową wiedzą można jednak sformułować nowe idee i na ich podstawie zmodyfikować naszą wiedzę.



Rys. 3. Niezgodność wyników doświadczenia z dotychczasową wiedzą a rozwój wiedzy

Zapoznając się z warunkami realizacji podstawy programowej z zakresu chemii w szkole podstawowej, znajdziemy część poświęconą rekomendowanym doświadczeniom.

W celu pełnej realizacji podstawy programowej zalecane jest uwzględnienie w toku nauki następującego zestawu doświadczeń (do wykonania samodzielnie przez uczniów lub w formie pokazu nauczycielskiego):

1. „badanie właściwości fizycznych (np. stanu skupienia, barwy, rozpuszczalności w wodzie i benzynie, oddziaływania z magnesem, kruchości, plastyczności, gęstości) oraz chemicznych (np. odczynu roztworu wodnego, pH, palności) wybranych produktów (np. soli kuchennej, cukru, mąki, octu, oleju jadalnego, wody, węgla, glinu, miedzi, żelaza);
2. sporządzanie mieszanin jednorodnych i niejednorodnych, rozdzielanie tych mieszanin; rozdzielanie dwóch cieczy mieszających i niemieszających się ze sobą; rozdzielanie zawiesiny na składniki;
3. ilustracja zjawiska fizycznego i reakcji chemicznej.
4. reakcja otrzymywania np. siarczku żelaza(II) jako ilustracja reakcji syntezy, termiczny rozkład węglanu wapnia jako ilustracja reakcji analizy i reakcja np. magnezu z kwasem solnym jako ilustracja reakcji wymiany;
5. badanie efektu energetycznego reakcji chemicznych (np. magnezu z kwasem solnym) i zjawisk fizycznych (np. tworzenie mieszaniny oziębiającej, rozcieńczanie wodorotlenku sodu);
6. badanie, czy powietrze jest mieszaniną;



7. otrzymywanie tlenu, wodoru, tlenku węgla(IV), badanie wybranych właściwości fizycznych i chemicznych tych gazów;
8. badanie wpływu różnych czynników (np. obecności: tlenu, wody, chlorku sodu) na powstawanie rdzy. Badanie sposobów ochrony produktów stalowych przed korozją;
9. badanie zdolności rozpuszczania się w wodzie różnych produktów (np. cukru, soli kuchennej, oleju jadalnego, benzyny);
10. badanie wpływu różnych czynników (temperatury, mieszania, stopnia rozdrobnienia) na szybkość rozpuszczania się ciał stałych w wodzie;
11. otrzymywanie wodnego roztworu wodorotlenku sodu w reakcji sodu z wodą oraz wodnego roztworu wodorotlenku wapnia w reakcji tlenku wapnia z wodą w obecności fenoloftaleiny lub uniwersalnego papierka wskaźnikowego. Otrzymywanie wodorotlenku miedzi(II) w reakcji strąceniowej zachodzącej po zmieszaniu np. wodnego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II) z wodnym roztworem wodorotlenku sodu;
12. otrzymywanie kwasów tlenowych na przykładzie kwasu fosforowego(V) (ortofosforowego(V)) w obecności oranżu metylowego;
13. badanie przewodnictwa elektrycznego wody destylowanej oraz wodnych roztworów wybranych substancji (np. sacharozy, wodorotlenku sodu, chlorku sodu, chlorowodoru, kwasu etanowego (octowego));
14. badanie odczynu oraz pH wody destylowanej, a także kwasu solnego i wodnego roztworu wodorotlenku sodu za pomocą wskaźników (np. fenoloftaleiny, oranżu metylowego, uniwersalnego papierka wskaźnikowego);
15. badanie odczynu oraz pH żywności (np. napoju typu cola, mleka, soku z cytryny, wodnego roztworu soli kuchennej) oraz środków czystości (np. płynu do prania, płynu do mycia naczyń);
16. badanie zmiany barwy wskaźników (np. oranżu metylowego) w trakcie mieszania kwasu solnego i wodnego roztworu wodorotlenku sodu;
17. otrzymywanie trudno rozpuszczalnych soli i wodorotlenków;
18. obserwacja reakcji spalania alkanów (metanu lub propanu), identyfikacja produktów spalania;
19. odróżnianie węglowodorów nasyconych od nienasyconych (np. wodą bromową);



20. badanie właściwości fizycznych (stanu skupienia, barwy, rozpuszczalności w wodzie) i chemicznych (odczynu, spalania) etanolu;
21. badanie właściwości fizycznych (stanu skupienia, barwy, rozpuszczalności w wodzie) propano-1,2,3-triolu (glicerolu);
22. badanie właściwości fizycznych (stanu skupienia, barwy, rozpuszczalności w wodzie) oraz chemicznych (odczynu, działania na zasady, tlenki metali, metale, spalania) kwasu etanowego octowego (octowego);
23. badanie właściwości fizycznych (stanu skupienia, barwy, rozpuszczalności w wodzie) i chemicznych (odczynu, działania na zasady, tlenki metali, metale, spalania) długołańcuchowych kwasów karboksylowych;
24. działanie kwasu karboksylowego (np. metanowego) na alkohol (np. etanol) w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI);
25. odróżnianie tłuszczu nasyconego od nienasyconego (np. wodą bromową);
26. badanie właściwości białek (podczas: ogrzewania, rozpuszczania w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych, w kontakcie z solami metali lekkich i ciężkich oraz zasadami i kwasami);
27. wykrywanie za pomocą stężonego kwasu azotowego(V) obecności białka w produktach spożywczych;
28. badanie właściwości fizycznych (stanu skupienia, barwy, rozpuszczalności w wodzie, przewodnictwa elektrycznego) i chemicznych (odczynu) węglowodanów prostych i złożonych;
29. wykrywanie za pomocą roztworu jodu obecności skrobi w produktach spożywczych” (Podstawa..., 2017: 18–19).

Należy jednak uściślić, że według opisanej wcześniej terminologii nie wszystkie zalecane w podstawie programowej ćwiczenia są w istocie doświadczeniami (eksperymentami) – spełniają jednak reguły obserwacji chemicznych. Poniżej omówiono więc przykłady zarówno obserwacji, jak i eksperymentów pochodzących z listy rekomendowanej w dokumencie (z zaznaczeniem, do której kategorii należy dane ćwiczenie).



Przykłady obserwacji chemicznych

Punkt 14: „badanie odczynu oraz pH wody destylowanej, a także kwasu solnego i wodnego roztworu wodorotlenku sodu za pomocą wskaźników (np. fenoloftaleiny, oranżu metylowego, uniwersalnego papierka wskaźnikowego)” (Podstawa..., 2017: 19).

Cel obserwacji

Zbadanie odczynu wybranych substancji za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego.

Materiały

1. Odczynniki:

- roztwór kwasu i zasady;
- woda destylowana;
- uniwersalny papierek wskaźnikowy.

2. Sprzęt:

- statyw do probówek;
- trzy probówki;
- trzy pipety Pasteura;
- taca laboratoryjna;
- pisak do oznaczania sprzętu.

Instrukcja

Za pomocą pisaka ponumeruj pipety Pasteura: 1, 2, 3. Pipetę nr 1 użyjesz do wody destylowanej znajdującej się w probówce 1, nr 2 – do kwasu (probówka 2), a nr 3 – do zasady (probówka 3). Odłóż pipety do statywu. Podziel otrzymany uniwersalny papierek wskaźnikowy na cztery części i połóż je na tacy laboratoryjnej. Na jeden papierek nanieś dwie-trzy krople wody destylowanej, na drugi tyle samo kwasu, a na trzeci – zasady. Zaobserwuj zmiany. Zapisz obserwacje w tabeli.

	Barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego
Woda destylowana	
Kwas	
Zasada	



Otrzymane wyniki porównaj z barwami na skali pH. Zapisz wartość pH w tabeli i określ rodzaj środowiska.

	Wartość pH	Rodzaj środowiska
Woda destylowana		
Kwas		
Zasada		

Wskazówki metodyczne

Wybór wskaźnika należy do nauczyciela.

Warto przeprowadzić zadanie kontrolne sprawdzające, czy uczniowie samodzielnie przeprowadzili obserwację. Może być to ćwiczenie polegające na określeniu, czy wskazany, niepodpisany roztwór ma odczyn kwasowy, czy zasadowy. Różne roztwory powinny zostać oznakowane w sposób znany tylko nauczycielowi.

Probówki z oznaczonymi roztworami można również wykorzystać do zidentyfikowania danego wskaźnika.

Na początku zapoznajemy uczniów z informacją, jaką barwę wybrany wskaźnik ma w określonym środowisku:

Nazwa wskaźnika	Barwa w środowisku	
	kwasowym	zasadowym
Fenoloftaleina	bezbarwna	malinowa
Oranż metylowy	czerwona	żółta
Wywar z czerwonej kapusty	czerwona	zielona
Uniwersalny papierek wskaźnikowy	czerwona	błękitna

Zadanie

W butelce z wkraplaczem znajduje się nieznany wskaźnik, jeden z opisanych w tabeli. Wykorzystaj roztwory znajdujące się w probówkach do zidentyfikowania wskaźnika. Zapisz swoje spostrzeżenia, uzupełniając zdania:



Po dodaniu nieznanego wskaźnika do roztworu o odczynie		
roztwór przyjął barwę		a po dodaniu do roztworu o odczynie
	barwa tego roztworu zmieniła się na	
Badany wskaźnik to		

Punkt 2: „sporządzanie mieszanin jednorodnych i niejednorodnych, rozdzielanie tych mieszanin: rozdzielanie dwóch cieczy mieszających i niemieszających się ze sobą; rozdzielanie zawiesiny na składniki” (Podstawa..., 2017: 18).

Cel

Rozdzielenie mieszaniny wody i oleju.

Materiały

1. Odczynniki:

- woda;
- olej.

2. Sprzęt:

- trzy zlewki;
- lejek;
- sączek;
- palnik;
- parownicza;
- rozdzielacz;
- zestaw do destylacji;
- bagietka;
- trójnóg;
- azbestowa siatka;
- statyw metalowy;
- magnes;
- łyżeczka plastikowa.



Instrukcja

Przygotuj mieszaninę złożoną z wody i oleju w zlewce (obie substancje znajdują się w opisanych zlewkach). Następnie wybierz potrzebny sprzęt i podejmij próbę rozdzielania mieszaniny. Opisz przebieg obserwacji i jej wyniki.

Wskazówki metodyczne

Podczas tej obserwacji możemy zaproponować uczniom sporządzenie również innych mieszanin: wody i soli kuchennej, wody i denaturatu, oleju i rozdrobnionej kredy.

Ciekawą koncepcję przeprowadzenia obserwacji związanej ze sporządzaniem i rozdzielaniem mieszaniny maku i soli zaprezentowano w opracowaniu *Dobre praktyki w konspektach lekcji przedmiotów matematyczno-przyrodniczych*. Autorki proponują, by pytanie kluczowe skierowane do uczniów brzmiało: „Jak pomóc Kopciuszkowi oddzielić mak od soli?” (Bednarek i in., 2015: 76).

Proste do przeprowadzenia obserwacje i eksperymenty warto zaplanować jako aktywność badawczą uczniów, a nie jako pokaz nauczycielski. Pokaz nie angażuje emocjonalnie uczniów, którzy pozostają biernymi odbiorcami tego, co dzieje się na stole demonstracyjnym. Jeżeli nauczyciel przeprowadza tego typu zajęcia w tzw. małej skali, efekt widoczny jest tylko dla uczniów siedzących w pierwszych ławkach, a pozostali uczniowie nudzą się i nie uczestniczą w lekcji.

Przykłady eksperymentów (doświadczeń) chemicznych

Punkt 10: „badanie wpływu różnych czynników (temperatury, mieszania, stopnia rozdrobnienia) na szybkość rozpuszczania się ciał stałych w wodzie” (Podstawa..., 2017: 18).

Problem badawczy

Jaki wpływ na ilość rozpuszczonej substancji w wodzie ma temperatura?

Uczniowie formułują hipotezę (odpowiedź na pytanie problemowe) oraz wskazują zmienną niezależną (temperatura), zmienną zależną (ilość substancji) oraz zmienne kontrolne (rodzaj substancji rozpuszczonej oraz ilość rozpuszczalnika – wody).



Materiały

1. Odczynniki:

- woda;
- cukier.

2. Sprzęt:

- trzy zlewki;
- dwie łyżeczki;
- czajnik;
- lodówka.

Instrukcja

Do dwóch zlewek wlej po 50 cm³ wody: do jednej zlewki wodę o temperaturze pokojowej (1), do drugiej wrzątek zagotowany w czajniku (2), a do trzeciej mocno schłodzoną wodę z lodówki (3). Do każdej zlewki wsyp łyżeczkę substancji (cukru) i zamieszaj. Obserwuj, czy substancja się rozpuściła. Jeżeli tak, dodaj znów łyżeczkę substancji (cukru) i ponownie zamieszaj. Czynność powtarzaj tak długo, aż badana substancja przestanie się rozpuszczać. Określ, która zlewka to próba kontrolna, a która – doświadczalna. Zaprojektuj tabelę i zanotuj w niej, ile łyżeczek substancji rozpuściłeś w zlewce 1, 2 i 3.

Sformułowanie wniosku

Temperatura ma wpływ na szybkość rozpuszczania się substancji.

Weryfikacja hipotezy

Wynik doświadczenia pozwala stwierdzić, że postawiona hipoteza była	
--	--

Wskazówki metodyczne

Nauczyciel może wprowadzić do doświadczenia różne substancje, które uczniowie będą rozpuszczać. Ten eksperyment jest bardzo łatwy do przeprowadzenia nawet w licznych klasach. Dostępność odczynników i sprzętu powinna sprawić, że uczniowie przeprowadzą go samodzielnie, planując kolejne etapy. Zaangażowanie uczniów w zadanie jest duże, ponieważ każdy z nich osiąga sukces.



Punkt 19: „odróżnianie węglowodorów nasyconych od nienasyconych (np. wodą bromową)” (Podstawa..., 2017: 19).

Problem badawczy

W jaki sposób barwa roztworu manganianu(VII) potasu zmienia się w kontakcie z węglowodorem nienasyconym i nasyconym?

Uczniowie formułują hipotezę (odpowiedź na pytanie problemowe) oraz wskazują zmienną niezależną (węglowodory nasycone i nienasycone) i zmienną zależną (barwa wody bromowej).

Materiały

1. Odczynniki:

- roztwór manganianu(VII) potasu;
- węglowodór nasycony (metan) i nienasycony (eten).

2. Sprzęt:

- trzy opisane probówki (w tym jedna napełniona metanem, a druga etenem).

Instrukcja

Pierwszą probówkę napełnij w 1/3 roztworem manganianu(VII) potasu (próba kontrolna). Do drugiej i trzeciej probówki (napełnionej metanem i etenem) wlej taką samą ilość roztworu manganianu(VII) potasu (próby badawcze). Probówki zamknij korkiem i dobrze wymieszaj przez wytrząsanie. Obserwuj zachodzące zmiany. Porównaj i opisz barwę substancji w probówkach. Ustal wniosek i zweryfikuj hipotezę.

Możliwa modyfikacja doświadczenia: zamiast roztworu manganianu(VII) potasu można użyć wody bromowej.

Wskazówki metodyczne

Doświadczenie łatwe do przeprowadzenia przez uczniów. Zmiana barwy roztworu manganianu(VII) potasu lub wody bromowej jest szybka i zawsze się udaje. Ten eksperyment nie zagraża zdrowiu i bezpieczeństwu uczniów.

Każda aktywność badawcza uczniów powinna zostać odpowiednio przygotowana. Ważne, aby uczniowie czuli się prawdziwymi naukowcami. Dlatego należy wyposażyć ich nie tylko w profesjonalny sprzęt i odczynniki, lecz także we właściwy strój. Założenie białego fartucha, jednorazowych rękawiczek i okularów ochronnych powinno stać się nawykiem na lekcjach chemii w szkole podstawowej.



Bibliografia

Bednarek M., Chojnacka-Adamus I., Sporządzanie i rozdzielanie mieszanin (2015), [w:] [Dobre praktyki w konspektach lekcji przedmiotów matematyczno-przyrodniczych. Biologia. Chemia](#), Czarnocka J. M. i in. (red.), Warszawa: Centrum Edukacji Obywatelskiej, [online, dostęp dn. 14.12.2017, pdf. 57,6 MB].

Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., (2008), [Metodyka eksperymentu chemicznego. Gimnazjum. Wprowadzenie do chemii, tlen i tlenki, woda i roztwory wodne](#), Poznań: Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Chemii, Zakład Dydaktyki Chemii, [online, dostęp dn. 14.12.2017, pdf. 2 MB].

[Podstawa programowa kształcenia ogólnego z komentarzem. Szkoła podstawowa, chemia](#), (2017), Ministerstwo Edukacji Narodowej, [online: dostęp dn. 14.12.2017, pdf. 2,36 MB].

Spis ilustracji

Rys. 1. Schemat podstawowej instrukcji eksperymentu chemicznego (na podst.: Burewicz i in., 2008: 13).	6
Rys. 2. Zgodność wyników doświadczenia z dotychczasową wiedzą a rozwój wiedzy	17
Rys. 3. Niezgodność wyników doświadczenia z dotychczasową wiedzą a rozwój wiedzy	18



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny

