

Błędy w nauczaniu
przedmiotów przyrodniczych

monografia
pod redakcją J. R. Paśko

ZAKŁAD CHEMII I DYDAKTYKI CHEMII

UNIwersytet PEDAGOGICZNY

im. Komisji Edukacji Narodowej

KRAKÓW, 2012

Redakcja:

Jan Rajmund Paško

Recenzja:

Małgorzata Nodzyńska

Projekt okładki:

Paweł Cieśla

Skład:

Małgorzata Nodzyńska

ISBN 978-83-72-71-709-2

Wstęp

Nauczanie, przekazywanie wiedzy, wiadomości czy wyrabianie odpowiednich umiejętności jest nie tylko domeną szkoły. Proces kształcenia młodego człowieka zaczyna się już od momentu urodzenia. Kontakt z otoczeniem, zdobywanie pierwszych doświadczeń a z kolei próba odpowiedzenia sobie na pewne pytania, kształtują wiedzę o otaczającym nas świecie. Na tą wiedzę wpływ mają również osoby najpierw z najbliższego otoczenia, a potem z coraz dalszego, z którymi dziecko ma kontakt. Przychodząc do szkoły dziecko posiada już pewne nawyki, umiejętności i wiadomości. Można powiedzieć, że dziecko przychodzi już do szkoły posiadając pewną wiedzę. Wiedza ta nie jest jednakowa u wszystkich uczniów, gdyż każdy z nich nabywał ją w innych warunkach, na podstawie innego przekazu. Wiedza, którą dziecko reprezentuje na początku swojej edukacji można określić jako w dużej mierze wiedzę potoczną.

Zadaniem szkoły powinno być zamienienie w procesie edukacji tej posiadanej przez ucznia wiedzy potocznej w wiedzę naukową. Dlatego proces dydaktyczny nie jest tak prosty jak się wydaje. Nie liczenie się z posiadaną przez ucznia wiedzą potoczną jest jednym z pierwszych błędów jakie popełniają nauczyciele, nie zdając sobie sprawy, że łatwiej jest nauczyć niż najpierw odczytać a potem nauczyć prawidłowo.

Błędy popełniane przez nauczycieli w procesie edukacji można podzielić na dwa rodzaje. Jedne to błędy natury merytorycznej a drugie natury dydaktyczno-metodycznej. Popełnianie przez nauczycieli błędów jest trudne do wyeliminowania z kilku powodów. Jednym z nich jest nieświadomość, że w procesie edukacji popełniają błędy. Drugim jest bezgraniczna wiara w słowo pisane w podręcznikach szkolnych. Trzecią lęk przed "mówieniem prawdy" w obawie o narazenie się "wyższym czynnikom".

W szkole powinno przekazywać się wiedzę w oparciu o najnowsze poglądy naukowe, czyli przekazywać wiedzę naukową dostosowaną do odbioru ucznia z danego poziomu edukacji. Tak jednak nie jest, podręczniki szkolne i nauczyciele oprócz wiedzy naukowej przekazują zarówno wiedzę szkolną jak i potoczną. W przypadku przedmiotów przyrodniczych a w szczególności chemii jest to przyczyną powstawania w umysłach uczniów wielkiego dysonansu, co przyczynia się do osiągnięcia przez nich niezadawalających wyników.

Bezspornie jednym z największych błędów popełnianych przez nauczycieli jest nieposzukiwanie prawdy a wiara w każde słowo pisane. Te wstępne uwagi jak i treść w kolejnych rozdziałach przeznaczone są dla nauczycieli wszystkich szczebli edukacji. Drobnym błędem popełnionym w początkowych etapach nauczania z czasem urasta do problemu trudnego później do naprawienia.

W nauczaniu nie można opierać się tylko na intuicji, bez rozważenia wielu przesłanek. Intuicja jest niezbędna w każdym naszym postępowaniu, ale trzeba pamiętać, że często nas zawodzi czego dowodem są liczne niepowodzenia naukowców a konsekwencją czego jest upadanie jednych teorii i powstawanie nowych. Nie można wierzyć, że metody sprawdzające się 50 lat temu przyniosą zadawalające rezultaty. Wprawdzie nie można pogrzebać osiągnięć przeszłości, nie można i nie należy odcinać się od historii, ale należy właśnie na obecną rzeczywistość patrzeć poprzez pryzmat historii nauczania danego przedmiotu.

Jedne błędy popełniane w czasie edukacji obniżają poziom wiedzy uczniów inne natomiast wpływają na obniżenie efektywności kształcenia.

Wśród wielu błędów natury dydaktycznej popełnianych przez nauczycieli, autorów podręczników a wreszcie twórców programów jest nieuwzględnianie występowania transferu ujemnego. Zjawisko to zostało już dawno zbadane i opisane przez psychologów, jednak w świecie

dydaktyków zapomina się o nim prawie całkowicie. Problem występowania transferu ujemnego jest szczególnie istotny obecnie, gdy kształcenie z elitarnego przeszło w kształcenie masowe.

Głównym błędem w procesie edukacji jest brak jego spójności na wszystkich etapach kształcenia a nie tylko w obrębie jednego działu "podręcznikowego". Za ten błąd winę ponoszą nie tylko odpowiedzialni za edukację na szczeblu centralnym ale również i nauczyciele.

Błędy dydaktyczne wynikają z nieprzestrzegania pewnych zasad, które uchodzą uwadze dydaktyków przedmiotowych a tym samym i nauczycieli. Błędy te wiążą się nie tylko z tradycją w nauczaniu ale również z błędnej interpretacji stwierdzenia: Nauka w szkole ma być przyjemna i atrakcyjna - co nie znaczy że niespójna i nie w pełni odpowiadająca obecnemu stanowi wiedzy.

Oddając do rąk czytelników niniejszą monografię poświęconą występowaniu błędów w edukacji przyrodniczej mam nadzieję razem z autorami wzbudzić u czytelników refleksję. Czy nie popełniam błędów w procesie nauczania? Jakiego mogą popełniać błędy?. A to już jest pierwszy krok do eliminacji błędów w swojej pracy dydaktycznej.

Jan Rajmund Paśko

Błędy popełniane przez autorów podręczników i nauczycieli w procesie kształcenia chemicznego

Jan Rajmund Paśko

Chemia uchodząca za przedmiot trudny dla uczniów zgodnie z wszelkimi przesłankami natury psychologicznej nie powinna nastęrczać trudności w przyswojeniu ze zrozumieniem jej treści. Błędy popełniane przez nauczycieli, błędne źródła przekazu, w czasie nauki tego przedmiotu odbijają się tak jak w innych przedmiotach na wynikach pracy nauczyciela. Niepowodzenia uczniów i tym samym niepowodzenia dydaktyczne nauczycieli można wyeliminować znając ich przyczyny a w tym przypadku błędy popełniane w procesie dydaktycznym.

Błędy natury dydaktycznej często łączą się też z błędami natury merytorycznej. Każde pojęcie naukowe w miarę postępu w badaniach a ma to miejsce w dużej mierze w naukach przyrodniczych ulega pewnym zmianom. Zmiany te mogą być niewielkie ale mogą też gruntownie zmienić definicje. Przykładem takich zmian dotyczących wyobrażenia o strukturze jest opis budowy atomu. Na przestrzeni wielu lat ulegał on pewnym zmianom, które powodowane były nowymi odkryciami naukowymi, oraz nie przystawaniem tego modelu do pewnych praw fizycznych. Powodowało to poszukiwanie nowego modelu, który byłby weryfikowalny poprzez zachodzące zjawiska. Tak też zmieniały się modele atomów. A przecież jednym z pierwszych był model w którym przestrzeń wokół jądra wypełniony była elektronami. Model taki oddawał fakt istnienia jądra i elektronów. Niezbyt docieklivi uczeń wyczuwa niezgodność tego modelu z wiadomościami z fizyki a dotyczącymi oddziaływania cząstek o przeciwnych ładunkach elektrycznych. Dlatego też aby pokonać tę nieścisłość wprowadzono model z poruszającymi się wokół jądra elektronami.

Obecnie w dydaktyce funkcjonują dwa modele. Jeden z przed około 100 lat nazywany powszechnie błędnie modelem atomu Bohra, gdyż właściwie to jest model Rutchforda (Bohr opracował model budowy atomu wodoru). Drugi model jest późniejszy i określany jako kwantowy model budowy atomu.

Aby w pełni zrozumieć dlaczego nauczając o budowie atomu bardzo często popełniamy duży błąd, musimy wcześniej rozstrzygnąć problem natury merytorycznej, co wiąże się z udzieleniem odpowiedzi na dwa podstawowe pytania.

1. Czy kwantowa teoria budowy atomu jest prawdziwa i czy jest ona udokumentowana w sposób naukowy.

2. Czy teorie: posługujące się modelem Rutchforda oraz kwantowa są ze sobą sprzeczne, jeżeli tak to w jakim zakresie.

Udzielenie odpowiedzi na te pytania pozwoli nam przejść do dalszych rozważań już natury dydaktycznej.

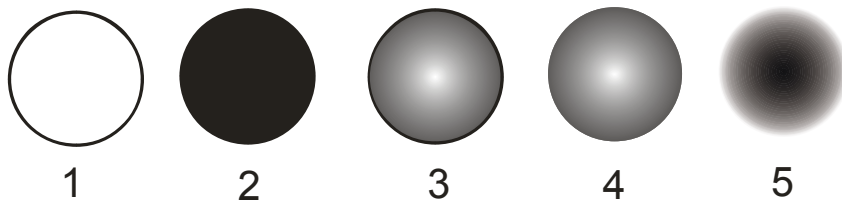
Według obecnego stanu wiedzy tylko teoria kwantowa jest aktualnie prawdziwa. Pozwala ona dokładnie opisać stan elektronów w danym atomie, pozwala też na przewidzenie preferowanych wartościowości w cząsteczkach związków chemicznych. Natomiast obie te teorie są sprzeczne w wielu punktach oraz nie są powiązane ze sobą, to znaczy jedna z nich nie jest rozszerzeniem ani uzupełnieniem drugiej. Przykładem może być problem ruchu elektronów. Jak wyobrazić sobie elektrony krążące wokół jądra w przypadku orbitalu p. A o potwierdzeniu istnienia takiego orbitalu przekonuje nas jego fotografia (Castelvecchi 2010). Obecnie w nauczaniu chemii na niższych szczeblach edukacji przedstawia się uczniom model atomu Rutchforda - Bohra, natomiast na wyższym szczeblu edukacji przedstawia się model kwantowy. Model kwantowy jest trudny jak twierdzą nauczyciele, uczniowie nie mogą go zrozumieć. Nic w tym dziwnego, skoro zostaje

popelniony błąd dydaktyczny. To nie model kwantowy jest trudny do zrozumienia, tylko w tym przypadku zachodzi transfer ujemny. Oznacza to, że wcześniejsze mocno zakodowane wyobrażenie jest trudno zastąpić nowym zwłaszcza gdy pewne elementy są ze sobą sprzeczne (krążenie elektronów i chociażby kształt orbitalu p). W tym przypadku na wcześniejszym etapie edukacji popelniono błąd merytoryczny, a zarazem i dydaktyczny, przez co uniemożliwiono wielu uczniom zrozumienia modelu kwantowego. W tej sytuacji można stwierdzić, że dydaktycy zapomnieli o znanej od dawna zależności, że pierwsze kodowanie jest najmocniejsze, konsekwencją czego jest między innymi transfer ujemny.

Innym błędem dydaktycznym występującym między innymi w nauczaniu chemii jest błędne stosowanie synektyki. Synektyka od dawna wykorzystywana jest przez naukowców i nauczycieli do tłumaczenia wielu zagadnień. Jednak ramy naukowe nadał jej dopiero Gordon w połowie XX wieku. W synektyce wyróżniamy cztery mechanizmy operacyjne: analogia prosta, analogia personalna, analogia symboliczna, analogia fantastyczna.

Synektyka pozwalała na przedstawienie tego co nowe nieznanie trudne do zaobserwowania poprzez wykazanie analogii do tego co bliskie i znane uczniowi. Jednak stosowanie jej zbyt nachalnie (choć na danym etapie nauczania nie ma takiej konieczności) przynosi wręcz ujemny skutek. Część uczniów przyjmuje obrazowanie synektyczne jako obraz rzeczywisty.

Porównanie atomu do kulki jest synektyką, jednak w tym przypadku nie jest to szkodliwe, gdyż atom ma kształt zbliżony do kuli. Natomiast nadawanie atomowi cech ludzkich jest już błędem, przecież atomy nie są istotami żywymi. To niby urozmaicenie, wypacza jednak prawidłowe wyobrażenie, lub go wręcz uniemożliwia. Jak w umyśle ucznia ma być zapisany obraz atomu? Czy jest to kulka, czy ludziki z rączkami, a może to pajacyki, czy wreszcie coś zupełnie innego. Te sprzeczności docierające do umysłu ucznia uniemożliwiają powstanie prawidłowego wyobrażenia o atomie. Wiemy, że wokół jądra roztacza się chmura elektronowa, której gęstość w miarę oddalania się od jądra dąży do zera, osiągając tą wartość w nieskończoności. Jednak gęstość ta maleje proporcjonalnie do kwadratu odległości, dzięki czemu już w niewielkiej odległości od jądra jest ona bardzo mała. Na rys. 1 pokazano schematy jak autorzy podręczników a za nimi i nauczyciele z uporem przedstawiają atom jako okrąg z wyraźną granicą w postaci linii wyznaczającej okrąg (1) lub jako koło (2) ewentualnie z cieniowaniem co ma bardziej oddawać przestrzenny charakter atomu (3, 4). Natomiast do rzadkości należy rysunek, który najlepiej oddaje wygląd atomu (5).



Rys. 1

W pewnym sensie można uznać za synektykę oznaczenie w układzie okresowym tła na którym podane są symbole metali jako niebieskie a tła na którym umieszcza się symbole niemetalu jako różowe. To oznaczenie nie przynosi zakłócenia procesu przyswajania wiedzy. Jednak można zaobserwować stosowanie skrótów określanych jako myślowe: metale niebieskie a niemetalu różowe. Konsekwencją takiego skrótu było stwierdzenie przez ucznia, (gdy miał wymienić cechy metali) "metale są niebieskie".

Pewne pojęcia w chemii używane są od dawna a ich określenie powstało niekiedy przed poznaniem faktycznej struktury mikroświata. Przykładem takiego pojęcia jest wartościowość. Wartościowość historycznie ujmowana w formie graficznej przedstawiana była jako kreska a konkretnie odcinek łączący symbole pierwiastków lub we wzorach uważanych za modele kreska ta łączyła dwie kulki. Jeżeli dany pierwiastek określano jako dwuwartościowy to pomiędzy symbolami znajdowały się dwie kreski. Ta kreska używana jako łącznik dwóch atomów zaistniała następnie w rysunkach synektycznych jako rączka, którą jeden atom podaje drugiemu. W efekcie używania takiej synektyki można usłyszeć wartościowość to ilość rączek które podaje jeden atom drugiemu. W tym przypadku popełnia się błędy zarówno merytoryczne jak i dydaktyczne.

Obecnie w gimnazjum definicja wartościowości sprowadza się do stwierdzenia, że jest to liczba wiązań jakie tworzy dany atom w połączeniu z atomem jednowartościowym. Natomiast samo wiązanie przedstawia się jako kreskę. Takie zdefiniowanie wartościowości wsparte wspomnianą wizualizacją pozwala na łatwe znalezienie analogi synektycznych. W tym przypadku popełniono kilka błędów równocześnie. Po pierwsze w członie definiującym używa się terminu wcześniej niezdefiniowanego. Oznacza to, że zakłada się, iż uczeń intuicyjnie zrozumie co to jest pierwiastek (lub w niektórych podręcznikach atom) jednowartościowy.

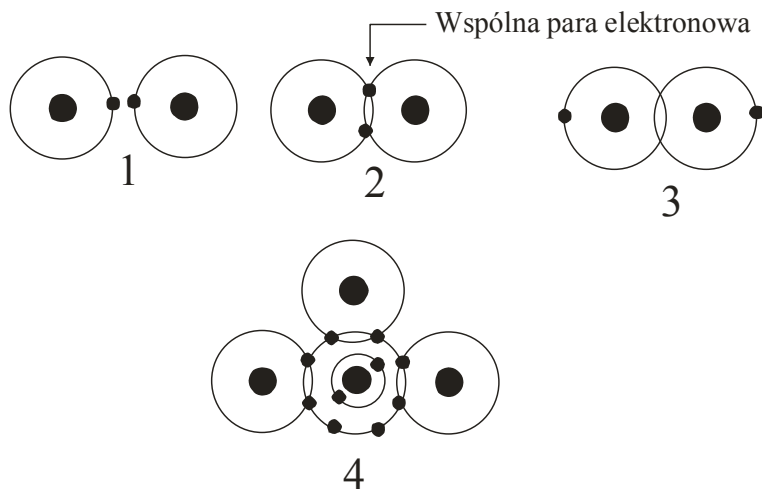
Wartościowość na poziomie gimnazjum można bez większego błędu określić jako liczbę elektronów którą dany atom przyjmuje, oddaje lub uwspólnia. Taka definicja jest dla ucznia prosta i nawiązuje do budowy atomu. Wkomponowuje się ona bardzo dobrze w jednolity i logiczny model mikroświata a co najważniejsze nie bazuje na przestarzałych stwierdzeniach, które powstały na drodze dedukcji ponad 100 lat temu.

Tłumacząc łączenie się atomów można powiedzieć że w podręcznikach króluje teoria oktetu elektronowego według której atomy uwspólniają lub oddają albo przyjmują elektrony w takiej ilości aby na ostatniej powłóce zwanej walencyjną pozostało 8 elektronów. Wyjątek stanowią te atomy, które mają tylko jedną powłokę na której mogą znajdować się tylko dwa elektrony. Konsekwencją takiego przedstawienia budowy atomu jest stwierdzenie: Ponieważ atomy gazów szlachetnych mają oktet elektronów na powłóce walencyjnej (wyjątek stanowi atom helu mający tylko dwa elektrony na powłóce walencyjnej) nie wchodzi w reakcje z innymi atomami, co jak wiadomo nie jest prawdziwe w przypadku większości gazów szlachetnych. (Znanych jest obecnie kilkadziesiąt cząsteczkowych związków chemicznych gazów szlachetnych między innymi z chlorowcami i tlenem. Nie otrzymano dotychczas takich związków chemicznych w przypadku helu i neonu).

Nie wdając się w szczegóły teoria ta w wydaniu szkolnym nie wytrzymuje krytyki z punktu widzenia naukowego, gdyż jest sprzeczna z powszechnie przyjętą i obowiązującą kwantową teorią budowy atomu. Również jest błędna z punktu dydaktycznego. Chociaż niektórzy uważają, że jest ładna i łatwa. Na danym etapie edukacji, każda odpowiednio przekazana czyli dopasowana do poziomu odbiorcy teoria jest łatwa. Teoria ta wprowadza dysonans poznawczy, powodując że budowa atomu jest przez uczniów tylko opanowana pamięciowo, gdyż w samym tłumaczeniu wiązania do sprzeczności natury logicznego rozumowania. Na rys. 2 przedstawiono schematycznie rysunki znajdujące się w podręcznikach szkolnych. Okręgami zaznaczono tory po których według autorów krążą elektrony. Elektrony, krążą wokół jądra (1), po połączeniu tworzy się wspólna para (2). Ale elektrony dalej muszą krążyć to czy będą dalej uwspólnione jeżeli oddalą się od siebie (3). Model dynamiczny tłumaczy się jedną możliwością, którą można pokazać pod warunkiem, że zakłada się statyczną budowę atomu a to jest niezgodne nawet z założeniami w tym błędnym tłumaczeniu.

Na rysunku 2 pokazany jest schemat modelu (4) cząsteczki amoniaku z powstałymi wiązaniami. Dalszym udziwieniem jest wytłumaczenie powstania wiązania atomowego spolaryzowanego, które występuje prawie we wszystkich cząsteczkach zbudowanych z atomów różnych pierwiastków (np. woda, chlorowódor, amoniak). Uczniowie otrzymują informację,

że w wiązaniu atomowym spolaryzowanym wspólna para wiążąca przesunięta jest w kierunku atomu mającego większą zdolność przyciągania elektronów. Z takiego stwierdzenia wynika, że również elektron z atomu, który jest bardziej elektroujemny jakby bardziej zbliżał się do jądra atomu niż w stanie przed łączeniem się. Z rysunków nie wynika, że w przypadku współnienia elektronów oddalają się one od jądra atomu z którego pochodzą.



Rys. 2

Jak wykazano powyżej ten sposób tłumaczenia budowy atomu i tworzenia się wiązań jest w zasadzie skomplikowany i trudny do przedstawienia na modelu dynamicznym, a taki model zakłada ta teoria budowy atomu.

Ale w umyśle ucznia powstaje sprzeczność też z innego powodu. Na lekcjach fizyki wykazuje się, że ładunki jednoimienne odpychają się. Jak w takim razie wytłumaczyć wiązanie poprzez wytworzenie się układu trwałego z ładunków odpychających się. Takie podejście do nauczania chemii eliminuje u ucznia chęć myślenia, integrowanie wiedzy pomiędzy przedmiotami szkolnymi a co za tym idzie i dziedzinami nauki. W tym przypadku żadne uogólnienia nie mają racji bytu, gdyż w tej teorii tej są one inne niż w teoriach poznanych na lekcjach fizyki a nawet na lekcjach chemii.

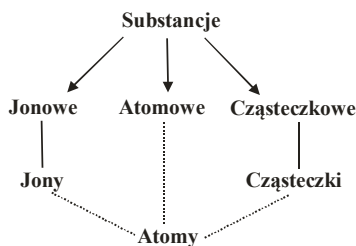
Dodatkowy paradoks tej teorii wykazuje analiza utworzonego wiązania utworzonego przez atomy siarki z atomami tlenu w cząsteczce SO_3 . Aby powstało wiązanie atom siarki musi współnić sześć elektronów, z czego wynika że własnych elektronów angażuje sześć i współni je z sześcioma elektronami pochodzącymi od trzech atomów tlenu. Każdy atom tlenu uzyskuje oktet a atom siarki ($6 + 6 = 12$) 12 elektronów liczba 12 nie jest oktetem gdyż oktet jak sama nazwa wskazuje to liczba 8. Jak w tym przypadku umysł ucznia ma poprawnie kodować informacje. Powstaje dysonans poznawczy, który wypacza proces prawidłowego przyswajania wiedzy. Dodatkowym utrudnieniem w teorii oktetu jest brak możliwości wytłumaczenia dlaczego gazy szlachetne (argon, krypton i ksenon, radon jako promieniotwórczy nie jest uwzględniany) mogą tworzyć związki chemiczne o budowie cząsteczkowej. Jak w teorii oktetu wytłumaczyć różną wartościowość niektórych pierwiastków w związkach chemicznych np. siarki, 2, 4, 6 lub chloru 1, 3, 5, 7. Dlaczego pierwiastki grup określanych jako główne wykazują głównie wartościowości parzyste lub nieparzyste.

Teoria oktetu straciła na swojej aktualności już w latach 30. XX wieku, gdy powstała kwantowa teoria budowy atomu. Pojęcie oktetu jako idealnej konfiguracji elektronów w atomie, straciło dodatkowo na swej aktualności w momencie gdy okazało się, że można otrzymać cząsteczkowe związki chemiczne większości gazów szlachetnych (z wyjątkiem helu i neonu co można wytłumaczyć posługując się kwantową teorią budowy atomu). Dlatego wydaje się koniecznym wprowadzenie kwantowej teorii budowy atomu, jako po pierwsze aktualnej z punktu widzenia naukowego. Po drugie jest ona spójna i pozwala na proste wytłumaczenie wielu zachowań substancji chemicznych. A po trzecie nie powoduje u uczniów transferu ujemnego, przez co zwiększa efektywność kształcenia chemicznego.

Jeden z błędów dydaktycznych popełnianych w czasie nauczania polega na stworzeniu w umyśle ucznia nieprawidłowej hierarchii pojęć. Taki błąd jest popełniany w przypadku nauczania o strukturze materii. Pojawia się on u niektórych dydaktyków, którzy wprowadzają zapis równania reakcji na poziomie cząsteczkowym, jonowym, elektronowym, kwantowym. Sugeruje to, że każde równanie reakcji można zapisać przy pomocy wzorów cząsteczkowych lub uwzględniając jony, ewentualnie przejścia elektronowe lub zmianę konfiguracji elektronowej ewentualnie zapisane według reguł stosowanych w chemii kwantowej. (Faktycznie inaczej powinno zapisywać się równanie reakcji w której powstają lub biorą udział jony, a inaczej równanie reakcji w którym produktami i substratami są cząsteczki) Stosowanie tego rodzaju zapisów utrwala przekonanie o jednolitej strukturze substancji chemicznych. A przecież faktycznie wszystkie otaczające nas substancje mają strukturę cząsteczkową lub jonową. Wyjątek stanowią gazy określane jako szlachetne, które występują w postaci atomów. Odrębnym zagadnieniem jest struktura czystych metali lub niektórych stopów metali. Stosując pewne uproszczenie przyjmuje się że stan metaliczny spowodowany jest występowaniem jakby megacząsteczek składających się z atomów metali, otoczonych połączonymi orbitalami z każdego atomu.

Utrwaliło się przekonanie, którego korzenie sięgają historycznej wiedzy na temat budowy substancji chemicznych, że na początkowym etapie nauczania należy stosować zapisy, które możemy określić jako zapisy na poziomie molekularnym. Efektem tego jest wprowadzanie tylko pojęcia cząsteczki, pisanie wzorów sumarycznych, rysowanie wzorów strukturalnych w taki sam sposób zarówno dla substancji o strukturze cząsteczkowej jak i o strukturze jonowej. Ten sposób podawania informacji powoduje utrwalenie przekonania o takiej samej strukturze wszystkich związków chemicznych. Utrwalenia takiego przekonania utrudnia a w niektórych przypadkach wręcz uniemożliwia wprowadzenia później pojęcia struktury jonowej. Zresztą autorzy niektórych podręczników informują o strukturze jonowej ale w zapisie strukturalnym dalej stosują identyczny zapis jak w przypadku substancji o strukturze cząsteczkowej. Dlatego należy uważać za olbrzymi błąd dydaktyczny stosowanie strukturalnych wzorów kreskowych w których kreska obrazuje wartościowość. Jest to dodatkowy błąd wynikający nie w pełni rozumienia terminu wzór strukturalny. Przecież wzór strukturalny ma za zadanie pokazać jak sama nazwa wskazuje strukturę danej substancji. A jak wiadomo kreska we wzorze strukturalnym oznacza parę elektronów. Jeżeli jest to kreska łącząca ze sobą symbole pierwiastków to oznacza wiążącą parę elektronów. Dlatego stosowanie wzorów strukturalnych utwierdza uczniów w przekonaniu, że wszystkie substancje mają taką samą strukturę.

Przyjmując w dalszym ciągu, że najmniejszym elementem pierwiastka jest atom, co wynika z definicji pierwiastka jako zbioru atomów posiadających taką samą liczbę protonów w jądrze musimy zdać sobie sprawę, że nie wszystkie atomy łączą się z innymi atomami tworząc cząsteczki. Atomy mogą też przechodzić w jony. Jony oddziaływując na siebie tworzą substancje jonowe, natomiast atomy łącząc się ze sobą tworzą cząsteczki a te dopiero składają się na substancję cząsteczkową. Dlatego faktycznie jedne substancje zbudowane są z cząsteczek a inne z jonów rys. 3.



Rys. 3

Inny jest charakter wiązań w substancjach cząsteczkowych, atomy są ze sobą powiązane stechiometrycznie w cząsteczki. I w tych substancjach pomiędzy sobą oddziałują cząsteczki. W tym przypadku można mówić o wiązaniach kierunkowych. Natomiast w przypadku jonów, nie łączą się one w cząsteczki a jedynie jony oddziałują na siebie. Oddziaływanie to nie jest jednak kierunkowe a przestrzenne. Każdy jon posiada własne pole elektryczne, które oddziałuje we wszystkich kierunkach. Dlatego też w substancjach o strukturze jonowej nie można wyróżnić cząsteczek. Stosując duże uproszczenie można stwierdzić, że każda substancja jest jakby mega cząsteczką.

W celu wyeliminowania takiego błędu już na początkowym etapie kształcenia chemicznego należy przedstawić strukturę substancji zgodnie z ich budową, czyli mówić o strukturze jonowej związków o budowie jonowej i mówić o strukturze cząsteczkowej w przypadku substancji o budowie cząsteczkowej. Te dwa rodzaje struktury powinno wprowadzać się prawie równolegle, aby jedno z wyobrażeń nie zdominowało drugiego (Paśko & Nodzyńska, 2009).

Nie wyróżnianie struktury jonowej w zapisie wzorów strukturalnych prowadzi do wypaczenia poglądu na strukturę materii a tym samym uniemożliwia poprawnego i pełnego zrozumienie zachodzących procesów chemicznych.

Jednym z błędów natury zarówno merytorycznej jak i dydaktycznej jest powszechnie stosowanie zapisu w którym sole trudnorozpuszczalne zapisuje się w postaci wzoru sumarycznego a substancje łatworozpuszczalne w postaci jonów. Taki zapis sugeruje, że te substancje trudnorozpuszczalne nie ulegają dysocjacji. W umysłach wielu uczniów powstaje proste kodowanie "jak w zapisie mamy jony to znaczy, że dysocjują a jak w zapisie nie mamy jonów to znaczy, że nie dysocjują". Sole jak wiadomo mają strukturę jonową i wszystkie w mniejszym lub większym stopniu ulegają dysocjacji. To stwierdzenie jest w pełni prawdziwe o czym świadczy iloczyn rozpuszczalności dla soli trudnorozpuszczalnych. Iloczyn rozpuszczalności w pewnym uproszczeniu jest to iloczyn stężeń molowych jonów w roztworach nasyconych tych soli w danych warunkach. Od stwierdzenia, że nie dysocjują jest już blisko do stwierdzenia, że nie mają struktury jonowej - a to jest niezgodne z prawdą.

Z niewiadomych bliżej powodów w edukacji chemicznej dominuje tzw. teoria kwasów i zasad określana jako Arrheniusa. Teoria ta dawno już uległa dezaktualizacji. Stosowana w niej terminologia wypacza faktyczne właściwości substancji. W pewnym sensie z jednej strony tłumaczy się przy jej pomocy zachowanie substancji, procesami zachodzącymi w mikroświecie. Jednak z drugiej odwołuje się do makroświata. Do celów edukacyjnych wydaje się być obecnie najbardziej przydatna teoria, którą skrótno można określić jako Bronsteda. Wykorzystywanie teorii Arrheniusa w procesie edukacji jest błędem zarówno z punktu merytorycznego jak i dydaktycznego. Nauczanie czegoś co jest nieaktualne z punktu widzenia naukowego jest błędem merytorycznym. Natomiast brak spójności w tej teorii utrudnia nauczaniem zrozumienie zachodzących zjawisk w otaczającym nas świecie, co należy uznać za błąd natury dydaktycznej.

Ponieważ w świetle nowych faktów będących konsekwencją badań naukowych okazuje się że teoria "Arrheniusa" nie wiąże odczynu substancji z jej budową wprowadzono modyfikację tej teorii, która jest jeszcze bardziej błędna. Klasycznie np. definicja kwasów brzmiała "Kwasy są to substancje oddysocjowuje jon wodorowy" Natomiast zasady to - substancje oddysocjujące jon wodorotlenkowy. Problem pojawił się w przypadku wodnego roztworu amoniaku. W wodnym rotorze amoniaku występują grupy wodorotlenkowe ale nieznanym jest związek o wzorze NH_4OH . Dlatego też zmodyfikowano brzmienie definicji dzięki temu możemy w podręcznikach znaleźć stwierdzenie kwasy to substancje zwiększające stężenie jonów wodorowych w roztworze, zasady substancje zwiększające stężenie jonów wodorotlenkowych w roztworze. Dzięki temu amoniak nadal możemy zakwalifikować do zasad. Błąd tej definicji jest bardzo duży, gdyż według takiej definicji np. do kwasów zaliczamy tlenki kwasowe oraz sole wywodzące się od mocnych kwasów i słabych wodorotlenków, gdyż substancje te rozpuszczone w wodzie zwiększają stężenie jonów wodorowych. Podobnie do zasad należy na podstawie tej definicji zaliczyć metale I grupy układu okresowego, tlenki metali grupy II i II oraz sole wywodzące się od mocnych wodorotlenków i słabych kwasów.

Zapis dysocjacji kwasu solnego jak powszechnie się nazywa wodny roztwór chlorowodoru lub używając nazwy kwasu chlorowodorowego zgodnie z teorią Arrheniusa zapisuje się: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

Zapis ten nie budzi wątpliwości u zawodowych chemików, jednak dla uczniów jest on nieprecyzyjny a w kontekście innego zapisu może wywoływać błędne skojarzenia. Z podobnym zapisem uczniowie stykają się w czasie nauki chemii: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Zapis ten ilustruje rozpad na jony chlorku sodu. Z zapisu nie możemy wnioskować czy jony te powstają w wyniku oddziaływania rozpuszczalnika polarnego najczęściej wody, czy też ich pojawienie jest wynikiem stopienia się substancji. Jednak w umyśle ucznia te dwa zapisy są ze względu na schemat bardzo podobne do siebie. Dlatego wiedząc, że chlorek sodu rozpada się na jony to zapewne chlorowódz z tego samego powodu rozpada się na jony. Skoro chlorek sodu zbudowany jest z jonów to zapewne i chlorowódz zbudowany jest z jonów. W ten sposób chcąc uprościć zapis dysocjacji wprowadzamy utrudnienie w określaniu struktury danej substancji chemicznej. Z tego powodu uczniowie bardzo często przypisują strukturę jonową innym kwasom. Można powiedzieć, że w procesie edukacji chemicznej nie wskazano w jaki sposób należy wnioskować o strukturze danej substancji, ograniczając się tylko do odróżnienia substancji o strukturze cząsteczkowej od tych o strukturze jonowej.

Natomiast zapis przebiegu reakcji $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ nie sugeruje już, że cząsteczka chlorowodoru ulega rozpadowi na jony. Powyższy przebieg procesu zachodzącego po wprowadzeniu chlorowodoru do wody można bardzo łatwo wykazać doświadczalnie (Paśko 2000) już na poziomie gimnazjum.

Analizując treści podręczników do chemii można odnieść w niektórych przypadkach wrażenie, że zawierają one stare stwierdzenia z przed kilkudziesięciu lat tylko we współczesnej formie językowej. W jednym z podręczników do chemii z początku XX wieku czytamy "W roztworze wodnym mają kwasy smak kwaśny, zmieniają w odpowiedni sposób barwę "wskaźników" jak n.p. lakmusu, który pod wpływem kwasu przybiera barwę czerwoną. ... Zasady wpływają w odpowiedni sposób na barwę wskaźników n.p. niebieszczy czerwonemu lakmus, z fenolofaleiną dają czerwono-buraczkowe zabarwienie" (Duchowicz 1915). Takie stwierdzenie na początku XX wieku nie dziwi, gdyż teoria Brønsteda powstała dopiero w latach 20. XX wieku. Jednak na początku XXI wieku należy używać poprawnych zgodnych z obecnym stanem nauki stwierdzeń. Zmiany barwy wskaźników określanych od dawna jako wskaźniki kwasowo-zasadowe nie powodują ani kwasy ani zasady. Po rozszyfrowaniu mechanizmu reakcji okazało się, że nie kwasy czy zasady lub wodorotlenki zmieniają barwę wskaźnika a jony oksoniowe i wodorotlenkowe. Gdyby tak nie było to wiele soli w roztworach wodnych nie powodowałyby zmiany barwy wskaźników.

W niektórych podręcznikach można spotkać stwierdzenia jakby odpisane z podręczników do chemii z przed około stu lat ale zmienionych i uproszczonych. Mówi się o papierkach lakmusowych, których już nie stosuje się od kilkudziesięciu lat ich miejsce zajęły uniwersalne papierki wskaźnikowe. Pisząc o zmianie barwy papierka lakmusowego popełnia się co najmniej dwa błędy. Jednym z nich jest pominięcie faktu, że do stwierdzenia obecności kwasu stosowano niebieskie papierki lakmusowe natomiast do stwierdzenia obecności wodorotlenków stosuje się czerwone papierki lakmusowe. Natomiast drugi czyni się zamieszczając ilustracje na której pokazuje się powszechnie stosowany do celów dydaktycznych uniwersalny papierek wskaźnikowy, który ma barwę pomarańczową, lub pomarańczowo-żółtą a w podpisie figuruje papierek lakmusowy.

Do bardzo powszechnego błędu dydaktycznego należy mieszanie ze sobą teorii kwasów i zasad. W rezultacie czego uczniowie nie mogą w pełni zrozumieć co oznacza że aminy wykazują zasadowy charakter. Wodorotlenek sodu i potasu są to takie same wodorotlenki jak wodorotlenki innych metali. Jednak w tym przypadku bez dokładnego wyjaśnienia stosuje się określenie zasada sodowa mając na myśli wodne roztwory wodorotlenków. Ale już bardzo stężone roztwory (pond 44%) wodorotlenków metali I grupy układu okresowego nazywa się ługami. Natomiast zakłada się w nazewnictwie, że pod terminem wodorotlenek należy rozumieć substancje stałą w strukturze, której występują grupy wodorotlenkowe.

W tym zakresie panuje nadal ciągnący się od XIX wieku chaos, czego przykładem może być informacja zamieszczona na portalu wiedzy. „Ług wodny roztwór wodorotlenku sodu NaOH (zasada sodowa, soda żrąca, soda kaustyczna). (<http://portalwiedzy.onet.pl>)

Termin zasada obecnie w procesie kształcenia chemicznego jest terminem wieloznacznym. Zasadą jest wodny roztwór wodorotlenku sodu, zasadą jest wodny roztwór amoniaku i zasadą jest amina. Uczeń najpierw styka się z terminem zasada sodowa, kiedy to zakoduje, dochodzi nowa zasada: zasada amonowa. Jak uczeń ma pogodzić powstawanie zasady amonowej wobec wcześniejszego poznania zasady sodowej. Zasada sodowa powstaje w wyniku rozpadu wodorotlenku sodu (NaOH) na jony sodu i wodorotlenkowe, a z czego powstaje zasada amonowa, skoro wodorotlenek amonu nie istnieje. Tworzenie sztucznych zapisów hydratów nie istniejących w otaczających nas warunkach jest spektakularne, dodatkowo obciążające pamięć ucznia. Dodatkowym problemem dla ucznia będzie zrozumienie zasadowego charakteru amin. Jeżeli uczeń wiąże wzór NaOH z nazwą zasada sodowa to będzie miał poważne kłopoty ze zrozumieniem dlaczego aminy mają charakter zasadowy skoro w ich cząsteczce nie znajdują się grupy wodorotlenkowe.

W związku z powyższym można stwierdzić, że nadszedł najwyższy czas aby uporządkować nazewnictwo. Wodorotlenkami nazywać połączenia jonów metali z grupą wodorotlenkową. Po rozpuszczeniu w wodzie otrzymujemy wodny roztwór wodorotlenku. Natomiast zasada jest to substancja zdolna do przyłączenia protonu a kwas do oddania protonu. Przy takim nazewnictwie charakter zasadowy amin będzie widoczny tak jak i charakter zasadowy amoniaku.

Przyjmując zgodnie z teorią Brønsteda definicje kwasów i zasad nie trzeba tworzyć błędnych definicji tych grup związków chemicznych. Takich jak wcześniej wspomniano „kwasu to substancje zwiększające stężenie jonów wodorowych, a zasady stężenie jonów wodorotlenkowych”. Definicja ta jest błędna z kilku powodów o czym wspomniano wcześniej. Dodatkowo nie uwzględnia ona faktu, że według aktualnych badań w roztworach wodnych nie występują jony wodorowe a jony oksoniowe (dokładniej są one hydratami jonów oksoniowych).

Błędny jest nazywanie reakcji kwasów z wodorotlenkami reakcjami zobojętniania. Faktycznie zobojętnianie następuje tylko w przypadku reakcji mocnych kwasów z mocnymi wodorotlenkami (tymi, które w roztworach wodnych są całkowicie zdysocjowane.). W przeciwnym przypadku nie osiągamy roztworu obojętnego, bo otrzymana sól ulega hydrolizie.

Z podręczników szkolnych (a co za tym idzie i na lekcjach chemii) co jakiś czas znikają a potem znów pojawiają się w nich pewne prawa chemiczne. Przykładem jest prawo stałości składu. Prawo to uważano za bezwzględnie prawdziwe do lat 30. XX wieku. (Schottky 1930) Stwierdzone doświadczalnie odchylenia od tego prawa tłumaczono niedokładnością pomiaru, w tym przypadku głównie pomiarem masy. Jednak już około 80 lat temu doświadczalnie stwierdzono, że istnieje grupa związków chemicznych, których skład uzależniony jest od sposobu ich otrzymywania, jednak odchylenia te nie są zbyt wielkie i sięgają zaledwie do kilku procent. Związki te nazwano bertolidami w odróżnieniu od daltonidów w których był zachowany zawsze stały stosunek stechiometryczny (Dereń i inni 1975). Pomimo tego autorzy niektórych podręczników podają to już nieaktualne od wielu lat prawa chemiczne. A dydaktycy recenzenci „przymykają na to oko”. A dzieje się o za zgodą twórców podstaw programowych.

Do dość często popełnianych błędów należy stosowanie pewnych uproszczeń. Uproszczenia te można podzielić na dwie grupy do jednej należy uproszczony opis reakcji hydrolizy w którym stwierdza się że białka w wodzie rozpadają się na aminokwasy, estry w wodzie rozpadają się na kwasy i alkohole itp. A przecież związki te nie rozpadają się tylko reagują z wodą w wyniku czego powstają w pierwszym przypadku aminokwasy a w drugim kwasy i alkohole. Podobnie tłuszcze nie rozpadają się na glicerynę (glicerol, propanotriol) i kwasy, a substancje te powstają w wyniku reakcji tłuszczów z wodą. Drugim rodzajem uproszczeń jest stwierdzenie w skład wchodzi kwasy i alkohole. Stosowanie takich uproszczeń powoduje w umyśle ucznia błędnie kodowanie co odbija się na rozumieniu procesów zachodzących na poziomie mikroświata.

Można spotkać w zeszytach uczniów opis doświadczenie, wykonywanego w celu stwierdzenia jaką część powietrza stanowi tlen. Doświadczenie jest dość efektywne gdyż pokazuje jak zapalona pod kloszem umieszczonym w naczyniu z wodą świeczka po pewnym czasie gaśnie a poziom wody w kloszu wyraźnie podnosi się do góry. Komentarz do tego jest oczywisty. Ubyło tlenu, gdyż został zużyty do spalenia się świecy. Prawdą jest że atomy tlenu reagują z atomami węgla zawartymi w parafinie, ale już przy zawartości około 16 % tlenu świeczka gaśnie (Mrowiec 2000). Z drugiej strony zgodnie z równaniem reakcji jaka objętość tlenu przereaguje, to powstanie taka sama objętość tlenu węgla(IV). Jak w tym przypadku zgodnie z prawdą wytłumaczyć uczniom obserwowany efekt doświadczenie. Muszą tu być inne czynniki, które wynik doświadczenia czynią taki jaki chcemy uzyskać.

Odrębnym zagadnieniem jest używanie w procesie edukacji zamiennie opisów procesów zachodzących na poziomie makro i mikro. Przykładem może być stwierdzenie że związek chemiczny jest złożony z połączonych ze sobą trwale pierwiastków chemicznych. Z takim poglądem możemy spotkać się w starszych podręcznikach do chemii np. z połowy XIX w. (Czymbański 1857) ale takie uproszczenie w edukacji chemicznej na pierwszym etapie przedmiotowego nauczania chemii jest bez wątpliwości błędem zarówno merytorycznym jak i dydaktycznym. Konsekwencją tego jest brak wyraźnego rozgraniczenia terminologii z poziomu makro od terminologii z poziomu mikro. Brak wyraźnego rozgraniczenia tych terminów czyni chemię trudną gdyż nie w pełni zrozumiałą. Systematyczny kurs chemii w drugiej połowie XIX wieku zaczynał się od wprowadzenia podstawowych definicji i od zapisów równań reakcji chemicznych przy pomocy symboli. (Kauer 1874). Jednak już w pierwszej połowie XX wieku nauczanie chemii zaczynało od długiego wstępu bez wykorzystywania symboli chemicznych. (Duchowicz 1948). Symbole zostają wprowadzone dopiero w połowie roku szkolnego. Ten sposób edukacji chemicznej w szkole podstawowej a następnie w gimnazjum przetrwał w niektórych podręcznikach do dzisiaj. Z czasem coraz mniej czasu poświęcano nauczaniu bez zapisu równań reakcji przy pomocy symboli chemicznych, jednak relikty ten pozostał nadal. Błędem jest brak wyraźnego przedstawienia czym różni się zapis na poziomie makro od zapisu na poziomie mikro. Taki brakicznego rozgraniczenia powoduje brak umiejętności interpretacji zapisu równania reakcji i powszechne przekonanie, że pierwiastki łączą się ze sobą, nie biorąc pod uwagę że faktycznie to nie pierwiastki a atomy pierwiastków biorą udział w reakcji. Co jest już w pewnym sensie uproszczeniem.

Popęlenie w procesie edukacji błędu polegającego na “uproszczeniu” definicji powoduje w konsekwencji powstanie błędu merytorycznego. Istnieje pewna grupa definicji, które z powodów dydaktycznych nie są odwracalne, co oznacza że są one prawdziwe w pewnym zapisie natomiast zamienienie członu definiowanego z definiującym powoduje ich błędność. Przykładem takiej definicji może być uproszczona, dopasowana do poziomu gimnazjum definicja amin. Brzmi ona “Związki w cząsteczkach, których znajduje się grupa NH_2 zaliczamy do amin”. Odwrócenie kolejności powoduje błędną definicję gdyż do amin zaliczamy jeszcze związki np. w cząsteczce których znajduje się grupa NH . Przecież każda cząsteczka zawierająca w swym składzie grupę NH_2 to amina ale nie każda amina zawiera w cząsteczce grupę NH_2 .

Co faktycznie decyduje o odczynie roztworu. W czasie edukacji chemicznej uczniowie nabywają przekonania, że odczyn kwaśny powodują kwasy a zasadowy zasady. A przecież od dawna wiadomo że za odczyn kwaśny odpowiedzialne są w nadmiarze względem jonów wodorotlenkowych jony oksoniowe. Jony te powstają w procesie rozpuszczania różnego typu substancji w wodzie. Jednymi z nich faktycznie są kwasy, ale mogą to też być sole.

Powszechnym błędem w nauczaniu chemii jest z jednej strony zbytne uproszczenie przekazywanej wiedzy a z drugiej próba jej “unaukowienia”. Te dwie tendencje można zauważyć w podręcznikach do gimnazjum. Jedni autorzy upraszczając przekazywaną wiedzę nie upraszczają obecnych poglądów naukowych a sięgają do starych zdezaktualizowanych poglądów. Unaukowanie znowu idzie w kierunku usiłowania wytłumaczenia jak najwięcej. A ponieważ w wielu przypadkach uczniowie nie są do tego przygotowani (np. brak odpowiedniej wiedzy matematycznej) przywołują stare nieaktualne poglądy panujące wśród naukowców nawet sto lat temu. Ani jedno rozwiązanie ani drugie nie czyni z chemii łatwego przedmiotu a już nie mówiąc o jego poziomie merytorycznym.

Innym błędem już właściwie natury dydaktycznej jest eliminowanie “rozumowego” dochodzenia do uzyskania rozwiązania danego zadania. Pokutuje modne w latach 70. korzystania z pewnych schematów, wzorów. Istotnym jest kogo kształcimy. W przypadku gimnazjów jest to kształcenie ogólne mające nauczyć pewnego rodzaju logicznego rozumowania. Gotowe wzory są wygodne gdy wykonuje się wielką ilość takich samych obliczeń.

Z jednej strony dydaktycy chemii uważają, że dla ucznia chemia jest trudna gdyż operujemy często pojęciami abstrakcyjnymi ale z drugiej strony nie stwarzają możliwości rozwijania wyobraźni u uczniów. Wielu nauczycieli preferuje w rozwiązywaniu zadań chemicznych dotyczących stężenia procentowego roztworów stosowanie wzoru: stężenie procentowe jest to stosunek masy rozpuszczonej substancji do masy roztworu pomnożonego przez 100%. Co jest uczniowi łatwiej jest sobie wyobrazić stosunek dwóch wielkości, czy ilość substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu.

Powszechnym błędem dydaktycznym jest: przechodzenie od nazwy chemicznego związku nieorganicznego do jego wzoru sumarycznego, wykorzystując do tego celu odpowiedni schemat. Następnym etapem jest konstruowanie wzoru strukturalnego które następuje w oparciu o wzór sumaryczny. Aby rozwijać umiejętności ucznia i wykorzystać posiadaną przez niego dotychczas zdobytą wiedzę należy najpierw na podstawie nazwy w oparciu o informacje zawarte w nazwie lub układzie okresowym skonstruować wzór strukturalny. Dopiero następnym etapem na podstawie wzoru strukturalnego należy wyliczyć wzór sumaryczny.

Błędy zarówno merytoryczne jak i dydaktyczne w przekazywaniu wiedzy chemicznej występują również na niższych szczeblach edukacji począwszy już od nauczania początkowego. Aby przekazywane informacje były dla ucznia bardziej zrozumiałe stosuje się zbyt duże uproszczenie polegające na eliminacji pewnych wyrazów z poprawnego stwierdzenia. Takie skrótowe wypowiedzi powodują błędne kodowanie w umyśle ucznia, które potem jest trudne do wyeliminowania. Przykładem takich uproszczeń są dość często pojawiające się stwierdzenia.

Np. Związki organiczne powstają w organizmach żywych. W powietrzu znajdują się tlen i azot. (Paško, Gwóźdź 2002).

W edukacji szkolnej uczniów zapoznaje się z wiedzą naukową, potoczną oraz często wypaczoną wiedzą naukową którą można określić jako wiedzę szkolną, gdyż występuje ona obecnie głównie tylko w podręcznikach szkolnych. Przekazywanie uczniom tych trzech rodzajów wiedzy powoduje w umysłach chaos i prowadzi do dysonansów pojęciowych, co bez wątpienia nie stwarza u uczniów naukowego obrazu o chemii jako dziedziny nauki.

W procesie edukacji w umyśle ucznia wiedza nienaukowa powinna być zastępowana wiedzą naukową. Jednak ostatnio obserwujemy proces odwrotny, wiedza potoczna zaczyna eliminować z podręczników szkolnych wiedzę naukową.

Zakończenie:

Chemia należy do jednego z przedmiotów szkolnych o olbrzymich walorach kształcących, rozwijających bardzo ważne umiejętności. Niepowtarzalność walorów kształcących tkwi w konieczności równoczesnego omawiania obserwowanych zmian zachodzących w świecie makro z równoczesnym wyjaśnianiem ich poprzez tłumaczenia procesów zachodzących w świecie mikro.

Przekazywane informacje z zakresu chemii powinny być poprawne pod względem merytorycznym jak i dydaktycznym już od początku przebywania dziecka w szkole. (Paško J.R., Paško I. 2002)

W procesie edukacji należy pamiętać, że zbyt mała ilość przekazywanej wiedzy jest tak samo a może bardziej szkodliwa niż jej nadmiar. Powstałe luki w przekazywanej naukowej wiedzy są wypełniane wiedzą potoczą co obniża poziom wykształcenia ucznia.

Nauczanie chemii powinno wykształcać u uczniów umiejętność obserwacji, wnioskowania jednym słowem logicznego myślenia. Niestety w obecnej formie nauczanie chemii w dużej mierze propaguje nauczanie pamięciowe, gdyż przekazywane treści nie tworzą jasnej logicznie powiązanej całości.

Dlatego należy zreformować program nauczania chemii tak aby wyeliminować z niego jak najwięcej błędów merytorycznych i dydaktycznych. Wtedy dopiero uczniowie zrozumieją tajniki chemii, twierdząc, że należy ona do przedmiotów łatwych.

Jednak zmiany te powinny wyjść oddolnie czyli sami nauczyciele powinny reformować nauczanie chemii wymuszając na urzędnikach zmianę programu kształcenia chemicznego. Przykładem takiego oddolnego działania było wymuszenie na twórcach programu nauczania chemii "przeniesienie" układu okresowego pierwiastków chemicznych z liceum ogólnokształcącego do szkoły podstawowej.

Literatura:

- Castelvecchi D. (2010) *Kształt niewidzialnego* [w:] Świat Nauki
- Czyrniański E. (1957) *Wykład Chemii Nieorganicznej*, nakład S. Orgelbranda, Warszawa
- Duchowicz B. (1915) *Chemia dla wyższych klas gimnazjalnych* Jakubowski, Lwów
- Duchowicz B. (1948) *Wiadomości z chemii dla II klasy gimnazjów*, PZWS, Warszawa
- Dereń J., Jaber J., Pampuch R. (1975) *Chemia ciała stałego* PWN, Warszawa
- Kauer A. (1974) *Nauka fizyki i chemii, część trzecia chemia*, Nakł.: A Hölder, Wiedeń
- Mrowiec H. (2000) *Chemizm, funkcje i rodzaj doświadczenia projektowanego dla celów dydaktycznych* [w:] Aktualne problemy edukacji chemicznej, Opole

Paško J.R. (2000) *Chemia część II dla gimnazjum*, Kubajak, Krzeszowice

Paško J.R., Gwóźdź A. (2002): *Treści chemiczne w nowych podręcznikach do przyrody dla IV klasy szkoły podstawowej*, Aktualni otázky výuku chemie, str. 92 - 93, Gaudeamus, Hradec Králové

Paško J.R., Nodzyńska M. (2009) *Moja chemia : podręcznik dla gimnazjum. Cz. 1* Krzeszowice : Wydaw. Kubajak

Paško, J.R, Paško I. (2002): *Nauczanie o strukturze materii w klasach I - III szkoły podstawowej*; Aktualni otázky výuku chemie, str. 131 - 133, Gaudeamus, Hradec Králové

Schottky W, Wagner C.(1930) Z. phys. Chem. B11, 163

http://portalwiedzy.onet.pl/16892,,,,lug_sodowy,haslo.html

Jan Rajmund Paško

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Unconventional resources for identification of pupils knowledge

Miroslav Prokša

New ways of education of chemistry demands new feedback methods. To get the results it is not enough to use memory and algorithmic tasks. To get the feedback we need to use such tasks that will show better how pupils use acquired knowledge. We will describe two types of tasks that can be used to get the feedback, if the education was in accordance with the principles of the constructivist approach and development creative thinking of pupils.

Later we will explain the principles behind conceptual tasks.

Mainly in USA chemistry exam tasks are classified by using pragmatic criterion, which considers the level of mastering the subject matter by students. Basic knowledge is created by memorising the facts, information and data. Skemp differentiates other two types of learning:

- instrumental level, which reflects a rote learning synopsis where the learner knows a rule and is able to use it,
- relational understanding, which reflects meaningful learning in which the student knows what to do and why he is doing it.

Each of these three levels (basic, instrumental, relational) have its importance, even they are utilized in different range according to the situations in which students have to use their knowledge. At first they must dispose of a collection of facts and data and later use them in solving algorithmic problems, i.e. problems about familiar situations, mainly the numerical problems, which they are able to solve using mathematical formulas. The most demanding situation is a problem, which can't be solved merely by data recalling or by using algorithms.

If we consider these three mentioned levels of mastering the subject of chemistry as the base of exam task classification, the following three types of tasks should be distinguished:

- recall questions,
- algorithmic questions,
- conceptual questions.

The first two types are well known and don't require further descriptions. Although the third type is often mentioned by several didactics, exact definition is still missing and sometimes is also criticized and refused. Despite the lack of a definition, these tasks are quite precisely characterised.

We decided to show the differences between previously mentioned question types through particular examples. First of all should be emphasized, that such a classification bears the same imperfections like all the others, i.e. they divide the continuity of exam tasks to defined fragments. Another insufficiency comes from the students' perception of the task, according to their age, abilities, previous knowledge and the style, which they were taught. An exam task could be considered some students to be algorithmic, while for others or for the same student in a different time the same task may be a conceptual one.

Conceptual questions present a chemical situation that a student has not trained with. Conceptual questions require students,

- to explain an unfamiliar phenomenon,
- to adapt an explanation to a new situation,
- to identify the underlying concept in order to recognize which algorithm to invoke,
- to analyze information to select relevant data,
- to extract useful data from an excess of information,
- to synthesize answers,
- to evaluate a problem in order to select the mathematical tools necessary to solution,

- to justify a choice,
- to predict what happens next,
- to explain why and how something happens,
- to predict what happens next,
- to recognize questions phrased in a novel way.

On this example we will show the difference between algorithmic and conceptual tasks.

Algorithmic question - submicroscopic representation

Question 1.A:

- Write, which solution, A or B, is most concentrated. Solution A contains 6 moles of a solute in 500 ml of solution; solution B contains 3 moles of same solute in 250 ml of solution.

- Write, which solution A, B or C is most concentrated. Solution A contains 6 moles of a solute in 500 ml of solution, solution B contains 3 moles of same solute in 250 ml of solution, solution C was prepared by mixing of 250 ml of solution B and 500 ml of solution A.

Solutions a)

$$c = n/V \quad c_A = 6/0,5 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_B = 3/0,25 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_A = c_B$$

Solutions b)

$$c = n/V \quad c_A = 6/0,5 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_B = 3/0,25 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

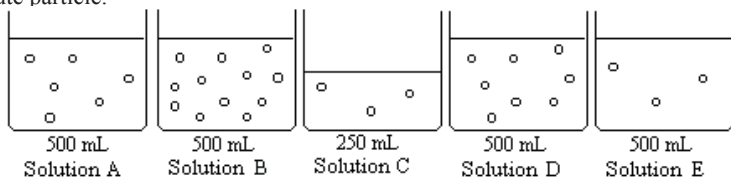
$$c_C = 9/0,75 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_A = c_B = c_C$$

Conceptual question - submicroscopic representation

Question 1.C:

The drawings below represent beakers of aqueous solutions. Each circle represents a dissolved solute particle.



- Which solution is most concentrated?
- Which solution is least concentrated?
- Which two solutions have the same concentration?
- When Solutions A and C are combined, the resulting solution has the same concentration as Solution.....

Solutions a)

$$c = n/V \quad c_A = 6/0,5 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_B = 12/0,5 = 24 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_C = 3/0,25 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_D = 8/0,5 = 16 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

$$c_E = 3/0,5 = 6 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$$

cB

Solutions b)

cE

Solutions c)

$c_A = c_C$

Solutions d)

$c_A + c_C = 9/0,75 = 12 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$

$c_A = c_C = c_A + c_C$

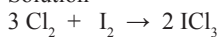
We will show another example.

Algorithmic question - submicroscopic representation

Question 2.A:

How many moles of ICl_3 are created if 3 moles of Cl_2 react with 3 moles of I_2 ? How many moles of Cl_2 and I_2 remain after reaction?

Solution



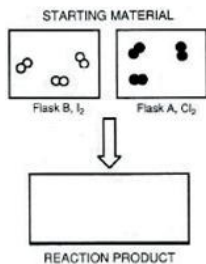
2 moles of ICl_3

0 moles of Cl_2 and 2 moles of I_2

Conceptual question - submicroscopic representation

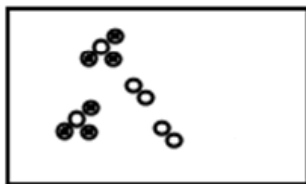
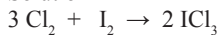
Question 2C

Chlorine Cl_2 and iodine I_2 react to give ICl_3 . The contents of flask A and B are mixed in a reaction flask.



Draw the situation in the reaction flask after reaction has occurred.

Solution



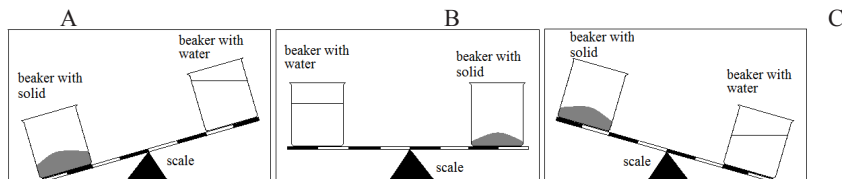
2 moles of ICl_3

0 moles of Cl_2 and 2 moles of I_2

We will show another two examples of conceptual task (without algorithmic modification).

Question 3.C - macroscopic representation

Check the picture, in which the beakers contain as much water and solid, that after being mixed the solutions mass percent will be less than 50%.

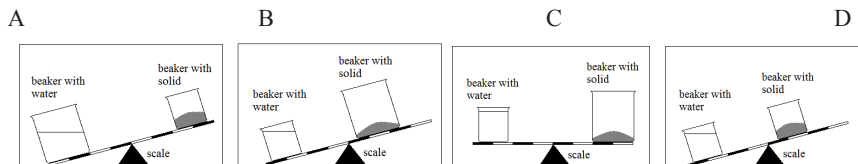


Solution

- A: $m_s > m_w$ $w\% > 50\%$
 B: $m_s = m_w$ $w\% = 50\%$
 C: $m_s < m_w$ $w\% < 50\%$

Question 4.C - macroscopic representation

Check the picture, in which the beakers contain as much water and solid, that after being mixed the solutions mass percent will be sure less than 50%.



Solution

- A: $m_L > m_R$ $? w\% < 50\%$ $m_B L ? m_B R$ and $d_L = d_R$
 B: $m_L > m_R$ $? w\% < 50\%$ $m_B L ? m_B R$ and $d_L ? d_R$
 C: $m_L = m_R$ $w\% < 50\%$ $m_B L < m_B R$ and $d_L = d_R$ $m_w > m_s$
 D: $m_L > m_R$ $? w\% < 50\%$ $m_B L = m_B R$ and $d_L ? d_R$

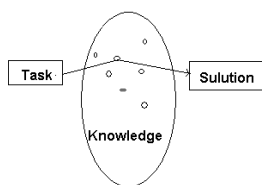
$$m_B L + m_w = m_B R + m_s$$

$$5 + m_w = 10 + m_s$$

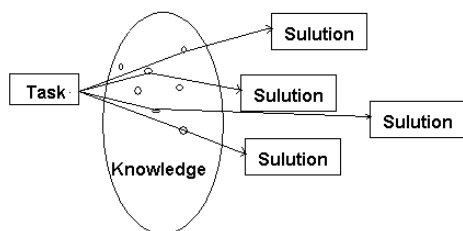
$$m_w > m_s$$

If you want to identify the usage of creative thinking it is possible to use divergent tasks. The opposite are convergent tasks which are commonly known and widely employed. The difference between the convergent and divergent tasks will be demonstrated by these two schemes.

Convergent Task – one correct solution



Divergent task – many equivalent correct solutions



As the most important feature of the tasks of divergent character can be considered the fact that these tasks are constructed in a way to provide a wide spectrum of approximately equally acceptable solutions.

These tasks are usually introduced by means of the following introductions:

- Suggest as many as
- Conceive a variance of
- What consequences would ensue from
- Apply new methods....
- etc.

Characterisation of chemical tasks with divergent character:

- they are new for the student, unexpected, contain the element of indeterminateness and have a problem character,
- they are open and allow for approximately equivalent solutions,
- they stimulate students to solve the problems,
- they have a positive influence on the development of fluency, flexibility and originality of thinking,
- they stimulate the promptness of memory,
- they develop of abilities to use the recovered knowledge in the widest and most varied situations, and not only in situations and in a form in which the knowledge had been gained,
- they are to promote the endeavor to find the greatest, possible range of solutions, an endeavor to change the already existing solutions, or to improve them,
- they support the ability to anticipate problems, to reinforce attention for finding them and to eliminate, respect for their solution,
- they require finish details of the solution, it positively influences the development of the ability of finishing the activity.

To better show the core and way of divergent task solving, we will show some examples of such tasks.

Question 1.D

How could you finish the sentence:

Sodium reacts with water

so that it should be correct from the chemical point of view? Write down the greatest number of different variations.

Solutions

For example:

..... and H_2 is producing

- and NaOH is producing
- and gas is producing
- and sodium float on the surface of water
- and sodium is rapidly moving on the surface of water
- exothermically
- and sodium is dissolving
- and sodium is burning
- and the solution is colouring
- and new bonds arise from old bonds
-

Question 2.D

From the given substances form as many groups as possible. Write down all representatives of the individual groups with the explanation why they can be included in one group:

$F_2, H_2O, Br_2, CH_4, H_2, H_2SO_4, NaCl, CaCO_3, C_6H_6, Cl_2$.

Solutions

For example:

- F_2, H_2, O_2, Cl_2 - they are gases
 - they have diatomic molecules
 - they have non-polar covalent bond
 -
- F_2, Cl_2, Br_2 - they are elements of group 17 of periodic table
 - they have 7 valence electrons
 - they have high value of electronegativity
 -
- H_2O, H_2SO_4 - they are acid (Brønsted)
 -
-

Question 3.D

Write down the greatest possible number of formulas of various substances which react with nitric acid, so that one of the products is water.

Solutions

For example:

- $NaOH, KOH, LiOH, Ca(OH)_2, Ba(OH)_2, Al(OH)_3, \dots\dots\dots$
- $CaO, Na_2O, MgO, \dots\dots\dots$
- $Na_2CO_3, CaCO_3, \dots\dots\dots$
- $NaHCO_3, \dots\dots\dots$
- $Na_2SO_3, \dots\dots\dots$
- $Cu, Ag, \dots\dots\dots$
- $Zn, \dots\dots\dots$
- $CH_3COOH, \dots\dots\dots$
- $CH_3CH_3, \dots\dots\dots$
- $CH_3CH_2OH, \dots\dots\dots$
- $C_6H_6, \dots\dots\dots$
-

Question 4.D

State which substances can be prepared if the following chemicals are available:
 $Zn, Al, HCl, NaOH, K, AgNO_3, CuSO_4 \cdot 5H_2O, H_2O$.

Solutions

For example:

H₂, ZnCl₂, NaCl, NaNO₃, AgCl, Cu(OH)₂, KOH,

Literature:

Treagust F. D., Chittleborough G., Mamiala L. T. (2003): Int. J. Sci. Edu.

Nakhleh M. B., Mitchell R. C. (1993): J. Chem. Ed., 70.

Haláková Z., Prokša M. (2007): J. Chem. Ed., 84.

Robinson W. R., Nurrenbern S.C. (2006-11-17): Conceptual Questions (CQs). <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/CQs/WhatAreCQs.ht> .

Nurrenbern S. C., Robinson W. R. (2008-5-26): <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEDLib/QBank/collection/CQandChP/index.html>.

Arasasingham R. D., Taagepera M., Potter F., Martorell I., Lonjers S.J. (2005): Chem. Educ., No. 8.

Csaba I., Prokša M., Haláková Z. (2008): *The possibilities and the limits in creation of chemical conceptual questions* [In:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych. Monografia / Research in didactics of science. Monograph.* Krakow Uniwersytet Pedagogiczny. ISBN 978-83-7271-519-7.

Koleják V., Prokša M., Tóthová A., Veselský M. (2008): *Solving chemical conceptual tasks from pupil's point of view* [In:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych. Monografia / Research in didactics of science. Monograph.* Krakow Uniwersytet Pedagogiczny. ISBN 978-83-7271-519-7.

Held L., Liphay T., Prokša M. (1992): *Vyučovanie chémie a tvorivos.* Bratislava. ISBN 80-08-02455-0

Prokša M., Liphay T., Silný P. (1987): *The development of creative thinking of students in the preparation in didactics of chemistry* [In:] *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae. Chimia*, 35. Bratislava.

Prokša M., Liphay T. (1988): *On the diagnosis of abilities of divergent thinking in chemistry students* [In:] *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae. Chimia*, 36. Bratislava.

Prokša M., Liphay T., Silný P. (1990): *Preparation of future teachers of chemistry for a creative guidance in the teaching process* [In:] *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae. Chimia*, 38. Bratislava.

Prokša M. (1991): *The development of creativity in future teachers of chemistry* [In:] *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae. Chimia*, 39. Bratislava

Prokša M., Silný P. (1992): *Solution of chemical problems and development of creative thinking* [In:] *Acta Facultatis rerum naturalium Universitatis Comenianae. Chimia*, 40. Bratislava.

Miroslav Prokša

Department of Didactics, Natural Sciences, Psychology and Pedagogy

Comenius University

Bratislava, SL

Sú chyby v prírodných vedách a v prírodovednom vzdelávaní prípustné?

Ľubomír Held

Úvod

Bezprostredná odpoveď na takto postavenú otázku bude asi záporná. Skúsme sa ale pod vplyvom nastolenej témy zamyslieť nad stavom vecí. Vlastné skúsenosti i skúsenosti generácií doterajších žiakov nás vedú k predstave, že prírodné vedy vytyčujú neomylné pravdivý obraz sveta, vedci na rozdiel od bežných ľudí sa nemýlia, samotná veda má dokonalú logiku, v prírodných vedách sa dá všetko vypočítať. Učitelia vyučujúci prírodovedné predmety sú múdri a žiaci sú zväčša v pozícii nedokonalých bytostí, ktoré nerozumejú, nevedia a určite robia veľa chýb. Cieľom prírodovedného vzdelávania je, aby žiaci ovládli aktuálne prírodovedné pojmy a teórie, zapamätali si množstvo vzorcov a algoritmov, zvládli aspoň základy špeciálnych jazykov vedeckých disciplín, ale najmä aby nedávali nesprávne odpovede na zadané otázky a správne riešili zadané príklady. Posledne uvedená myšlienka je tiež legitimizovaná medzinárodnými a národnými testovaniami. Výsledky testov sú ukazovateľom a nezriedka aj cieľom prírodovedného vzdelávania.

Prítom samotné prírodné vedy s chybami zápasia po svojom. Napríklad objektívne sa odhaľujú a zhodnocujú chyby merania, predpoklady a odhady sa testujú stále dokonalejšími testami. Údaje z viacerých zdrojov sa triangulujú, aby sa zabezpečila ich korektnosť. Výpočty sa spresňujú aj na základe dokonalej výpočtovej techniky. Voľnej interpretácii napomáhajú štatistické metódy. Nezlučiteľné rozpory teórií niekedy dostanú zelenú v podobe komplementárnych prístupov. Skrátka veda a vedci na rozdiel od bežných smrteľníkov všetko zvládajú. Posledne uvedená téza je ešte umocňovaná mediálnymi predstavami geniálnych forenzných vedcov a ich metód.

Sú chyby tým čo skutočne nepatrí do školy, je úloha učiteľov a pedagogiky hľadať a vyvíjať čoraz dokonalejšie metódy pre nekonečný boj s chybami? Aké chyby sú akceptovateľné? Môžu mať chyby pozitívny zmysel?

Cieľom tohto príspevku je zamyslieť sa nad uvedenými otázkami a zhromaždiť argumenty v prospech myšlienok, ktoré využívajú chyby ich identifikáciu ako pozitívny moment, či už z hľadiska motivácie alebo dôsledného prieniku k samotnej podstate prírodovedného poznania.

Od miskoncepcií k prekonceptom

V druhej polovici dvadsiateho storočia dostala veda v škole zelenú a nové koncepcie prírodovedného vzdelávania sa predbiehali v nápadoch, aké najnovšie poznatky dostať do obsahu vzdelávania, ako ich didakticky stvárniť, aby boli prístupné čoraz väčšiemu počtu žiakov. Potom ako sa v didaktike rozvinuli kvalitatívne metódy výskumu, začali sa približne pred štvrtstoročím objavovať štúdie, ktoré nás desili svojou pravdivosťou. Stále viac štúdií ukazovalo zásadné žiacke miskoncepcie, ktoré vznikajú, existujú a pretrvávajú napriek snahám a výskumom didaktikov i učiteľov prírodných vied. S využitím metódy fenomenografického rozhovoru Martona a Saljo vznikli stovky štúdií precizujúcich detské chápanie vedeckých pojmov. Neskôr sa ukázalo, že podobné problémy sa objavujú nielen v západných školských systémoch ale aj v strednej Európe, napriek tomu, že školské systémy boli predtým relatívne oddelené a prírodovedné vzdelávanie v nich aj koncepcne odlišné. Dodnes je hľadanie odlišností vo výkonoch žiakov od očakávaných výkonov akceptovateľných vo svetle aktuálnych vedeckých poznatkov predmetom mnohých prác [Ciešla, 2011].

Neskôr sa ukázalo, že žiak nie je „tabula rasa“ ako sa predpokladalo v časoch romantických pedagogických predstáv, ale naopak žiak vstupuje do vzdelávania s určitými už vybudovanými, zjavne nedokonalými až naivnými ale predsa len koherentnými predstavami. Miskoncepcie

sú potom logickým dôsledkom interakcie týchto predstáv a neadekvátneho pedagogického pôsobenia. Postupne sa ujasnilo, že s naivnými predstavami žiakov alebo s prekonceptami treba v procese prírodovedného vzdelávania počítať ako s tvrdým protihráčom, ktorého nemožno podceňovať.

Relatívny pohľad na pravdivosť vedeckých teórií

Prevrat v nazeraní na pravdivosť vedeckých poznatkov priniesol významný mysliteľ dvadsiateho storočia Kuhn. Hovorí sa, že keď čítal spisy Aristotela, čudoval sa ako mohol taký veľký mysliteľ napísať toľko bludov. Začal teda s hlbokým štúdiom a zistil, že Aristotelovo učenie nemožno jednoducho odmietnuť a že on sám mnohým problémom dosť dobre nerozumie. Prínos historika vedy Kuhna tkvie v tom, že rehabilitoval „vyhodené“ vedecké teórie. Ukázal, že aj prekonané vedecké poznatky a teórie majú svoj význam, predstavujú nevyhnutný stupienok vo vývine poznania, bez ktorého by nemohlo vzniknúť poznanie dokonalejšie. Vo svojej najznámejšej práci [Kuhn 1982] hovorí, že cyklus vedeckého poznania spočíva v striedaní dvoch základných fáz. Prvou fázou je viac alebo menej dlhé, relatívne bezproblémové obdobie tzv. normálnej vedy, ktoré je striedané krátkym, ale spravidla búrlivým obdobím vedeckej revolúcie.

Vedecké revolúcie spravidla menia štruktúru vedeckého poznania i skúmania pre ďalšie obdobie normálnej vedy, ktorá má vzhľadom k predchádzajúcej (vedeckou revolúciou prekonanej normálnej vedy) iné kvalitatívne charakteristiky. Dôležité je vedieť, že vedecká činnosť a spôsob vedeckého poznávania sú vo fáze normálnej vedy usmerňované všeobecne prijímanými modelmi problémov a ich riešení, uznávanými teoretickými vzormi, ktoré plnia funkciu paradigmy, určujúcej predmet, smerovanie, pravidlá i normy vedeckého poznávania v danom období. Vedecká činnosť vo fáze normálnej vedy nie je zacielená na objavovanie koncepčne nových faktov a teórií, ale je sústredená v podstate na spresňovanie a obohacovanie tých javov a teórií, ktoré sú vlastné pre príslušnú paradigmu. Preto obdobie normálnej vedy charakterizuje najmä kumulatívny nárast kvalitatívne homogénnych poznatkov, viazucich sa k uznávanej paradigme. Proces vedeckého poznávania sa uskutočňuje ako riešenie hlavolamov, ktorých výsledky zabezpečujú kvantitatívny nárast poznatkov, precizujúcich danú paradigmu. V samotnom období normálnej vedy sa v určitom čase jej rozvoja začínajú objavovať problémy, ktoré nie je možné riešiť zaužívanými spôsobmi. Dochádza ku kríze normálnej vedy, ústiacej do vedeckej revolúcie. Táto znamená prechod od starej paradigmy k novej. Nová paradigma pritom predstavuje zásadnú zmenu v celkovom pohľade na svet, pretože reštrukturalizuje doterajšie vedecké poznanie a prináša koncepčne nové metodologické východiská a nástroje, nové hlavolamy, nové vedecké predstavy o prírode. Ide teda o kvalitatívny zvrät vo vedeckom poznaní, ktorý narušuje doterajší kumulatívny nárast poznatkov, pretože sa mení predmet skúmania, odhaľujú sa nové skutočnosti, ktoré sú však kvalitatívne odlišnej povahy od predchádzajúcich. „Je to, akoby sa vedecké spoločenstvo ocitlo odrazu na inej planéte, kde sa známe predmety dostávajú do iného svetla a existujú tu spolu s inými, neznámymi“ [Kuhn, 1982, s. 166].

Aby sme však neostali len pri všeobecnom opise priebehu cyklov vedeckého poznávania, ilustrujeme ho aspoň dvoma konkrétnymi príkladmi. Jedným z nich môže byť kopernikovská revolúcia.

Ptolemaiovská geocentrická sústava antického sveta pretrvala až do šestnásteho storočia. S dostatočnou presnosťou plnila úlohu vzoru pre mnohé praktické astronomické výpočty. Postupne sa však hromadili vedecké problémy, ktoré existujúca teória nevedela zvládnuť. Jednou z príčin vzniku týchto problémov bola spoločensky naliehavá potreba reformy kalendára. Až Kopernik bol schopný uskutočniť zmenu zaužívanej vedeckej predstavy a vytvoriť novú heliocentrickú sústavu, ktorá sa stala vzorom pre ďalšie obdobie v astronómii.

Pre teóriu prírodovedného vzdelávania je zaujímavé najmä to, že aj deti majú v istej etape svojho vývinu rovnaké vysvetlenie pre tvar a umiestnenie Zeme v Galaxii, ako to vysvetľuje

Ptolemaiova geocentrická paradigma. Tým sa zároveň ilustruje opodstatnenosť východiska, že fylogenéza vedeckého poznania prešla obdobiami podobných výkladov javov sveta, ako ich majú deti v konkrétnom štádiu svojho vývinu chápania javov.

Na príklade z histórie chémie možno ukázať, ako vznik nového poznatku závisí na zmene celej základnej koncepcie – paradigmy. Objav kyslíka nemožno pripísať Priestleyovi, aj keď ako prvý identifikoval plyn, ktorý bol neskôr nazvaný kyslík. Sám ho však považoval za deflogistonovaný vzduch. Toto vysvetlenie jeho pokusov vzniklo v dôsledku použitia vtedajších vedeckých predstáv, ktorých súčasťou bola flogistónová teória. Vlastnému objavu kyslíka musela predchádzať reštruktúracia dovtedy vládnuccich chemických predstáv. Musela vzniknúť nová teória horenia – Lavoisierova kyslíková teória horenia, aby mohol byť už dávnejšie izolovaný a opísaný plyn považovaný za nový prvok – kyslík. Uvedený proces znamenal revolúciu v nazeraní na chemické javy a pretvorenie ich chápania.

Kvalitatívne zmeny v interpretácii javov sú v procese vývoja vedeckého poznania sprevádzané tým, že tento kvalitatívny – konceptuálny zvrst nie je jednoduchý a priamočiary. V oboch prípadoch pôvodné videnie sveta dlho odoláva akejkoľvek zmene. Interakcia starého a nového vyvoláva túto zmenu vtedy, ak vznikne medzi nimi dostatočné napätie, ktoré umožní spochybniť dovtedajší spôsob chápania sveta a pôvodná štruktúra poznania uvoľní miesto novej. Staré predstavy sú však silne fixované, zotrvačne stereotypné a keďže sú dlhodobo vhodné a užitočné pre riešenie mnohých hlavolamov a spoľahlivo slúžia na orientáciu vo svete, nie je možné ich jednoduché nahradenie predstavami novými. Napokon vieme, že mnohí vedci sa napr. spomenutej flogistónovej teórie (ako aj ďalších iných) nevzdali do smrti.

Zdá sa, že progresívne zmeny v poznatkových štruktúrach detí sa tiež realizujú jednak na úrovni kvantitatívnych zmien, ako aj (a to najmä) na úrovni zmien kvalitatívnych. Tieto zmeny sú podobné Kuhnovým obdobiam normálnej vedy a vedeckej revolúcie. Kvantitatívny nárast poznania môže byť zastúpený [uľahčený] rôznymi databázami informácií, internetom. Podobne ako pracné matematické algoritmy a vzorce vystriedali elektronické kalkulačky. Budovanie nových pojmov sa však často podobá obdobiam vedeckej revolúcie, kedy treba preštruktúrovať celé doterajšie poznanie žiaka. Táto pedagogická práca zrejme naďalej zostane podstatou prírodovedného vzdelávania a zmysluplnej práce učiteľa.

Vývinové a lingvistické aspekty akceptovania chýb vo výkonoch žiakov

Na chyby o výkonoch žiakov sa môžeme pozerat' aj z hľadiska vývinovej psychológie. Na tomto mieste považujeme za užitočné vychádzať z klasických prác J. Piageta [pozri napr. Piaget, 1970; Piaget & Inhelderová, 1970]. Nie je dnes potrebné podávať výklad základných myšlienok Piagetovej práce. Tá je dnes základom väčšiny učebníc vývinovej psychológie a jeho myšlienky sa využívajú aj pri argumentácii prác a výsledkov výskumov v didaktikách prírodných vied. Opis štádií vývinu inteligencie s ohľadom na modelovanie vo vyučovaní chémie urobila nedávno Nodzyńska [2010].

Upozorňujeme však nato, že Piagetove myšlienky sú v didaktikách prírodných vied ešte stále málo využité. Ich potenciál považujeme za obrovský najmä s ohľadom k tomu, že Piaget prv než sa stal slávnym psychologom bol prírodovedec – biológ. Preto štúdium jeho terminológie ako aj využitie jeho terminológie pri interpretácii didaktických výskumov môže byť didaktikom prírodovedných predmetov oveľa bližšie než iným odborníkom, pre ktorých hlbšie pochopenie Piageta môže byť pomerne obtiažne, najmä pre šírku a vzdialenosť analógií, pomocou ktorých objasňuje svoju koncepciu psychického vývinu, osobitne vývinu myslenia. Analógia grupy a grupovania je prevzatá z modernej matematiky, dynamická rovnováha z fyziky, ustanovenie rovnováhy Le Chatelierovým princípom ako sa využíva pri fyzikálno - chemických systémoch, asimilácia, akomodácia sú prevzaté z biológie.

Zrejme netreba osobitne pripomínať chyby, ktoré by vonkajší pozorovateľ mohol vnímať u detí v dôsledku ich ranného egocentrizmu. Tiež sú dobre známe vývinové štúdie zachovania dĺžky, objemu, hmotnosti či vývinu kauzality.

Rozlišovanie štádia konkrétnych a formálnych operácií bolo pre didaktiku chémie využitú v Herronových prácach [Herron, 1975]. Jeho prístup, postavený na Piagetových východiskách, upravuje učebný cyklus tak, aby vyučovanie nepredbiehalo vývin. Diskrepancia medzi vzdelávacími potrebami v prírodných vedách a vývinovými možnosťami žiakov sa rieši tým, že vyučovanie sa prispôsobuje úrovni intelektového vývinu, prípadne sa vytvárajú náhradné predstavy, ktoré sú adekvátne príslušnej vývinovej úrovni. S ich pomocou môžu súčasne žiaci riešiť niektoré typy úloh, pričom tieto predstavy môžu neskôr prerásť v plnohodnotné abstraktné predstavy. Napríklad chápať redoxné deje ako výmenu elektrónov je značne náročné na teoretické – formálne myslenie. Naproti tomu oxidácia a redukcia ako zvyšovanie a znižovanie oxidačného čísla môže byť pre žiaka s konkrétnym myslením užitočnou „účtovníckou pomôckou“, ktorá mu pomôže riešiť jeho školské chemické problémy ako je problém určenia koeficientov redoxnej rovnice. Otázkou zostáva, či poznanie tohto algoritmu je pre prirodvednú gramotnosť budúceho občana nevyhnutné.

Na tomto mieste chceme upozorniť na iný príklad zdroja možných chýb, ktorý možno interpretovať s využitím piagetovskej analógie grupy. Ide o chápanie acidobázických dejov žiakmi. Úvahy didaktikov sa tu väčšinou triesťia na problémy, ktorú z troch najznámejších vedeckých teórií použiť vo vzdelávaní žiakov. Problém nie je len v tom, ktorá z teórií je prekonaná a treba ju vyškrtnúť zo zoznamu školských pojmov. Napokon aj veľmi úzka a prekonaná Arrheniova teória má svoj význam a treba ju chápať ako vývojový stupeň, bez ktorého by pravdepodobne ani všeobecnejšie teórie nemohli vzniknúť. Obraz je teda úplný len vtedy, ak poznáme jeho genézu.

Didaktické problémy a zdroje chybovania žiakov vyplývajú z toho, že „acidobázické“ pojmy netvorí grupu. To znamená, že každá kyselina, ktorá „operuje s inverznou kyselinou“ (čiže zásadou) dáva neutrálny „prvok“ grupy (v našom prípade samozrejme zlúčeninu). Jednoducho pojmy opisujúce priestor acidobázických reakcií sa nevyskytujú - netvorí operačnú úroveň v psychickej výbave žiaka. No a v takomto prípade aj ovládanie terminológie najlepšej teórie je len formálna informácia, ktorá sa nedokáže podieľať na budovaní prirodvednej gramotnosti žiaka.

Inou otázkou je ako fungovanie grupy zabezpečiť. Iste bude dobré, ak neobídeme senzomotorické štádium, t. j., štádium školských a možno aj domácich pokusov, kde žiaci získajú intuitívne pragmatické skúsenosti, ktoré budú predpokladom ďalšieho psychického spracovania.

Vo vyšších štádiách spracovania senzomotorickej skúsenosti do príslušných kognitívnych štruktúr zohráva významnú úlohu reč. V našej kultúre sa skúsenosti a poznanie sprostredkúva nepriamo. Výrazom takéhoto sprostredkovania je všeobecný diskurz. Napríklad naša analýza pojmov na internete ukázala, že kým termín kyselina je vo všeobecnom diskurze vcelku dobre prepojený s odborným významom pojmu, pojem zásada takto ukotvený nie je. Niet sa potom čo čudovať, že „žiakova grupa“ postráda pojem zásady ako inverzného prvku ku kyseline.

Budovanie vedeckých pojmov môže súvisieť aj s jazykovou charakteristikou materinského jazyka žiaka. Je vcelku zrejme, že odborné pojmy, ktorých názvy disponujú „prirodzenou“ etymológiou, kde názov pojmu je pre dieťa prirodzene zrozumiteľný alebo je motivovaný metaforicky, je pre dieťa aj ľahšie pochopiteľný a prijateľný. Naopak pojmy, ktorých názvy sú nezrozumiteľné, pretože vznikli dohodou alebo zlým prekladom z cudzieho jazyka, spôsobujú vo výkonoch žiakov väčšiu „chybovosť“. Okrem už spomenutého názvu pojmu zásada to je napríklad aj nie najlepší preklad názvu pre pojmy hustota alebo látkové množstvo.

V tomto smere je veľmi zaujímavý a inšpiratívny pohľad na preklad pojmov kyselina a zásada do japončiny. V tomto jazyku, ktorý používa čínske obrázkové písmo má pojem kyselina

a zásada pre nás zvláštnu podobu. Znaky tohto pojmu pripomínajú akúsi fľaštičku, v ktorej by sa kyselina mohla uchovávať. Pre nás nejasný a nezrozumiteľný pojem zásada tu má tiež oveľa konkrétnejšiu podobu. Názov je v japonskom jazyku presnejší: podstata soli alebo pochádzajúci zo soli. Z uvedených náznakov sa dá vytušiť, že jazykové zázemie spomínaných pojmov oveľa zrozumiteľnejšie (v historickej perspektíve) predstavuje pojmy, ktoré dnes majú všeobecný a široký vedecký význam.

Dôsledky pre prírodovedné vzdelávanie

V predloženom náčrte sme vyložili niekoľko aspektov, ktoré v posledných desaťročiach zohrali významnú úlohu v didaktických výskumoch a pri hľadaní východísk z krízy prírodovedného vzdelávania, ktorá sa prejavuje hlavne všeobecným nezaujmom o štúdium prírodných vied.

Zdá sa, že deduktívny spôsob vyučovania, ktorý sa stáročia budoval ako najefektívnejší mechanizmus vzdelávania, dosiahol vo všeobecnom prírodovednom vzdelávaní svoje možnosti a nevidíme zatiaľ žiadne prevratné možnosti pre jeho vylepšovanie. Naopak, je temer nevyhnutné vybudovať pevné základy prírodovedného uvažovania žiakov, základné pojmy, ktoré by boli vnímané aj vo svojich historických premenách ako predprípravu na ich ďalšie vývinové modifikácie.

Ako potrebné sa ukazuje prehodnotiť didaktické stratégie osvojovania (budovania) základných pojmov z doteraz prevažne deduktívneho spôsobu na spôsob oveľa prirodzenejší – indukívny. Takáto zmena nebude jednoduchá, má totiž charakter zmeny paradigmy tvorby koncepcie prírodovedného vzdelávania.

Literatúra

- Cieśla P., Nodzyńska M, Paško JR.: (2011) *Wstępne badania nad wyobrażeniem struktury mikroświata u uczniów IV klasy szkoły podstawowej*. In *Biologie - Chemie - Zeměpis*. č. 3x, s. 48-51.
- Doulik P., Škoda J.: (2008) *Diagnostika dětských pojetí a její využití v pedagogické praxi*. Acta Universitatis Purkynianae č. 143. *Studia paedagogica*. Ústí nad Labem: UJEP. s. 179.
- Herron J.D.: (1975) *Piaget for Chemists. Explaining what "good" Students Cannot Understand*. Journal of Chemical Education, 52, č.3, s.146 - 149.
- Kuhn T.S.: (1982) *Štruktúra vedeckých revolúcií*. Bratislava, Pravda.
- Nodzyńska M.: (2010) *Pojecia i definicje w ujeciu kognitywistycznym*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego.
- Piaget J.: (1970) *Psychologie intelligence*. Praha, SPN.
- Piaget J., Inhelderová, B.: (1970) *Psychologie dítěte*. Praha, SPN.

Ľubomír Held

Katedra Chemie, Pedagogická Fakulta

Trnavská Univerzita, SL

Błędne i poprawne wyobrażenia uczniów na temat wiązań chemicznych w świetle badań

Anna Świerz

Jan Rajmund Paśko

Wstęp

Zdolności poznawcze uczniów i ich wpływ na uczenie się chemii

Poznanie jest to proces, który może zachodzić różnymi drogami. Pierwszą z nich jest droga zmysłowa – polegająca na odbieraniu wrażeń z otoczenia, dzięki różnego rodzaju receptorom. Druga droga – myślowa – polega na odzwierciedlaniu w świadomości zjawisk i przedmiotów. Obie drogi są od siebie zależne, wzajemnie się uzupełniają. Odbieranie wrażeń pozwala nam następnie na formowanie spostrzeżeń, dalej wyobrażeń i w końcu tworzenie pojęć, sądów i wniosków. W książce „Dydaktyka chemii”, Galska – Krajewska i Pazdro, wyróżniają następujące etapy rozwoju poznania:

- „poznanie konkretne
 - obrazowo-sytuacyjne (sensoryczno-motoryczne), oparte na wrazeniach i spostrzeżeniach,
 - konkretno-wyobrażeniowe, posługujące się także wyobrażeniami, ale bez umiejętności uogólniania,
 - poznanie abstrakcyjne, operujące pojęciami
- Oba rodzaje poznania składają się na powstanie odpowiedniej struktury wiedzy w umyśle ucznia” [Galska – Krajewska & Pazdro, 1990].

Szwajcarki uczoney Jean Piaget wykazał, że pojawienie się kolejnych stadiów rozwoju poznawczego i intelektualnego, związane jest z wiekiem dziecka. Wyodrębnił on 4 stadia:

- stadium sensomotoryczne (do około 2. roku życia); w okresie tym dominują zmysły i aktywność ruchowa jako metody poznawania świata;
- stadium przedoperacyjne (około 2-7 rok życia); dziecko nabywa zdolności porządkowania i klasyfikowania przedmiotów;
- stadium operacji konkretnych (około 7-12 rok życia); na tym etapie obserwuje się ścisły związek myślenia z konkretnymi elementami sytuacji;
- stadium operacji formalnych (około 12-15 rok życia); osoba znajdująca się w tym stadium potrafi, w toku rozwiązywania problemów oderwać się od konkretnych przedmiotów, potrafi posługiwać się abstrakcjami (materiałem nie obserwowalnym);

W uczeniu się chemii, ważne jest zarówno rozumowanie na poziomie konkretnych – opierające się na spostrzeżeniach i wyobrażeniach jak również rozumowanie abstrakcyjne, które bardziej niż na spostrzeżeniach i wyobrażeniach, opiera się na występujących między nimi związkach logicznych i matematycznych. „Między poziomem myślenia konkretnego i abstrakcyjnego zachodzą dwustronne relacje, wyrażające się rozumowaniem:

- indukcyjnym, gdy na podstawie obserwacji i doświadczeń dochodzimy do wniosków i uogólnień, czyli przechodzimy od poziomu konkretnych do poziomu praw i teorii,
- dedukcyjnym, gdy na podstawie ogólnych założeń i teorii przewidujemy fakty, a więc posuwamy się od poziomu teorii do poziomu konkretnych, zdarzeń, faktów jednostkowych” [Galska – Krajewska & Pazdro, 1990].

Chemia jest nauką empiryczną, zatem kształtuje i doskonali rozumowanie indukcyjne uczniów. Natomiast zdobycie i opanowanie przez uczniów pewnego poziomu wiedzy, umożliwi także późniejszy rozwój rozumowania dedukcyjnego. Zarówno indukcja jak i dedukcja są bardzo przydatne w nauczaniu chemii.

W celu ułatwienia przejścia od myślenia konkretnego do myślenia formalnego, stosuje się

różnego rodzaju modele i symulacje. Ich zadaniem jest wypełnienie luki między poziomem konkretów i abstrakcji. Klasyfikacja modeli jest trudna ze względu na ich ogromną różnorodność. Najogólniej można je podzielić na modele technologiczne i teoretyczne. Jedną z istotnych właściwości modeli teoretycznych jest zdolność pobudzania wyobraźni – tworzenia tzw. modeli wyobraźniowych. W nauczaniu chemii, wykorzystuje się je najczęściej do wyjaśnienia takich pojęć jak: atom, cząsteczka, pierwiastek, wiązanie chemiczne (z uwzględnieniem podziału na jonowe i atomowe) itp.

W wyniku poznania, w umysłach uczniów tworzą się struktury poznawcze, umożliwiające odpowiednie uporządkowanie pojęć w pamięci. Dokonując porządkowania uczeń, zwraca szczególną uwagę na relacje między tymi pojęciami. Takie porządkowanie wiedzy wpływa na jej operatywność, trwałość, rozwój twórczego myślenia, umiejętności poznawcze oraz zainteresowania. Dlatego nauczyciel powinien zachęcać i wdrażać uczniów do systematyzowania wiedzy.

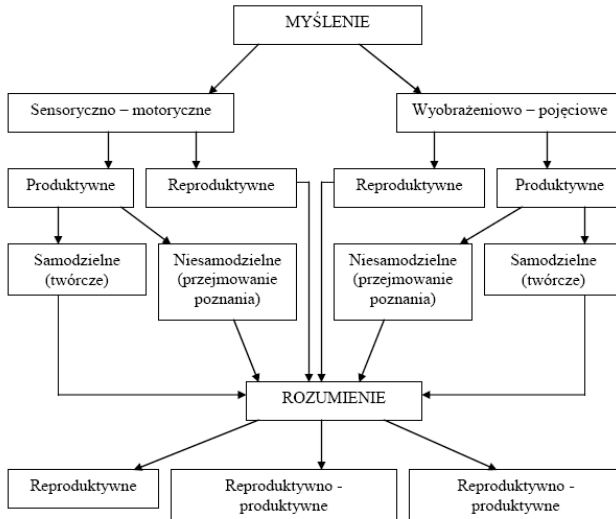
Myślenie abstrakcyjne sprawia uczniom spore trudności. Opracowano różne drogi postępowania mające na celu ułatwić im tę ważną umiejętność. Przytoczony w książce „Dydaktyka chemii” Galpierin: „Rozpoczyna od poziomu konkretno-obrazowego, wychodząc od działań ucznia (np. doświadczalnych lub na modelach), poprzez wytwarzanie wyobrażeń docierając do uogólnień (...). Droga ta składa się z następujących etapów:

- Zapoznanie uczniów z daną czynnością i warunkami jej wykonania.
- Wykonywanie przez uczniów działań zmaterializowanych, na konkretnych obiektach (np. doświadczenia laboratoryjne, modelowanie).
- Werbalizacja, etap mowy zewnętrznej – głośne omawianie swoich działań (przebieg działań, wyniki, wnioski).
- Redukcja działań, zastępowanie działań słowami (opis słowny przewidywanych działań bez ich wykonywania, np. podawanie przykładów reakcji), tworzenie wyobrażeń.
- Abstrahowanie i uogólnianie – oderwanie słów od konkretów, operowanie uogólnieniem.
- Działanie na płaszczyźnie mowy wewnętrznej – myślenie za pomocą pojęć, bez konieczności wyobrażania sobie modeli itp.” [Galska – Krajewska & Pazdro, 1990].

Droga myślowa procesu poznania

Myślenie to proces poznawczy „(...) w którym odzwierciedlane są strukturalne i funkcjonalne stosunki różnych elementów rzeczywistości” [Szewczuk, 1966]. Z myśleniem mamy do czynienia wówczas, gdy osobnik znajduje się w sytuacji zadaniowej, która wymaga od niego opracowania sposobu jej rozwiązania (nie ma do dyspozycji gotowych rozwiązań). Rozróżnić można kilka rodzajów myślenia. Jeżeli osobnik po raz pierwszy staje przed daną sytuacją zadaniową, to mamy do czynienia z myśleniem produktywnym. Jeżeli dodatkowo rozwiązuje dane zadanie samodzielnie, mówimy o myśleniu produktywnym samodzielnym. Przeciwnieństwem myślenia produktywnego, jest myślenie reproduktywne – gdy osobnik znajduje się ponownie w bardzo podobnej sytuacji i rozwiązuje ją w sposób analogiczny. Różne rodzaje myślenia przedstawia schemat zawarty w podręczniku „Psychologia. Zarys podręcznikowy” [Szewczuk, 1966].

Autor objaśnia w dalszej części: „Myślenie, przebiegające w toku spostrzegania, bezpośredniego odzwierciedlenia przedmiotów i manipulowania nimi, jest myśleniem sensoryczno – motorycznym. Gdy natomiast myślenie przebiega bez spostrzegania przedmiotów i manipulowania nimi, w oderwaniu od nich, wówczas jest to myślenie wyobraźniowo – pojęciowe; dokonuje się ono na materiale czegoś, co zastępuje przedmioty” [Szewczuk, 1966].



Rys. 1.

Niniejsza praca skupia się na procesie myślenia wyobrazeniowo – pojęciowego. Należy więc wyjaśnić, czym są wyobrażenia. Znowu posiłkując się książką Szewczuka można podać następującą definicję: „Obrazy takich lub innych elementów rzeczywistości (przedmiotów, ich części, zjawisk, zdarzeń), które aktywizują się bez obecności ich obiektywnych odpowiedników, które powstają jako odtworzenie kiedyś spostrzeganych przedmiotów, zjawisk – nazywamy wyobrażeniami. Jak z tego wynika, przedmioty świata otaczającego mają swoją reprezentację wyobrazeniową „w głowie” każdego z nas” [Szewczuk, 1966]. Możliwość tworzenia „w głowie” wyobrazeniowej reprezentacji przedmiotów czy zjawisk, ułatwia osobnikowi rozwiązywanie zadań. Wyobraża on sobie zarówno przedmiot stanowiący cel działania, jak i przedmioty służące do rozwiązania sytuacji zadaniowej – może nimi manipulować, szukając najlepszego rozwiązania. Reprezentacje wyobrazeniowe danego przedmiotu mogą się zmieniać, w zależności od różnego kontekstu spostrzegania tego przedmiotu, w różnych sytuacjach. Szewczuk opisuje te zmiany w następujący sposób: „Początkowo mają one bardzo zgeneralizowany charakter (...). Później zachodzą zmiany dwojakiego rodzaju: z jednej strony wyobrażenia stają się dokładniejsze, a z drugiej bardziej ogólne. Wzrost dokładności polega na rozszerzaniu zakresu cech odzwierciedlanych przez nie przedmiotów, a wzrost ogólności na przesunięciu się akcentu na cechy wspólne” [Szewczuk, 1966].

Wpływ, na coraz szersze aktywizowanie w procesach myślowych wyobrazeniowej reprezentacji przedmiotów ma rozszerzający się zasób słownikowy człowieka. Dzięki rozwijającej się mowie, zdolności manipulowania przedmiotami oraz zdolności analitycznego spostrzegania, człowiek nabywa coraz to bardziej złożone zdolności manipulowania w płaszczyźnie wyobrazeniowej. Dokonuje się to nie tylko w obrębie całych, złożonych elementów ale także ich części składowych.

Oprócz wyobrazeniowej reprezentacji przedmiotów, istnieje jeszcze inna postać pośredniego odzwierciedlania rzeczywistości – pojęciowa reprezentacja przedmiotów. „Pojęciowe

odzwierciedlanie ma za treść ogólne własności wspólne pewnej grupie przedmiotów i zjawisk” [Szewczuk, 1966]. Aby można było mówić o pojęciowym odzwierciedlaniu rzeczywistości, muszą być spełnione trzy rodzaje podobieństwa:

- podobieństwo jakościowe (np. ten sam kolor),
- podobieństwo strukturalne (np. ten sam kształt),
- podobieństwo funkcjonalne (gdy różne przedmioty pełnią taką samą funkcję, np. różne części garderoby)

Jednak nie wszędzie, gdzie zachodzi podobieństwo, zachodzi także odzwierciedlanie pojęciowe. Podobnie jak w wyobrazeniowej reprezentacji przedmiotów, również reprezentacja pojęciowa, jest silnie powiązana z rozwojem mowy: „Właściwa reprezentacja pojęciowa rozwija się w pełni w oparciu o mowę. Słowo usamodzielnia, uprzedmiotawia odzwierciedlane podobieństwo, które staje się jego znaczeniem” [Szewczuk, 1966]. „W umyśle” małego dziecka, jeszcze zanim nauczy się mówić, następuje nagromadzenie różnych struktur wyobrazeniowo-pojęciowych. Dziecko, wcześniej rozumie mowę, a dopiero później opanowuje zdolność posługiwania się nią. Dzięki słowom, wypowiedzianym przez ludzi z otoczenia dziecka, utrwała sobie one owe struktury. To z kolei ułatwia opanowanie mowy. Z czasem dziecko potrafi tworzyć coraz bardziej złożone struktury pojęciowe. „Złożone, hierarchiczne struktury pojęciowe, które mogły powstać tylko na bazie językowej, umożliwiły dopiero pełne oderwanie się myślenia (...), od rzeczywistości. Nie w tym znaczeniu, że stało się ono od niej niezależne (...), lecz w znaczeniu możliwości myślenia bez aktualnego spostrzegania przedmiotu myślenia. Dzięki reprezentacji pojęciowej nosimy niejako rzeczywistość w głowie, możemy dokonywać „w głowie” najróżnorodniejszych manipulacji przedmiotami, ich częściami, własnościami, bez każdorazowego odwoływania się do konkretnie spostrzeganych przedmiotów” [Szewczuk, 1966].

Treści obrazowe i pojęciowe są ze sobą silnie powiązane. „Odzwierciedlanie pojęciowe powstaje zawsze na materiale obrazowego odzwierciedlania bezpośredniego” [Szewczuk, 1966]. Przejście od treści obrazowych do pojęciowych, zachodzi na zasadzie coraz większego uogólniania. Szewczuk opisuje, że na początku operacji myślowej, dominujące są treści obrazowe. Z czasem następuje coraz wyższy stopień uogólnienia, polegający na stopniowym zastępowaniu konkretnych przedmiotów – „przedmiotami abstrakcyjnymi”, relacji jakościowych i przestrzennych – relacjami funkcjonalnymi, i wreszcie obrazów – schematami wyobrazeniowymi. „Materiałem myślenia są coraz bardziej ogólne, coraz bardziej abstrakcyjne pojęcia. Coraz więcej operacji dokonywanych jest w myśli, coraz mniej w bezpośrednim kontekście z przedmiotami, których ono dotyczy” [Szewczuk, 1966].

Wyobrażenia – koncepcje

Ten skomplikowany proces – powstawanie w umyśle człowieka wyobrażeń, do dnia dzisiejszego nie jest do końca poznany i jednoznacznie wyjaśniony. Istnieje kilka teorii na temat wyobraźni. Jest ona ściśle związana z ludzkim umysłem. Różni uczeni proponują odmienne modele umysłu. Jednak „istotną grupę stanowią koncepcje podkreślające dychotomiczność sposobów przetwarzania kognitywnego. Można przyjąć że istnieją co najmniej dwa duże specyficzne procesory kognitywne, odmienne pod względem przetwarzania informacji. Pierwszy z nich, pojęciowo-linearno-logiczny (w skrócie – procesor pojęciowy), związany jest z językiem (...) oraz pojęciami jako formą reprezentacji. Drugi, wizualno-symultaniczno-strukturalny (w skrócie procesor obrazowy), związany jest z reprezentacjami obrazowymi (...). Ewolucyjnie rzecz ujmując, oba procesory powstały prawdopodobnie w różnym, odległym od siebie czasie: pierwszy wyłonił się procesor obrazowy, drugi pojęciowy” [Łukasik, 2008]. Łukasik w swojej książce opisuje dwa komponenty systemu wizualnego człowieka:

- wizualny moduł sensoryczny – tworzenie wrażeń i spostrzeżeń w wyniku bezpośredniego kontaktu z bodźcem wzrokowym;
- procesor obrazowy – tworzenie wyobrażeń i ich przetwarzanie;

Między spostrzeżeniami a wyobrażeniami istnieje istotna różnica. Mianowicie spostrzeżenia powstają tylko w momencie aktualnego, bezpośredniego kontaktu z bodźcem, natomiast wyobrażenia czerpią z informacji przechowywanych w pamięci. Oprócz tego wyobrażenia zależą od systemu emocjonalnego i motywacyjnego człowieka. Jak już wspomniano, możliwe jest przetwarzanie powstałych wyobrażeń. Istotną rolę odgrywa tu tzw. pamięć robocza. Istnieją różne teorie na temat pamięci roboczej. Ich cechą wspólną jest założenie, że wszelkie procesy przetwarzania informacji przy użyciu pamięci roboczej są procesami świadomymi.

Dwie najbardziej znane teorie wyobraźni przedstawiają odmienne stanowiska. Są to: stanowisko obrazowe oraz stanowisko abstrakcyjne (propozycjonalne). Głównym przedstawicielem tego pierwszego stanowiska jest Kosslyn, natomiast jego oponentem jest Pylyshyn.

„Zwolennicy stanowiska obrazowego zakładają, iż wyobrażenia tworzone są za pomocą pierwotnego kodu obrazowego. (...) Kosslyn (...), twierdzi, że wyobrażenia mają charakter quasi-obrazowy (quasi-pictorial); przedstawiają informacje w pewnym medium przestrzennym i pod pewnymi względami przypominają obraz na ekranie kineskopu. Wyobrażane obiekty mają pewną wielkość i położenie w przestrzeni oraz przyjmują pewną pozycję. Te właściwości są ujmowane bezpośrednio w wyobrażeniu, nie zaś reprezentowane w sposób symboliczny (Kosslyn i In., 1979; Kosslyn, 1981)” [Maruszewski, 1996].

Andrzej Łukasik w swojej książce „Filogeneza i adaptacyjne funkcje ludzkiej wyobraźni”, uzupełnia dodatkowo przedstawioną wyżej teorię Kosslyna. Z lektury dowiadujemy się, że ów naukowiec sformułował w zasadzie dwie teorie wyobraźni. Pierwsza z nich, nazywana metaforą „kineskopu” (CRT, cathode ray tube), skupia się głównie na wyjaśnieniu mechanizmu wizualizacji wyobrażeń. Została ona później rozwinięta w postaci teorii komputerowej. W teorii CRT Kosslyn: „Przyjmuje, że w umyśle jest pewien szczególnie obszar, podobny do kineskopu w telewizorze albo ekranu w monitorze komputera, na którym tworzy się wyobrażenie. Ponadto istnieje „głęboka”, abstrakcyjna i bezpośrednio nieświadomiana struktura wyobrażeń wyświetlana na CRT w formie piktorialnej. Ta obrazopodona struktura jest właściwym wyobrażeniem, posiadającym swoje granice przestrzenne i – podobnie jak obrazy wyświetlane w sztucznym urządzeniu – wymaga energii potrzebnej do jej podtrzymania w polu wyobrażeniowym, a z czasem także zanika. Obrazy umysłowe są „widziane” przez „oko umysłu” (mind’s eye), które oczywiście nie jest żadnym anatomicznym narzędem, lecz szczególnego typu procesorem kognitywnym przeznaczonym do analizy pojawiających się wyobrażeń” [Łukasik, 2008]. Teoria komputerowa rozwija i porządkuje główne wątki zawarte w pierwszej teorii Kosslyna. Autor teorii wprowadza podział na wyobrażenia powierzchniowe i wyobrażenia głębokie. „Miejscem” powstawania wyobrażeń powierzchniowych jest specyficzne medium, które: „może być definiowane jako przestrzeń o określonym kształcie i rozmiarze (objętości), przy czym przestrzeń nie ma właściwości fizycznych, ale funkcjonalne, określane przez typ operacji umysłowych, które mogą się w nim dokonywać” [Łukasik, 2008].

Kosslyn opisuje szerszej wcześniejszą wersję metafory „kineskopu”: „Proponuje, aby rozumieć ów „kineskop” jako macierz składającą się z szeregu komórek logicznych, które mogą być aktywizowane lub pozostawać w stanie nieaktywnym, co odpowiada pojawieniu się lub niepojawieniu się elementu na „monitorze”. Aktywizacja-brak aktywizacji komórek macierzy odpowiada zatem za powstawanie obrazowej reprezentacji” [Łukasik, 2008].

Wyobrażenie powierzchniowe powstaje na podstawie wyobrażenia głębokiego. Z kolei wyobrażenie głębokie powstaje na bazie dwóch rodzajów kodów, znajdujących się w pamięci długotrwałej:

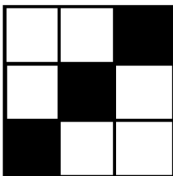
Pierwszy z kodów – kod dosłowny: „zawiera informacje o tym, jak dany obiekt wygląda, i stanowi główną podstawę do tworzenia wyobrażenia. Nie przechowuje informacji w formie jednostek przestrzennych, ale raczej – podobnie jak w komputerze – w postaci plików” [Łukasik, 2008].

Drugi rodzaj kodu to kod pojęciowy. Pełni on bardziej szczegółową rolę, gdyż: „opisuje części obiektu od strony ich właściwości, lokalizacji części względem siebie w obrębie obiektu oraz decyduje ostatecznie o rozmiarze obiektu (lub jego elementu), tak aby był on przedstawiony w wyobrażeniu z optymalną rozdzielczością” [Łukasik, 2008].

Oba rodzaje kodów muszą ze sobą współpracować. Kod pojęciowy zawiera nazwy obiektów, które mają zostać użyte przez kod dosłowny w celu wytworzenia wyobrażenia powierzchniowego.

Stanowisko abstrakcyjne, którego głównym entuzjastą jest wspomniany wyżej Pylyshyn, zakłada, że wyobrażenia tworzone są w postaci zespołu sądów lub twierdzeń. Sądy składające się na dane wyobrażenie mogą, ale nie muszą być werbalizowane. Według niego wyobrażenia mają naturę propozycjonalną a nie analogową. „Sądy składające się na reprezentację wyobrażeniową dotyczą relacji przestrzennych między elementami jakiegoś obiektu. (...) W zbiorze sądów znajdują się informacje o elementarnych właściwościach. (...) Zbiory sądów można stosować nie tylko do charakterystyki prostych obiektów, lecz także do opisu relacji między obiektami. Reprezentacje abstrakcyjne mogą być wykorzystywane zarówno przez dzieci, jak i przez zwierzęta – nie jest zatem konieczne uprzednie opanowanie pewnego języka” [Maruszewski, 1996].

W tym przypadku poszczególne obiekty reprezentacji wyobrażeniowej, przedstawiane są nie jako obiekty samodzielne, lecz jako części twierdzeń podlegające różnym wzajemnym relacjom. Dobrym przykładem ilustrującym te odmienne stanowiska co do teorii wyobraźni, przedstawia rycina zawarta w podręczniku Maruszewskiego [Maruszewski, 1996].

<i>Bodziec Reprezentacja obrazowa (tożsame)</i>	<i>Matryca pomocnicza potrzebna do skonstruowania reprezentacji w postaci zbioru sądów</i>	<i>Reprezentacja w postaci zbioru sądów</i>	<i>Opis werbalny</i>									
	<table border="1" data-bbox="376 746 548 922"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>c</td></tr> <tr><td>d</td><td>e</td><td>f</td></tr> <tr><td>g</td><td>h</td><td>i</td></tr> </table>	a	b	c	d	e	f	g	h	i	<ul style="list-style-type: none"> a białe b białe c czarne d białe e czarne f białe g czarne h białe i białe 	<p>Kwadrat podzielony na 9 pól, spośród których czarne ułożone są na przekątnej od prawego górnego rogu do lewego dolnego</p>
a	b	c										
d	e	f										
g	h	i										

Rys. 2. Trzy możliwe sposoby reprezentowania tego samego wzorca (źródło: Cohen, 1983)

Pylyshyn kwestionuje twierdzenia Kosslyna o obrazopodobnej naturze wyobrażeń. „Zarzuca m.in. tej teorii, iż doprowadziła do ugruntowania poglądu, że wyobrażenia są wyświetlane na ekranie wizualnej kory mózgowej (...). Winą za to obarcza m.in. badania z zakresu neuronauki, które wykazały wspólną reprezentację neuronalną dla percepcji i wyobraźni, co prowadzi do uproszczonego wniosku, że wyobrażenia też są obrazami – jak spostrzeżenia, tylko uruchamianymi innymi mechanizmami (...); jest to według niego nadużycie, bowiem na tej podstawie nie można wnioskować o formie wyobrażeń, tym bardziej że piktorialna natura spostrzeżeń wcale nie jest oczywista. Stawia w tym kontekście pytanie, dlaczego – jeśli system wzrokowy i wyobrażeniowy są połączone – wyobrażenia występują np. u osób z agnozą wzrokową lub korową ślepotą” [Łukasik, 2008].

Kosslyn odpierając te zarzuty, podkreśla „że wyobrażenie nie jest dosłownym obrazem czy fotografią, a „oko umysłu” nie ma nic wspólnego z fizycznym (...) narządem, tylko jest interpretacją wiedzy. Owszem, przedstawianą w sposób analogowy i wizualny, ale należy rozróżnić nośnik (reprezentację) i jego właściwości od tego, co jest jego treścią (...)” [Łukasik, 2008]. Jednocześnie wskazuje na niezbędną rolę sądów w tworzeniu wyobrażeń głębokich, ponieważ opisują one relacje zachodzące między obiektami. Proponowany przez Pylyshyna kod

propozycjonalny, nie zapewnia interpretacji zawartej w nim wiedzy. Bez względu na to „czy będzie się opierać za kodem obrazowym, czy pojęciowym, zawsze wymagany jest dodatkowy procesor (taki jak „oko umysłu” w przypadku wyobrażeń), który będzie dokonywał owej interpretacji” [Łukasik, 2008].

Kosslyn broni stanowczo swojego poglądu o analogowym charakterze buforu wizualnego. Uważa, że wyobrażenia i sądy wykazują różne cechy. Mianowicie w sądach, relacje między obiektami, czy między elementami obiektów, są przedstawione w sposób jasny, wyrazisty, zrozumiały. Natomiast w wyobrażeniach mają one charakter domyślny, przedstawione są na zasadzie wzajemnego położenia obiektów, czy ich elementów, względem siebie.

Badania

Przedmiotem podjętych badań są powstające w umysłach uczniów wyobrażenia o mikroświecie a konkretnie o wiązaniach między atomami. Niniejsze badania miały sprawdzić następującą hipotezę badawczą: przedstawione w podręcznikach szkolnych informacje graficzne, wpływają na kształtujące się w umysłach uczniów wyobrażenia.

Celem badań było stwierdzenie czy, i w jakim stopniu uczniowie pierwszych klas gimnazjum, tworząc wyobrażenia o wiązaniach między atomami, opierają się na zawartych w podręczniku do chemii rysunkach, modelach i schematach.

Badania o podobnej tematyce przeprowadziła dr Małgorzata Nodzyńska. W swoim artykule „Wpływ modeli graficznych występujących w podręcznikach do nauczania chemii w gimnazjum na wyobrażenia uczniów o mikroświecie w świetle badań”, pisze ona, że podręcznik szkolny (a więc również zawarte w nim rysunki), odgrywa dużą rolę w procesie edukacji szkolnej. „Ponieważ badania dowiodły użyteczności stosowania modeli atomów, jonów i cząsteczek w procesie kształcenia chemicznego w nauczaniu chemii od lat stosuje się różnorodne modele. Dlatego też obecnie w większości podręczników do chemii rysunek pełni równoprawną formę przekazywania informacji. Można powiedzieć, że jego funkcja uległa zmianie z funkcji ilustracyjnej na informacyjną” [Nodzyńska, 2004].

W swoich kolejnych publikacjach dr Nodzyńska zaznacza jednocześnie, że dostępne obecnie podręczniki do chemii są przepełnione informacjami graficznymi. Co więcej, duża ich część nie spełnia swojej funkcji naukowej. Kolejne poważne zarzuty to „brak jednorodności prezentowanych modeli w danym podręczniku” oraz „wprowadzanie do podręcznika rysunków nieprecyzyjnych czy błędnych” [Nodzyńska, 2009].

„W podręcznikach występuje dowolność w przedstawianiu modeli mikroświata, pojawiają się zarówno modele błędne, przestarzałe jak i nieprecyzyjne. Modele te nie są właściwie opisywane. Często rysunek nie jest adekwatny do informacji słownych zamieszczonych obok” [Nodzyńska, 2004].

Taki chaos informacyjny wpływa niekorzystnie na tworzone przez uczniów wyobrażenia, co z kolei utrudnia im zrozumienie trudnych pojęć abstrakcyjnych.

Opis przeprowadzonych badań:

Badania przeprowadzono w czerwcu i w październiku 2010 roku, w dwóch różnych szkołach:

- pierwsze badanie odbyło się w czerwcu 2010 roku w Gimnazjum nr 4 w Żorach. W badaniu wzięło wówczas udział 90 uczniów klas pierwszych gimnazjum. W szkole tej, uczniowie korzystają z podręcznika „Chemia Nowej Ery. Podręcznik dla gimnazjum”.

- drugie badanie zostało przeprowadzone w październiku 2010 roku w Gimnazjum przy Zespole Szkolno – Przedszkolnym w Binarowej. W badaniu wzięło udział 50 uczniów pierwszych klas gimnazjum. Uczniowie korzystają z podręcznika „Ciekawa chemia”, wydanego przez WSiP

W sumie w badaniu wzięło udział 140 uczniów pierwszych klas gimnazjum.

Podczas badań uczniowie, zarówno z gimnazjum w Żorach, jak i z gimnazjum w Binarowej, mieli do wykonania takie same polecenia. Arkusz, który dostali, zawierał trzy definicje oraz cztery zadania. Definicje były podane wg podręcznika do Chemii – część I dla gimnazjum, autorstwa Jana Rajmunda Paško, wydawnictwo Kubajak 2000.

Kwestionariusz ankiety:

Pierwiastek elektryjemny jest to pierwiastek, którego atomy łącząc się z atomami innych pierwiastków mają tendencję do przyciągania elektronów ze wspólnego obszaru w swoją stronę.

Wiązanie atomowe jest to wiązanie pomiędzy atomami o jednakowej elektryjemności, powstałe poprzez uwspólnienie obszarów z elektronami. Wiązanie atomowe występuje praktycznie tylko pomiędzy atomami tego samego pierwiastka.

Wiązanie atomowe spolaryzowane to wiązanie atomowe, w którym obszar z uwspólnionymi elektronami jest przesunięty w kierunku atomu bardziej elektryjemnego.

POLECENIA:

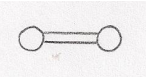
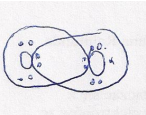

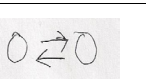
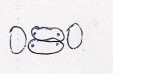
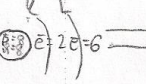
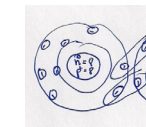

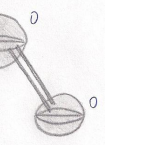
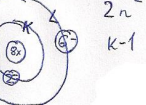
1. Narysuj, jak według Ciebie wygląda wiązanie w cząsteczce tlenu (O_2).
2. Wiedząc, że atom chloru (Cl) jest bardziej elektryjemny od atomu wodoru (H), narysuj, jak według Ciebie wygląda wiązanie w cząsteczce chlorowodoru (HCl).
3. Które cząstki elementarne są odpowiedzialne za istnienie wiązań chemicznych?
4. Narysuj, jak sobie wyobrażasz obszar wokół jądra atomu azotu (N).

Opracowanie wyników badań

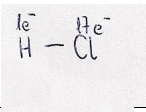
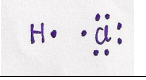
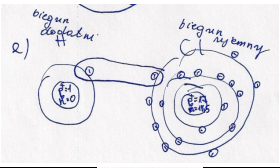
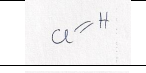
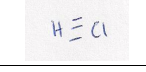

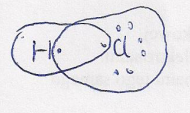
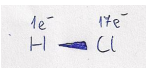
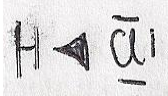
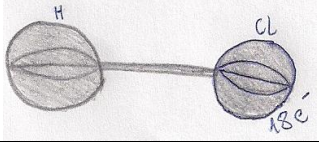
Z przeprowadzonych badań wynika, że pojęcia związane z mikroświatem, nie są dla uczniów pierwszych klas gimnazjum łatwym zagadnieniem. Analizując podręczniki, z których korzystają, można natknąć się na dużą ilość barwnych rysunków, z których większość nie jest w pełni poprawna i zgodna z aktualnym stanem wiedzy naukowej.

Najlepiej wypadło zadanie pierwsze, w którym to uczniowie przedstawiali jak wyobrażają sobie wiązanie w cząsteczce tlenu. W pierwszej szkole nieco ponad połowa (51 uczniów) udzieliła poprawnej odpowiedzi. Dużo lepiej wypadli uczniowie z drugiej szkoły – 61 poprawnych odpowiedzi. Dosty często udzielali oni kilka odpowiedzi na jedno pytanie, stąd liczba odpowiedzi jest większa od liczby uczniów biorących udział w badaniu. W zadaniu pierwszym pojawiło się dużo rysunków, na których uczniowie przedstawiali cząsteczkę tlenu w postaci elektronowego wzoru kreskowego (ten rysunek dominował w pierwszej grupie - 44), przy czym uczniowie biorący udział w drugim badaniu, oprócz elektronów tworzących wiązanie, zaznaczali także pozostałe. Dominującym w grupie drugiej rysunkiem był wzór kropkowy z zaznaczonymi wspólnymi elektronami. Z kolei w pierwszym badaniu takich rysunków było tylko 3. Pojawiły się również niepełne odpowiedzi - wzory kropkowe bez zaznaczenia uwspólnionych elektronów (3 osoby z pierwszego badania). W pierwszej grupie znalazło się 10 niepoprawnych rysunków. Uczniowie zaznaczali podwójne wiązanie pomiędzy atomami tlenu w postaci przeciwnie skierowanych strzałek lub rysując dwa jądra atomowe (z zaznaczeniem liczby protonów i neutronów) z powłokami elektronowymi (K, L z zaznaczoną liczbą elektronów na tych powłokach). W drugiej grupie pojawiło się 7 rysunków przedstawiających atomy tlenu w postaci przestrzennych kul (zacięniowanych w środku ołówkiem), połączonych podwójnym wiązaniem (rysunki nie są w pełni poprawne) oraz 7 błędnych rysunków (jądro atomowe z powłokami elektronowymi i znaczną liczbą elektronów). Aż 28 uczniów nie udzieliło odpowiedzi w czasie pierwszego badania i tylko 7 w czasie drugiego.

Tab. 1. Porównanie odpowiedzi uczniów korzystających z podręcznika wydawnictwa Nowa Era oraz WSiP – odpowiedzi na pytanie 1

Odpowiedzi uczniów		Liczba udzielonych odpowiedzi przez uczniów korzystających z podręcznika:	
		Nowej Ery	WSiP-u
Zad. 1.		44	23
		3	24
		3	-
		4	-
		2	-
		6	-
		2	-
		-	14
		-	7
		-	7
Brak odpowiedzi		28	7

Tab. 2. Porównanie odpowiedzi uczniów korzystających z podręcznika wydawnictwa Nowa Era oraz WSiP – odpowiedzi na pytanie 2.

Odpowiedzi uczniów		Liczba udzielonych odpowiedzi przez uczniów korzystających z podręcznika:	
		Nowej Ery	WSiP-u
Zad. 2.		30	18
		2	-
		3	-
		4	-
		1	-
		3	-
		-	18
		-	4
		-	13
		-	5
	Brak odpowiedzi	47	8

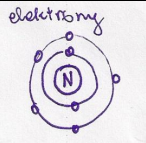
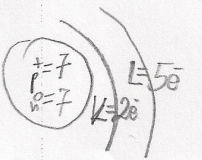
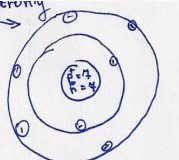

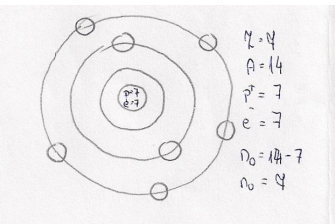
W zadaniu drugim znowu poradziła sobie lepiej druga grupa. Uczniowie mieli narysować jak wyobrażają sobie wiązanie w cząsteczce chlorowodoru. W treści polecenia znajdowała się informacja, że atom chloru jest bardziej elektroujemny niż atom wodoru. Dla ułatwienia zadania uczniowie mieli podane definicje pierwiastka elektroujemnego oraz wiązania atomowego spolaryzowanego. W żadnym z podręczników, z którego korzystają badane grupy, nie pojawiła się definicja elektroujemności (pierwiastka elektroujemnego) a jedynie informacja, że w wiązaniu kowalencyjnym spolaryzowanym wspólne elektrony są przesunięte w kierunku atomu, który posiada więcej elektronów. Z wyników uzyskanych w tym zadaniu można wywnioskować, że definicje nie były dla uczniów zrozumiałe i nie potrafili ich wykorzystać. Aż 47 uczniów z pierwszej grupy (ponad połowa!) nie udzieliła odpowiedzi na to pytanie. 8 osób narysowało niepoprawne rysunki, na których to atom wodoru i atom chloru połączone były podwójnym, potrójnym a nawet siedmioma wiązaniami (wzory kreskowe). Pojawiły się także poprawne wzory elektronowe kropkowe i kreskowe ale bez zaznaczenia wspólnych elektronów (wzór kropkowy) i polaryzacji wiązania. Podobne wzory elektronowe kropkowe i kreskowe narysowali uczniowie w drugiej grupie, lecz także zabrakło zaznaczenia polaryzacji wiązania między atomami o różnej elektroujemności. W tej grupie takich rysunków było najwięcej (36). Podobnie jak w zadaniu pierwszym kilka osób narysowało wiązanie w cząsteczce HCl w postaci kreski łączącej dwie przestrzenne, zacieniowane ołówkiem kule. Jedna kula została podpisana jako atom wodoru (H), druga jako atom chloru (Cl), przy którym zapisano 18 elektronów. Jednak również z tego rysunku nie można wywnioskować o polarności wiązania. Poprawnych odpowiedzi udzielono 17. Uczniowie narysowali wzory kreskowe z zaznaczeniem polaryzacji wiązania. W podręczniku, z którego korzystają („Ciekawa chemia” WSiP-u), nie zastosowano takich wzorów stąd wniosek, że musiał je wprowadzić nauczyciel. Błędne rysunki się nie pojawiły natomiast 8 uczniów nie udzieliło odpowiedzi.

Tab. 3. Porównanie odpowiedzi uczniów korzystających z podręcznika wydawnictwa Nowa Era oraz WSiP – odpowiedzi na pytanie 3.

Odpowiedzi uczniów		Liczba udzielonych odpowiedzi przez uczniów korzystających z podręcznika:	
		Nowej Ery	WSiP-u
Zad. 3.	Elektrony	48	26
	Atomy	2	4
	Pierwiastki elektroujemne	1	-
	Cząsteczki spolaryzowane	1	-
	Wartościowość danego atomu pierwiastka	-	9
	Wiązania jonowe	-	1
	Protony, elektrony, neutrony	-	1
	Brak odpowiedzi	38	9

Wydawało się, że zadanie trzecie nie sprawi uczniom żadnych trudności. Musieli odpowiedzieć na pytanie: jakie cząstki elementarne są odpowiedzialne za istnienie wiązań chemicznych? We wcześniejszych zadaniach na rysunkach pojawiły się elektrony w różnych postaciach (kulki ze znakiem „minus” w środku, literka „e”, kropki i kreski we wzorach elektronowych). Najwyraźniej nie wszyscy uczniowie do końca rozumieli to co rysują, gdyż w obu grupach było prawie pół na pół odpowiedzi poprawnych i błędnych (lub brak odpowiedzi). 48 uczniów z pierwszej i 26 z drugiej grupy wiedziało, że w tworzeniu wiązań chemicznych biorą udział elektrony. Spośród błędnych odpowiedzi pojawiły się w grupie pierwszej: atomy, pierwiastki elektroujemne, cząsteczki spolaryzowane; w grupie drugiej: wartościowość danego atomu pierwiastka, wiązania jonowe, protony, neutrony.

Tab. 4. Porównanie odpowiedzi uczniów korzystających z podręcznika wydawnictwa Nowa Era oraz WSiP – odpowiedzi na pytanie 4.

Odpowiedzi uczniów	Liczba udzielonych odpowiedzi przez uczniów korzystających z podręcznika:	
	Nowej Ery	WSiP-u
	13	-
	6	-
	21	-
	2	-
	-	35
Brak odpowiedzi	35	15
Razem uczniów	90	50

W ostatnim zadaniu uczniowie mieli narysować jak wyobrażają sobie obszar wokół atomu azotu. Okazało się to być najtrudniejsze polecenie, gdyż w żadnej grupie nie pojawiły się w pełni poprawne rysunki. Dużo z nich było lepszym zobrazowaniem budowy jądra atomu azotu niż obszaru wokół niego. Uczniowie rysowali jądro atomowe (z zaznaczeniem liczby protonów i neutronów) oraz znajdujące się wokół niego orbitale, na których krążą elektrony (w pierwszej grupie 13 osób narysowało puste orbitale). Elektrony zaznaczano jako puste kółka lub kółka ze znakiem „minus”. Dwa rysunki w pierwszym badaniu były zupełnie błędne. W grupie tej pojawiło się też więcej arkuszy bez odpowiedzi (35 a w drugiej grupie 15).

Wnioski

Podsumowując całe badania, więcej poprawnych odpowiedzi i jednocześnie mniej pustych kartek pojawiło się w drugiej grupie. Przeprowadzone badania potwierdzają postawioną hipotezę badawczą: zawarte w podręcznikach szkolnych informacje graficzne, wpływają na powstające w umysłach uczniów wyobrażenia. Jak widać z załączonego wyżej zestawienia wykonanego w programie Statistica, w każdym z zadań ponad połowa udzielonych odpowiedzi jest zgodna z podręcznikiem, z którego korzystają uczniowie (dotyczy zarówno grupy uczniów korzystających z podręcznika Nowej Ery jak i wydawnictwa WSiP). Jednocześnie nasuwają się wnioski, iż większość z tych rysunków jest niepoprawna. Dzisiejsze podręczniki szkolne są przepełnione kolorowymi rysunkami, schematami, modelami, które przestają pełnić funkcję dydaktyczną – informacyjną a stają się niepotrzebnymi „ozdobnikami”. Nadmiar informacji graficznych wpływa niekorzystnie na powstające u uczniów wyobrażenia. Większość rysunków jest przestarzała, niezgodna z aktualnym stanem wiedzy. Mając dla porównania podręczniki tego samego wydawnictwa sprzed kilku lat oraz aktualne, rzuca się w oczy, że szata graficzna ulega jedynie „odświeżeniu”. Rysunki zamiast zmieniać się pod względem poprawności naukowej, zmieniają się pod względem estetycznym.

Literatura:

- Bieleński A. (1997): *Podstawy chemii nieorganicznej. Część 1.*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- Burewicz A., Gulińska H. (1993): *Dydaktyka chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Chmielowska – Marmucka A., Paško J. R. (2007): *Wyobrażenia o budowie atomu i strukturze cząsteczki wody wśród uczniów klas II i III gimnazjum w świetle przeprowadzonych badań* [w:] *Současné problémy v chemickém vzdělání, Přírodověcká fakulta, Ostrava.*
- Cox P. A. (2004): *Chemia nieorganiczna*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Galska–Krajewska A., Pazdro K. M. (1990): *Dydaktyka chemii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Gulińska H., Haładuda J., Smolińska J. (2006): *Ciekawa chemia. Podręcznik. Część 1.*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Kałuża B., Reych A. (1999): *Chemia ogólna i nieorganiczna. Podręcznik dla uczniów gimnazjum*, Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej ŻAK, Warszawa.
- Kolditz L. (1994): *Chemia nieorganiczna. Część 1.*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Kulawik J., Kulawik T., Litwin M. (2010): *Chemia Nowej Ery. Podręcznik dla gimnazjum. Część 1.*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa.
- Kupczyk B., Nowak W., Szczepaniak M. B. (2007): *Chemia 1. Podręcznik dla gimnazjum*, Wydawnictwo Operon, Gdynia.
- Kupisiewicz Cz. (1995): *Podstawy dydaktyki ogólnej*, Polska Oficyna Wydawnicza „BGW”, Warszawa.
- Łukasik A. (2008): *Filogeneza i adaptacyjne funkcje ludzkiej wyobraźni*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów.
- Maruszewski T. (1996): *Psychologia poznawcza*, Wydawnictwo Polskie Towarzystwo Semiotyczne, Warszawa.
- Mastelarz P. (1997): *Elementarna chemia nieorganiczna*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Nodzyńska M. (2004): *Wpływ modeli graficznych występujących w podręcznikach do nauczania chemii w gimnazjum na wyobrażenia uczniów o mikroświecie w świetle badań*, [w:] *Badania w dydaktyce chemii* (red. Paško J.R.), Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków.
- Nodzyńska M. (2009): *Rola wizualizacji w nowej podstawie programowej*, [w:] *Chemia bliżej życia: dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji* (red. Gulińska H.), Wydawnictwo Sowa, Poznań.
- Okoń W. (1995): *Nowy słownik pedagogiczny*, Wydawnictwo „Żak”, Warszawa.

- Okoń W. (1987): *Podstawy wykształcenia ogólnego*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Okoń W. (1987): *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Paśko J.R. (1999): *Chemia. Program nauczania w klasach I-III gimnazjum przeznaczony dla III etapu edukacyjnego gimnazjum*, Wydawnictwo Kubajak, Kraków.
- Paśko J.R., Nodzyńska M. (2009): *Moja chemia. Podręcznik dla gimnazjum. Część 1.*, Wydawnictwo Kubajak, Kraków.
- Paśko J.R. (2004): *Rola badań w dydaktyce chemii*, [w:] *Badania w dydaktyce chemii* (red. Paśko J.R.), Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków.
- Paśko J.R. (2004): *Koncepcja tworzenia modeli dynamicznych do stosowania w procesie kształtowania pojęć dotyczących struktury materii na poziomie mikroświata*, [w:] *Informační technologie ve výuce chemie* (red. Myška K.), Hradec Králové, Gaudeamus.
- Paśko J. R. (2005): *Rola wyobrażeń w procesie edukacji chemicznej*, [w:] *Aktuální otázky výuky chemie*. 15 (red. Bílek M.), Hradec Králové, Gaudeamus.
- Pilch T. (1995): *Zasady badań pedagogicznych*, Wydawnictwo „Żak”, Warszawa.
- Pólturzycki J. (2002): *Dydaktyka dla nauczycieli*, Wydawnictwo Naukowe Novum sp. z o.o., dzięki pomocy Szkoły Wyższej im. Pawła Włodkowica w Płocku, Płock.
- Szewczuk W. (1966): *Psychologia. Zarys podręcznikowy. Tom pierwszy*. Wydanie drugie, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa.
- Walker D. F., Soltis J. F. (2000): *Program i cele kształcenia*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Zaczyński W. (1976): *Praca badawcza nauczyciela*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Żegnałek K. (2005): *Dydaktyka ogólna wybrane zagadnienia*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna TWP w Warszawie, Warszawa.

Anna Świerż

Jan Rajmund Paśko

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Wybrane problemy chemiczne: dydaktyczne i merytoryczne na różnych poziomach kształcenia

Małgorzata Krzeczowska

Ewa Odrowąż

„Be very, very careful what you put into the head, because you will never, ever get it out”

Thomas Cardinal Wolsey (1471-1530)

W dzisiejszych czasach trudno wyobrazić sobie nauczanie – uczenie się bez korzystania z różnorodnych źródeł informacji. Dla ucznia podstawowym źródłem informacji jest podręcznik szkolny oraz informacje przekazywane przez nauczyciela. Nauczyciel zaś, przygotowując się do zajęć korzysta z dostępnych materiałów. Często opracowując konspekt zajęć nauczyciel staje przed dylematami, trudnymi do rozwiązania, np.

- Czy mogę tak zdefiniować dane pojęcie?
- Czy ten model jest poprawny? Czy znam „warunki brzegowe” stosowalności takiego modelu?
- Czy takie uproszczenie jest poprawne, zgodne z zasadą naukowości?
- Czy mogę podać własną interpretację danego zjawiska?

Należy zdawać sobie sprawę, że odpowiedź na powyższe pytania powinna zależeć między innymi od sytuacji dydaktycznej, tzn. czy przygotowujemy uczniów do sprawdzianu klasowego, egzaminu zewnętrznego czy konkursu chemicznego.

Uczniowie również mają różnorodne problemy, np.:

- Czy w pełni można wierzyć w treści zawarte w podręcznikach?
- Jak wytłumaczyć brak spójności wiedzy przekazywanej na poziomie gimnazjum i liceum?
- Dlaczego pewne treści chemiczne wzajemnie wykluczają się na poziomie gimnazjum i liceum?

Zdajemy sobie sprawę, że odpowiedzi na te pytania nie są proste. Chemia jest nauką doświadczalną, dlatego pewne definicje, pojęcia ulegają modyfikacjom. Może właśnie dlatego chemia jest tak ciekawa, że zmusza nas do myślenia i ciągłego poszukiwania nowych rozwiązań?

Poniżej przedstawiono wybrane z bardzo długiej listy problematycznych zagadnień te, na które odpowiedzi można znaleźć w różnych źródłach informacji. Fakt, że toczy się na ich temat dyskusja, świadczy, że odpowiedzi nie są jednoznaczne.

Jednocześnie zapraszamy do dyskusji i poszerzania listy materiałów źródłowych, z której będą mogli skorzystać zarówno nauczyciele jak i uczniowie.

Punkt izojonowy a izoelektryczny (aminokwasu/białka):

W podręcznikach szkolnych i akademickich w większości spotykamy się z definicją punktu izoelektrycznego dla aminokwasów, rzadziej dla białek.

Analizując pozycję [Dominiak, 1997] znajdujemy: „Punkt izoelektryczny dla aminokwasu to takie pH roztworu, w którym aminokwas występuje w formie jonu obojnaczego i nie porusza się w polu elektrycznym. Punkt izoelektryczny dla białek to taka wartość pH przy której występuje sumaryczny ładunek zerowy.”

Według autora Gałamon (1999) „punkt izoelektryczny to takie pH środowiska, przy którym cząsteczka aminokwasu w danych warunkach jest obojętna. Punkt izojonowy to taka wartość pH, przy której liczba protonów związanych z grupami $-NH_2$ jest równa liczbie protonów odszczepionych przez grupy $-COOH$ ”.

Definicja epimerów:

W większości podręczników szkolnych definicja ta pojawia się w odniesieniu do węglowodanów. Gałamon (1999) stwierdza, że: „Monosacharydy epimeryczne: diastereoizomery różniące się między sobą jedynie położeniem przestrzennym grup przy węglu C-1 i C-2”. W pozycji [Hart, Craine & Hart, 2003] czytamy: „Epimery to diastereoizomery różniące się konfiguracją tylko przy jednym centrum stereogenicznym”, zaś w pozycji [Kupryszewski, 1981] można znaleźć takie informacje: „Mannoza różni się od glukozy konfiguracją przy węglu drugim, zaś galaktoza konfiguracją przy węglu czwartym. Ponieważ każdy z omawianych cukrów różni się od glukozy tylko konfiguracją przy jednym atomie węgla, obydwa związki są epimerami glukozy”

Wolnorodnikowy mechanizm chlorowcowania alkanów:

W pozycji [Krzeczkowska, Loch & Mizera, 2010] czytamy: „Podczas monobromowania propanu w warunkach naświetlania układu powstają różne produkty, gdyż w cząsteczce tego węglowodoru nie wszystkie atomy wodoru są równocenne: 2-bromopropan (97%) i 1-bromopropan (3%). Propan, został przekształcony w dwa produkty powstające w wyniku przebiegu tzw. reakcji równoległych, czyli konkurencyjnych. Jedna z nich jest dominująca i nosi nazwę reakcji głównej, druga to reakcja uboczna. Produktem głównym bromowania propanu jest 2-bromopropan (97%).

Reakcje bromowania alkanów podlegają następującej regule: Produkt główny reakcji bromowania to wyżej rzędowa pochodna. Tej reguły nie można jednak zastosować do reakcji chlorowania alkanów”.

A pozycja [McMurry, 2010] dostarcza następujących informacji:

„Chlorowanie alkanów bazuje na następujących zależnościach:

- Względna reaktywność: $R_3CH > R_2CH_2 > RCH_3$
- Względna trwałość rodników: $R_3C \cdot > R_2CH \cdot > RCH_2 \cdot$ ”

Dodatkowo o różnych mechanizmach reakcji w chemii organicznej można przeczytać na stronach:

<http://www.docbrown.info/page06/OrgMechsIntro.htm>

<http://www.chemguide.co.uk/mechanisms/eladdmenu.html#top>

Czy poprawne jest określenie cis-pent-2-en i trans-pent-2-en?

Hart, Craine i Hart (2003): „Używanie określeń cis trans jest jednoznaczne w przypadku, gdy w cząsteczkach obecne są parami jednakowe podstawniki; w innych przypadkach dochodzi do dwuznaczności. Dla dwóch grup przyłączonych do każdego atomu węgla w wiązaniu podwójnym określa się pierwszeństwa. Jeżeli dwie grupy o wyższym pierwszeństwie znajdują się po przeciwnych stronach wiązania podwójnego określa się to jako konfigurację E. Jeżeli te grupy są po tej samej stronie, konfigurację określa się jako Z”.

Kupryszewski (1981) pisze: „Najczęściej nazwę ustala się na podstawie wzajemnego położenia grup tworzących najdłuższy łańcuch przechodzący przez wiązanie podwójne. Obecnie przyjął się jednoznaczny system określania konfiguracji izomerów geometrycznych. W celu opisanie tej konfiguracji należy na wstępie stwierdzić, która z dwóch grup związanych z każdym z atomów węgla tworzących wiązanie podwójne ma pierwszeństwo w tzw. systemie Cahn-Ingolda-Preloga”.

Wpływ kierujący podstawników i jego znaczenie w procesach syntezy organicznej:

W pozycji [Dominiak, 1997] czytamy, że:

- „podstawniki I rodzaju – kierują nową grupę w pozycje orto i para”
- podstawniki II rodzaju – kierują nową grupę w pozycję meta”

Pozycja [Gałamon, 1999] dostarcza następujących informacji: „Jeżeli w reakcji substytucji elektrofilowej uczestniczy związek zawierający podstawnik danego rodzaju, to tworzą się

następujące produkty:

- a) I rodzaju: 59% izomer orto, 37% izomer para, 4% izomer meta.
- b) II rodzaju: 93% izomer meta, 7% izomer orto”

Autor pozycji [Kupryszewski, 1981] pisze: „Z punktu widzenia efektu kierującego w reakcjach podstawienia elektrofilowego wszystkie podstawniki zostały podzielone na grupy: podstawniki pierwszego rodzaju, kierujące atak elektrofilowego odczynnika w położeniu orto i para, oraz podstawniki drugiego rodzaju, kierujące ten atak w położenie meta”.

Czy możemy, więc zapisywać w jednym równaniu reakcji tworzące się izomery orto i para? Czy w opisie spójnik „i” bądź „lub” jest tożsamy? ma znaczenie?

Fenole w reakcji elektrofilowej substytucji:

W pozycji [Hart, Craine & Hart, 2003] czytamy: „ze względu na fakt, że grupa – OH silnie aktywuje pierścień aromatyczny fenol ulega reakcji nitrowania rozcieńczonym kwasem azotowym(V) a bromowanie z udziałem wody bromowej prowadzi do utworzenia 2,4,6-tribromofenolu”.

Pozycja [Hejwowska, 2009] dostarcza następujących informacji: „nitrowanie fenolu w obecności rozcieńzonego kwasu azotowego(V) i siarkowego(VI) prowadzi do otrzymania obu izomerów: orto i para; nitrowanie fenolu w obecności stężonego kwasu azotowego(V) i siarkowego(VI) prowadzi do otrzymania 2,4,6 – trinitrofenolu”.

Autor pozycji [Kupryszewski, 1981] pisze: „Chlorowanie i bromowanie fenoli zachodzi bez udziału katalizatora. Łatwo zachodzi także nitrowanie fenolu. W pierwszym etapie powstaje mieszanina orto- i para-nitrofenoli ...”

Dlaczego fenol przy dłuższym przechowywaniu na powietrzu robi się różowy?

Szukając odpowiedzi na to pytanie w pozycji [Hart, Craine & Hart, 2003] można znaleźć informację, że „kolor nadają obecne produkty utleniania fenolu”. A pozycja [Kupryszewski, 1981] informuje: „Utlenianie fenoli ... w zależności od ich budowy prowadzi zwykle do różnych, przeważnie barwnych produktów dimeryzacji lub dysmutacji”.

Nazewnictwo wybranych związków nieorganicznych:

Pozycja [Hejwowska, 2009] dostarcza następujących informacji na temat nazewnictwa hydroksosoli:

$\text{Al}(\text{OH})\text{Br}_2$ dibromek wodorotlenek glinu
 $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ azotan(V) diwodorotlenku żelaza(III);
lub (stara forma nazewnictwa):
 $\text{Al}(\text{OH})\text{Br}_2$ bromek hydroksyglinu
 $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ azotan(V) dihydroksyżelaza(III)

A autorzy pozycji [Krzeczowska, Loch & Mizera, 2010] na temat nazewnictwa ałunów oraz hydroksosoli piszą, że:

$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	ałun chromowo-sodowy siarczan(VI) chromu(III) sodu - woda (1/12)
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	ałun glinowo-potasowy siarczan(VI) glinu potasu - woda (1/12)

We wzorze pojawiają się poszczególne elementy składowe – oddzielone kropką – w następującej kolejności”

- siarczan(VI) zapisane w kolejności alfabetycznej pierwszych symboli,
- woda.

Zasady nazewnictwa w oparciu o tzw. system Stocka; Nazwy systematyczne aluminów tworzy się podając nazwę reszty kwasowej, czyli siarczan(VI) a w następnie - w kolejności alfabetycznej - nazwy jonów metali wchodzących w skład cząsteczki soli. Nazwy te podaje się w kolejności alfabetycznej. Następnie podaje się wyraz woda poprzedzony długą kreską oraz w nawiasie okrągłym stosunek molowy soli i wody w aluminie.

Nazwy aluminów, to zwykle nazwy zwyczajowe, złożone ze słowa „alun” oraz nazw metali wchodzących w skład soli połączonych spójnikiem, jako pierwszą podaje się nazwę metalu występującego na III stopniu utlenienia, jako drugą metalu na stopniu utlenienia I.

Nazwy systematyczne hydroksosoli tworzy się podając nazwę kationu i anionu wchodzącego w skład cząsteczki soli, a pomiędzy nazwą kationu i anionu dodaje się słowo „wodorotlenek”, poprzedzone w określonym przypadku przedrostkiem „di-”.

$\text{AlBr}(\text{OH})_2$	bromek diwodorotlenek glinu
$\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$	siarczan(VI) wodorotlenek magnezu
$\text{FeNO}_3(\text{OH})_2$	azotan(V) diwodorotlenek żelaza(III)

Pamiętaj!

we wzorze hydroksosoli aniony podaje się w kolejności alfabetycznej ich pierwszych symboli.

Nazewnictwo związków nie jest ujednolicone, o czym można przeczytać np. w Niedziałki 5/2000

Co wynika z szeregu napięciowego metali? Szereg aktywności metali a szereg elektrochemiczny? Jak kwasy reagują z metalami?

Temat ten podejmowali różnorodni autorzy, np.

Kurier Chemiczny: 5/1995

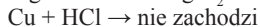
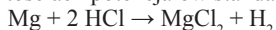
Chemia w Szkole: 1/2005

Chemia w Szkole: 4/2006

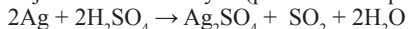
Na co należy zwrócić uwagę przewidując produkt reakcji metalu z kwasem: rodzaj metalu, rodzaj użytego kwasu, warunki reakcji (temperatura, stężenie kwasu).

Autorzy pozycji [Krzczkowska, Loch & Mizera, 2010] piszą: “Reakcje kwasów słabo utleniających i mocno utleniających z metalami:

Z kwasami słabo utleniającymi (w temperaturze pokojowej) reagują tylko metale o ujemnych wartościach potencjałów standardowych:



Z kwasami silnie utleniającymi reagują również metale szlachetne o dodatnich wartościach potencjałów standardowych (poza złotem i platyną), jak i niemetale:



Jakich produktów oczekujemy po wrzuceniu magnezu do rozcieńczonego kwasu azotowego(V)? Czy piszemy równanie reakcji tworzenia pasywującej warstwy tlenku tworzącego się po zanurzeniu odpowiedniego metalu do np. stężonego kwasu azotowego(V)?

Utlenianie alkenów:

Wg autorów [Krzczkowska, Loch & Mizera, 2010]: „Utlenianie alkenów manganianem(VII) potasu prowadzi do otrzymania różnych produktów organicznych co jest zdeterminowane środowiskiem i temperaturą, w której prowadzi się reakcję, np.

Autor pozycji [Kupryszewski, 1981] pisze: „W temperaturze pokojowej wodne zasadowe roztwory manganianu(VII) potasu utleniają związki o podwójnych wiązaniach, co prowadzi do

powstania produktów zwanych glikolami. W wyższej temperaturze, w roztworze obojętnym, następuje rozszczepienie cząsteczki alkeny, przy czym atomy węgla związane wiązaniem podwójnym tworzą dwie grupy karbonylowe, a każdy atom wodoru przy takim atomie węgla zostaje zastąpiony grupą OH. Utlenieniu alkeny towarzyszy zanik intensywnej fioletowej barwy roztworu ..., z jednoczesnym wydzieleniem się brunatnego osadu ...”

Goście zachęcamy do dyskusji!!!

Literatura:

- Dominiak A. (1997): *Tematy i zagadnienia maturalne z chemii*, Wydawnictwo Szkolne Omega, Kraków
- Gałąmon T. (2003): *Chemia. Repetytorium dla kandydatów na akademie medyczne*, Oficyna Wydawnicza „Medyk” Sp. z o.o., Warszawa
- Hart H., Craine L.E., Hart D.J. (1999): *Chemia organiczna. Krótki kurs*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa
- Hejwowska S. (2009): *Matura 2011. Chemia*, Wydawnictwo Pedagogiczne Operon Sp. z o.o., Gdynia
- Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A. (2010): *Repetytorium – liceum poziom podstawowy i rozszerzony. CHEMIA*, Wydawnictwo Szkolne PWN Sp. z o.o, Warszawa – Bielsko – Biała
- Kupryszewski G. (1981): *Wstęp do chemii organicznej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- McMurry J. (2010): *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

Ewa Odrowąż^{1,2}

Małgorzata Krzeczowska^{1,3}

¹ Wydział Chemii, UJ

² VI LO w Krakowie

³ Gimnazjum nr 52 w Krakowie

Kraków, PL

Mistakes committed in the technicians of the laboratory work while experimenting

Piotr Jagodziński

Robert Wolski

In literature describing the chemical experiments is often moved the problem of 'research techniques' in the sense of technology. Subjective aspect of the experiment allows us to see in the experiment not only the implementation of specific strategies but also a field that requires the appropriate abilities and talent. In assessing the achievements of experimental science, in many cases it is difficult to maintain the necessary balance between the fascination of modern technical means, and valuing the individual, creative contribution of the experimenter applying chosen technique [Sobczyńska, 1993].

To perform experimental work in the chemical laboratory is necessary a good knowledge of types of laboratory equipment in the context of its use and applications and skilful and proper use of it. In the experimental laboratory work of students in chemical education, it is necessary to know the basic techniques of experimentation and a knowledge of safe working practices. Each student should be able to perform such work as: distillation, extraction, crystallization, etc., and a number of simple chemical determinations. After a certain number of classes a student takes chemistry routines for performing basic laboratory activities. During work it is important for student to be fully aware of their purpose and means of avoiding error. Prepared multimedia computer program Basic laboratory techniques for chemical experiment should provide help for students during training in chemistry and science, as well as for teachers who have no experience in experimental work, and conduct classes in which skills in laboratory work are necessary [Koszmider & Woźniak, 1998].

The program consists of information and the control block. The Information section includes basic information about specific techniques, laboratory work and educational videos showing proper use of laboratory equipment. The necessary steps and proceedings at the: weighting, sediment precipitation, filtration and decantation, roasting, heating, melting the substance, distillation, extraction, preparation of solutions with different concentrations of the solute, the collection of various gases in the laboratory, titration, treatment of laboratory glass and corks, sublimation, crystallization, grinding substance, evaporation of solutions of certain substances, separation and filtration of the mixture of substances in the laboratory equipment, Separation and filtration of the mixture of substances in the laboratory are described [Burewicz & Jagodziński, 2002]. Also there is prepared a collection of interesting films of chemical experiments, in which the specific laboratory technique was. To each film showing the laboratory work technique corresponds the film in which this technique is used.

The comment was carefully selected to imaging layer in films. In some films, comment was limited to an absolute minimum, which encourages students to focus on important details. In other cases, the films used the full commentary, which corresponds to the imaging layer of problematic elements, such as a student watching the image must choose the proper laboratory equipment presented in excess, so He can choose only what is necessary to perform the data of experience and choose only what is necessary to perform the data of experience [Strykowski, 1977].

The program also contain a set of binding principles of safe laboratory practices and ways of proceed in emergency during the work. Discussed the standards for dealing with hazardous substances, with which students and teachers are in contact while performing chemistry experiments and the problem of dealing with hazardous waste. In the control block are prepared selection tests in the form of educational games. The program was constructed In way so that at

any time of work with him you can see your knowledge [Czupiał, 1993; Czupiał, 1977].



Figure 1a, 1b, Frame from the films that discuss rules for the preparation of solutions with a concentration of chemical substances and for the percentage of filtration.



Figure 2a, 2b, Frame from the films showing interesting chemical experiments associated with different laboratory techniques, such as abnormal behavior of basic safety rules and learning the proper reading level of liquids and solutions.

Analysis of test results

As part of this work was carried out research among high school students No. 62 in Poznań in order to determine the effectiveness of the educational package of films depicting the basic techniques of laboratory work. From the analysis results can be stated that in the first high school classes, in the control group of students working with conventional descriptions of laboratory techniques, the increase of knowledge designated within the four categories of taxonomic training purposes was as follows: in the category of remembering (A) 24%, in the category of understanding the message (B) 19%, in the category of application knowledge in a typical situation (C), 21.5% and in the category of application knowledge in a problematic situation (D) 22%. Also from the analysis of test results can be concluded that the third high school classes in the control group of students designated increment messages in the four taxonomic category was: in the categories of memorization (A) 26.5%, in the category of understanding the message (B) 23%, in the category use of knowledge in typical situations (C), 23.5% and in the category of application knowledge in a problematic situation (D) 22%. In the experimental group among third-grade students achieved results, respectively: A – 39%, B – 31%, C – 40,5% i D – 39,5% (Fig. 4).

Thus, the effectiveness of educational video package in the research conducted among students in first grades rate of 12.5% in the category of remembering (A), 11% in the category of understanding the message (B), 15% in the category of application knowledge in a typical situation (C) and 17.5% in the category of application knowledge in a problematic situation (D) (Fig. 5) [Niemiecko, 1990]. However the effectiveness of educational films in a package

designated study among third grade students is: 12.5% in the category of remembering (A), 8% in the category of understanding the message (B), 17% in the category of application knowledge in a typical situation (C) and 17.5% in the category of application knowledge in a problematic situation (D) (Fig. 5) [Łobocki, 1980].

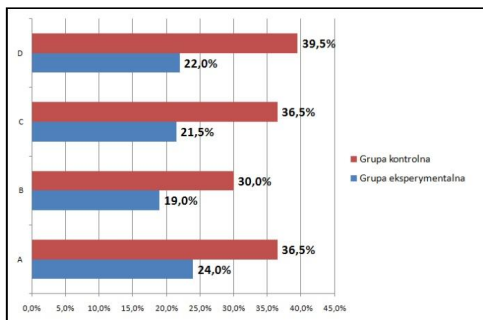


Figure 3 The results of growth knowledge by the first high school students designated for the four category taxonomy of learning objectives

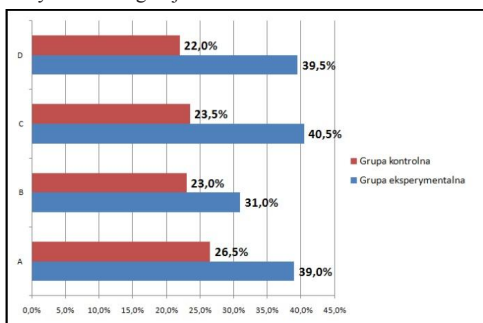


Figure 4 The results of growth knowledge by the third grade students in the designated high school for four taxonomic categories of learning goals

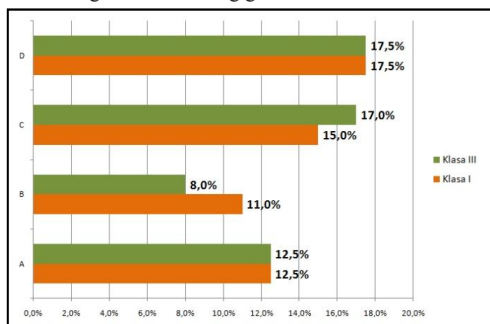


Fig. 5 Increment of students knowledge from I classes and III class designated for different taxonomic categories of learning goals

Then the results obtained by students in grades first to the results of third-grade students were

compared, under which it was found that in the case of Category A - remembering the message and category D - the use of knowledge in a problematic situation, the effectiveness of educational films in the package, first and third class school is the same, While in category B - understanding the message, the effectiveness of training was 3% higher in favor of first grade students, and for category C - the use of knowledge in a typical situation, the effectiveness of training was 2% higher in favor of third-grade students (Fig. 6 .)

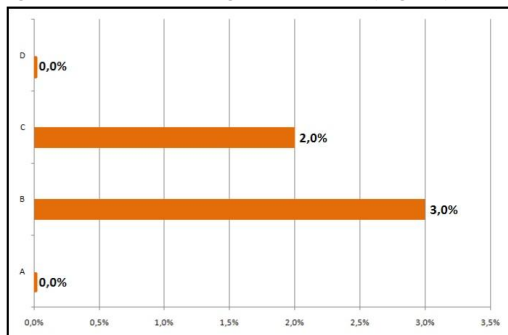


Fig. 6 The difference between the increase of students knowledge from I classes and III classes assigned to each taxonomic category of learning goals

Literature:

- Sobczyńska D. (1993): *Sztuka badań eksperymentalnych*, UAM Poznań.
- Koszmider W., Woźniak D. (1998): *Chemia. Eksperyment laboratoryjny w kształceniu chemicznym*, WSiP Warszawa.
- Burewicz A., Jagodziński P. (2002): *Ćwiczenia laboratoryjne z dydaktyki chemii. Eksperyment w liceum*, UAM Poznań.
- Strykowski W. (1997): *Wstęp do teorii filmu dydaktycznego*, UAM Poznań.
- Czupiał K. (1993): *Sprawdzanie i ocenianie osiągnięć dydaktycznych z chemii*, NOWIK Opole.
- Czupiał K. (1977): *Metodyka testu chemicznego*, WSiP Warszawa.
- Niemiecko B. (1990): *Pomiar sprawdzający w dydaktyce*, PWN, Warszawa.
- Łobocki M. (1980): *Metody badań pedagogicznych*, PWN, Warszawa.

Piotr Jagodziński

Robert Wolski

Zakład Dydaktyki Chemii, Wydział Chemii

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Poznań, PL

Nomenklatura związków nieorganicznych - błędy studentów kierunków medycznych i technicznych popełniane przy tworzeniu nazw i wzorów

Natalia Regulska

Wstęp

Nazewnictwo związków chemicznych, nieorganicznych jak i organicznych, zmieniało się na przestrzeni lat, wraz z rozwojem chemii, powstawania nowych dziedzin i odkrywania nowych pierwiastków i związków chemicznych. Nieraz te same substancje miały różne nazwy w zależności od tego czy ich nazwy używał chemik, biolog czy technolog. Dlatego Komisja Nomenklatury Chemii Nieorganicznej Polskiego Towarzystwa Chemicznego (PTChem) zajęła się uporządkowaniem polskiej nomenklatury związków nieorganicznych, w oparciu o najnowsze zalecenia w tej dziedzinie, które pochodzą z 1990 roku. i Zostały one opublikowane przez Komisję Nomenklatury Chemii Nieorganicznej Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) pod tytułem Nomenclature of Inorganic Chemistry. Recommendations 1990 [Stasicka, 1998].

Uczeń rozpoczynający edukację posiada już pewien zakres wiedzy, przeważnie jest to wiedza potoczna, znana „ze słyszenia”. Celem procesu edukacji jest, aby uczeń pozyskał wiedzę szkolną, opartą na wiedzy naukowej. W procesie tym istotną rolę odgrywa nauczyciel, który powinien przekazywać uczniowi poprawną wiedzę, lub korygować tą, która jest błędna, i na wyższych poziomach edukacji może przysparzać trudności (Paško & Kucharska, 2008). Od czasu wprowadzenia nowych zaleceń nomenklatury przez PTChem, nauczyciele chemii zobowiązani byli podczas procesu nauczania stosować nowe nazewnictwo. Niestety, nie wszyscy nauczyciele się do tych zaleceń zastosowali. Świadczą o tym nawyki obecnych studentów, którzy jako uczniowie szkół podstawowych i gimnazjów, powinni już być nauczani wg nowych zasad, a w świetle prowadzonych obserwacji nie byli.

Badania:

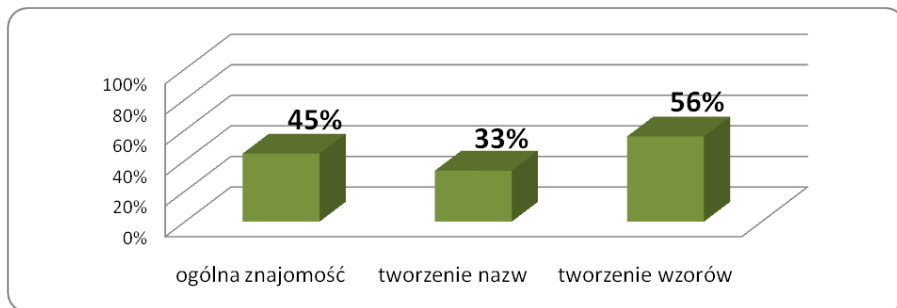
Celem przeprowadzonych badań było zbadanie stopnia znajomości nomenklatury nieorganicznych związków chemicznych, a także umiejętności pisania wzorów sumarycznych na podstawie podanych nazw. Badania przeprowadzono w okresie styczeń-kwiecień 2010.

Grupę badanych stanowili studenci kierunków medycznych oraz technicznych. W badaniach wzięło udział łącznie 133 studentów (90 kierunków technicznych i 43 kierunków medycznych). Do przeprowadzenia badań wykorzystano kwestionariusz ankiety umieszczony w Internecie. Zawierał on 29 pytań otwartych. Arkusz został umieszczony na jednym z portali internetowych do tego przeznaczonych, a następnie rozesłany wśród studentów odpowiednich kierunków. Korzystając z możliwości technologii informatycznych, jakim bez wątpienia jest internet, studenci chętniej i wiarygodniej wypełniają tego typu ankiety. Medium to w ostatnich latach bardzo zyskało na popularności i jest wykorzystywane w znacznym stopniu przez studentów uczelni wyższych [Cieśla & Paško, 2008].

W ankiecie studenci zostali poproszeni o podanie nazwy poszczególnych związków chemicznych, oraz napisanie wzoru sumarycznego do podanej nazwy związku. W przypadku, gdyby student uznał, że odpowiedzi nie zna, został poproszony o pozostawienie w kwestionariuszu pustego miejsca, co w czasie opracowywania wyników zostało uznane tak jak odpowiedź błędna.

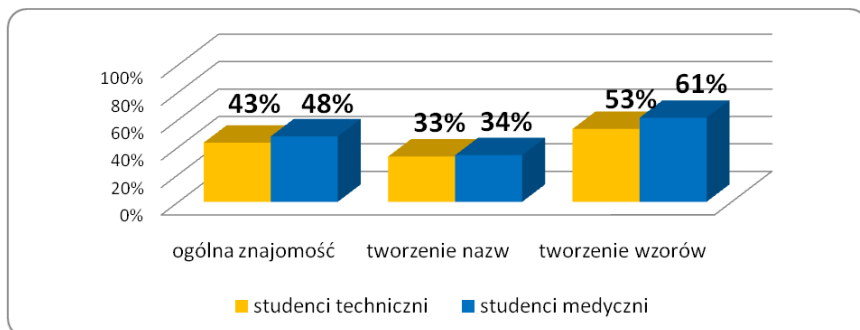
Wyniki badań:

Ogólna znajomość nomenklatury przez wszystkich studentów biorących udział w badaniu wyniosła 45% (33% tworzenie nazw, 56% tworzenie wzorów).



Rys. 1. Znajomość nomenklatury przez wszystkich studentów biorących udział w badaniach.

W przypadku podziału na kierunki studiów, znajomość ta przedstawia się następująco: ogólna znajomość 43% dla studentów kierunków technicznych i 48% dla studentów kierunków medycznych; tworzenie nazw: 33% studenci techniczni, 34% studenci medyczni; tworzenie wzorów 53% studenci techniczni, 61% studenci medyczni.



Rys. 2. Znajomość nomenklatury z podziałem na kierunki studiów.

Umiejętność tworzenia nazw na podstawie podanych wzorów związków nieorganicznych z podziałem na kierunki studiów przedstawia poniższa tabelka:

Tabela 1. Umiejętność tworzenia nazw na podstawie podanych wzorów z podziałem na kierunki studiów.

<i>wzór</i>	<i>studenci techniczni</i>	<i>studenci medyczni</i>	<i>prawidłowa nazwa</i>
Fe_2O_3	18%	12%	tlenek żelaza(III)
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	82%	81%	wodorotlenek wapnia
HNO_3	18%	14%	kwaz azotowy(V)
H_2Se	7%	2%	kwaz selenowodorowy
AgCl	2%	2%	chlorek srebra(I)
CaH_2	67%	79%	wodorek wapnia
HgS	8%	2%	siarczek rtęci(II)
NaF	91%	84%	fluorek sodu
$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	13%	14%	fosforan(V) żelaza(II)
$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	33%	58%	tetrahydroksyglinian sodu
CaOHCl	24%	26%	chlorek wodorotlenek wapnia

Wyniki przedstawiające umiejętność tworzenia wzorów na podstawie wybranych nazw związków nieorganicznych z podziałem na kierunki studiów zilustrowano w poniższej tabelce:

Tabela 2. Umiejętność tworzenia wzorów na podstawie podanych nazw z podziałem na kierunki studiów.

wzór	studenci techniczni	studenci medyczni	prawidłowy wzór
tlenek magnezu	87%	86%	MgO
wodorotlenek manganu(II)	77%	81%	Mn(OH) ₂
kwask chlorowy(VII)	52%	56%	HClO ₄
kwask jodowodorowy	62%	65%	HI
bromek wapnia	49%	65%	CaBr ₂
siarczek miedzi(II)	67%	70%	CuS
jodek ołowiu(II)	64%	67%	PbI ₂
siarczan(VI) amonu	47%	63%	(NH ₄) ₂ SO ₄
wodorowęglan sodu	54%	65%	NaHCO ₃
dekahydrat siarczanu(VI) sodu	19%	35%	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
siarczan(VI) glinu i potasu	7%	21%	KAl(SO ₄) ₂

Z przeprowadzonych badań wynika, że studenci kierunków medycznych i technicznych nomenklaturę nieorganicznych związków chemicznych znają z stopniu średnim- 45%. Zdecydowanie gorzej, bo tylko na poziomie 33%, radzą sobie z nazwaniem związku na podstawie przedstawionego wzoru, a 56% studentów posiada umiejętność pisania wzorów na podstawie podanej nazwy związku. Porównując obie grupy studentów, nieznacznie lepiej prezentują się studenci kierunków medycznych, z ogólną znajomością nomenklatury na poziomie 48%, umiejętnością tworzenia nazw na podstawie wzoru- 34%, oraz umiejętnością utworzenia wzoru na podstawie podanej nazwy- 61%. Natomiast u studentów kierunków technicznych, wyniki wynoszą odpowiednio 43%, 33% i 55%.

Najczęściej popełnianymi przez studentów błędami podczas tworzenia nazw było:

- umieszczenie spacji pomiędzy nazwą a wartościowością, np. tlenek żelaza (III), kwas azotowy (V), fosforan (V) żelaza (II);
- brak nawiasu przy wartościowości, np. siarczek rtęci II, kwas azotowy V;
- brak znajomości wartościowości, np. kwas azotowy(IV) - HNO₃;
- nieznanomość nazw związków i pierwiastków, np. kwas siarkowy - H₂Se, siarczana rtęci - HgS, jodek sodu - NaF, wodorowo wapń - CaH₂;
- używanie nieaktualnej nomenklatury, np. diwoderek wapnia - CaH₂, trójtlenek żelaza - Fe₂O₃.

Natomiast podczas tworzeniu wzorów, najczęstszymi popełnianymi błędami były:

- brak znajomości wartościowości, np. HClO₅, H₇Cl - kwas chlorowy(VII);
- nieznanomość nazw związków i pierwiastków, np. HJO, HJ - kwas jodowodorowy; CaO, OMg - tlenek magnezu; Ma(OH)₂ - wodorotlenek manganu(II); SbSO₄ - siarczan(VI) amonu; CuSO₃ - siarczek miedzi(II); Na(CaOH)₂, Na(OH)CO₃, CH₃COONa - wodorowęglan sodu.

Wnioski:

Wyniki ukazały braki w edukacji chemii na niższych poziomach edukacji. Zasady nomenklatury wprowadzone przez Międzynarodową Unię Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) w 1990 roku, nie są stosowane, lub nie są w ogóle znane przez dzisiejszych studentów. Być może przyczyną jest brak znajomości podstaw chemii, który najwyraźniej nie został zlikwidowana wraz z reformą edukacji z 1999 roku, która to zakładała większe przygotowanie uczniów do nauki na wyższych szczeblach edukacji, a do celowo, na uczelniach wyższych [Nodzyńska & Paško, 2006]. Jednakże jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy mogą być również błędy, jakie zawierają współczesne podręczniki, nie tylko dostępne na szczeblu akademickim, ale również w szkole średniej i gimnazjum. Na półkach w księgarni, a co za tym idzie, w plecakach naszych dzieci, nie brak podręczników, w których nazwy jak i wzory związków chemicznych są źle sformułowane, a zasady ich pisowni wogóle, albo niedokładnie, wyjaśnione.

Wydaje się więc stosowne aby zostały przeprowadzone podobne badania wśród nauczycieli chemii w liceum i gimnazjum aby sprawdzić czy posiadają oni wiedzę i umiejętności z zakresu nomenklatury nieorganicznych związków chemicznych, a następnie sprawdzić w jaki sposób jest ona przekazywana uczniom liceum. Jednak jakiegokolwiek badania w tym kierunku powinna poprzedzić dogłębna analiza podręczników do nauczania chemii na wszystkich szczeblach edukacji właśnie pod kątem zastosowanej w nich nomenklatury nieorganicznych związków chemicznych.

Literatura:

- Cieśla P., Paśko J. R. (2008). *Komunikacja i wymiana informacji pomiędzy studentami a nauczycielami akademickimi*. In Technologie informacyjne dla chemików. Praca zbiorowa, Kraków: Wydział Chemii UJ.
- Nodzyńska M., Paśko J. R. (2006). *Porównanie przygotowania studentów I roku biologii z zakresu wiedzy chemicznej z przed reformy do po reformie*. In J. R. Paśko & M. Nodzyńska (Ed.), *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych*. Kraków: Akademia Pedagogiczna.
- Paśko J. R., Kucharska-Żądło M. (2008). *Wpływ wcześniej powstałych wyobrażeń na kształtowanie nowych wyobrażeń w procesie edukacji na przykładzie wybranych pojęć z przedmiotów przyrodniczych*. In *Vyznam chemie pro zivot spolecnosti - vyukove aplikace (Aktualni otazky vyuky chemie XVII.)*. Univerzita Hradec Kralove: Gaudeamus.
- Stasicka Z. (Ed.) (1998). *Nomenklatura chemii nieorganicznej. Zalecenia 1990*. Polskie Towarzystwo Chemiczne, Komisja Nomenklatury Chemii Nieorganicznej. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.

Natalia Regulska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, Kraków, Polska

Analiza zadań maturalnych (2005-2009) dotyczących treści z inżynierii genetycznej i biotechnologii

Katarzyna Socha

Wstęp

Od roku 2005 absolwenci szkół ponad gimnazjalnych przystępują do zdawania zewnętrznego egzaminu maturalnego. W 2005-2006 roku uczniowie wybierając biologię mogli ją zdawać na poziomie podstawowym lub rozszerzonym. Wybierając biologię jako przedmiot dodatkowy, zdecydowali się na jej zdawanie na poziomie rozszerzonym. Egzamin na poziomie podstawowym polegał na rozwiązaniu zadań z „Arkusza I” sprawdzających wiadomości i umiejętności oraz ich zastosowanie w praktyce. Egzamin rozszerzony polegał na rozwiązaniu zadań zawartych w „Arkuszu I” i zadań zawartych w „Arkuszu II”. Zadania sprawdzały umiejętność zastosowania wiedzy i poznanych metod badawczych do rozwiązywania problemów dotyczących treści obejmujących zakres wymagań egzaminacyjnych dla tego poziomu. Od 2007 roku pojawiły się dwa odrębne arkusze dla poziomu podstawowego i rozszerzonego. Zadania egzaminacyjne zawarte w obu arkuszach były zgodne ze standardami egzaminacyjnymi z biologii.

Od roku 2010 zmienił się sposób zdawania całości egzaminu maturalnego, a w tym z biologii, która zdawana jest tylko jako przedmiot dodatkowy. Egzamin może być zdawany na poziomie podstawowym lub rozszerzonym.

Analiza rozwiązań zadań maturalnych z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii w latach 2005-2010 pozwoliła określić które umiejętności poznawcze sprawiają uczniom największej trudności jednocześnie ustalono rodzaj i przyczyny najczęściej popełnianych błędów.

Materiały i metody

W badaniach wykorzystano 350 losowo wybranych arkuszy egzaminacyjnych z lat 2005-2010 rozwiązanych przez absolwentów szkół ponadgimnazjalnych z terenu działania OKE w Krakowie.

W celu zapewnienia reprezentatywności próby badawczej prace pobrano z trzech województw lubelskie, małopolskie, podkarpackie w stosunku proporcjonalnym do ilości osób zdających.

Uzyskane wyniki zostały poddane analizie ilościowej i jakościowej oraz porównane do oficjalnych danych opublikowanych przez OKE małopolska i CKE w sprawozdaniu z egzaminu maturalnego z lat 2005-2009.

Wyniki

Z analizy danych dotyczących zadań maturalnych z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii w latach 2005 - 2009 opublikowanych przez Okręgową Komisję Egzaminacyjną (małopolska). (Tabela 1, 2) wynika, że były one trudne dla zdających. Świadczy o tym wskaźnik łatwości zadań który dla grupy 7 zadań z poziomu podstawowego wyniósł 0,45 i odpowiednio dla poziomu rozszerzonego 0,46 gdzie sześć z ośmiu zadań można określić jako trudne. Najtrudniejsze dla uczniów okazały się zadania dotyczące odniesienia się krytycznie do tekstu, sformułowania opinii i argumentowania Tabela 6 i 7.

W 2006 roku, zadanie maturalne nr 24 okazało się najtrudniejszym zadaniem całego arkusza podstawowego dla całej Polski i rozwiązała je co 13 uczeń. Tylko jedno zadanie na poziomie podstawowym i dwa na poziomie rozszerzonym okazały się łatwe. Współczynnik łatwości wskazuje, że nie było zadań bardzo łatwych dla uczniów.

Tabela 1. Interpretacja wskaźnika łatwości zadań z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii na egzaminie maturalnym w latach 2005-2009 poziom podstawowy(dane z OKE).

Stopień trudności	Wskaźnik łatwości	Numery zadań	Liczba zadań
Bardzo trudne (bt)	0,00-0,19	24	1
Trudne (t)	0,20-0,49	24, 26, 25	3
Umiarkowanie trudne (ut)	0,50-0,69	21, 22	2
Łatwe (ł)	0,70-0,89	24	1
Bardzo łatwe (bł)	0,90-1,00		0

Tabela 2. Interpretacja wskaźnika łatwości zadań z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii na egzaminie maturalnym w latach 2005-2009 poziom rozszerzony(dane z OKE).

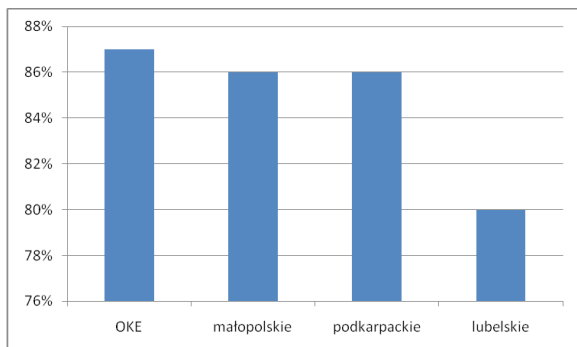
Stopień trudności	Wskaźnik łatwości	Numery zadań	Liczba zadań
Bardzo trudne (bt)	0,00-0,19		0
Trudne (t)	0,20-0,49	38, 48, 34, 38	4
Umiarkowanie trudne (ut)	0,50-0,69	57, 35	2
Łatwe (ł)	0,70-0,89	26, 30	2
Bardzo łatwe (bł)	0,90-1,00		0

W tabelach 3 i 4 przedstawiono rodzaj sprawdzanej umiejętności w zakresie standardów I-III oraz wskaźnik łatwości zadań dla poziomu podstawowego i rozszerzonego.

Tabela 3. Zestawienie zadań z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii Poziom podstawowy Numeracja standardów i wymagań odpowiada numeracji wymagań egzaminacyjnych załączonych do informatora o egzaminie maturalnym od 2008 roku.

Lata	Nr zadania	Nr standardu	Sprawdzana umiejętność	Łatwość zadania
2005	21	II.1.b	Odczytywanie informacji przedstawionych w formie schematu kariotypu	0,58 ut
	22	I 4 c) 19	Charakteryzowanie zastosowania techniki inżynierii genetycznej w biotechnologii i określanie korzyści z jej stosowania	0,51ut
	24	I 4 c) . 19)	Wyjaśnianie znaczenia badań genetycznych w profilaktyce chorób nowotworowych	0,87ł
2006	24	III 2.b	Odnoszenie się krytycznie do tekstu dotyczącego korzyści i zagrożeń wynikających z rozwoju inżynierii genetycznej	0,08bt
2007	24	I 4) c) 18)	Podanie przykładów chorób dziedzicznych człowieka	0,33t
	26	III 3) a)	Formułowanie i uzasadnianie opinii na podstawie analizy informacji o GMO	0,31t
2008	25	III 3) a).	Formułowanie argumentów uzasadniających celowość gromadzenia zasobów genowych	0,47t

Jedynym zadaniem dla poziomu podstawowego (Tabela 3), które okazało się dla uczniów łatwe, było zadanie 24 (załącznik nr 1) w roku 2005 reprezentujące standard I w zakresie wiadomości i ich rozumienia. Zdający zna, rozumie i stosuje terminy, pojęcia i prawa, przedstawia oraz wyjaśnia procesy i zjawiska. Uczniowie mieli wyjaśnić znaczenie badań genetycznych w profilaktyce chorób nowotworowych. Zdający trafnie wyjaśniali profilaktyczne znaczenie badań genetycznych, zadanie poprawnie rozwiązało 87% zdających, co oznacza, że tylko 13% nie znało zastosowania inżynierii genetycznej w medycynie (Rys. 1.)



Rys.1. Procent uczniów którzy poprawnie rozwiązyali zadanie 24 z roku 2005 poziom podstawowy

W obszarze standardu II w zakresie korzystania z informacji. Zdający wykorzystuje i przetwarza informacji. Uczniowie mieli trudności z odczytywaniem schematu z zadania 21 (załącznik nr 2) z 2005 roku oraz wyjaśnieniem przyczyn zaistniałej mutacji. Najczęściej pojawiające się błędy w nazwie to podawanie, że jest to mutacja genowa, ilościowa. W przypadku wyjaśnienia pojawiały się często odpowiedzi bardzo ogólne (występuje dodatkowy chromosom) lub z błędem merytorycznym np. trisomia chromosomu X, uczniowie opisywali również objawy towarzyszące powstałej mutacji np. mongoidalne rysy twarzy lub upośledzenie umysłowe.

Łatwość zadań w obszarze standardu III w zakresie tworzenia informacji wyniosła 0,08-0,47 co oznacza, że były one trudne lub bardzo trudne. Zdający rozwiązuje problemy i interpretuje informacje. Celem tych zadań było sprawdzenie umiejętności rozwiązywania problemów i interpretacji informacji. Zadanie 24 (załącznik nr 3) z roku 2006 dotyczące umiejętności odnoszenia się krytycznego do tekstu zawierającego informacje na temat korzyści i zagrożeń wynikających z rozwoju inżynierii genetycznej, okazało się najtrudniejszym zadaniem „Arkusza I”. Poprawnie odpowiedziało na niego ok. 8% zdających maturę w Małopolsce.

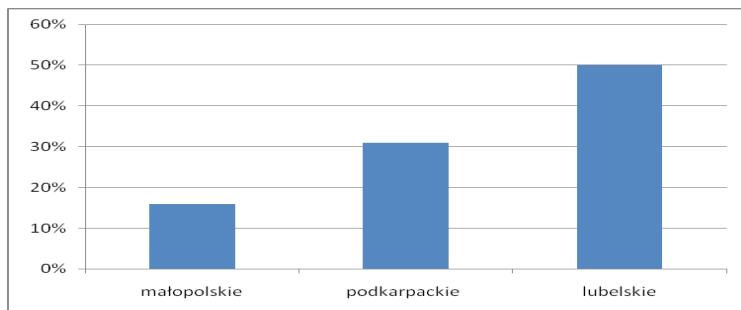
Z analizy danych OKE małopolska zawartych w informatorze dla egzaminatorów dla poziomu rozszerzonego wynika, że zadania z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii na przestrzeni 2005 -2009 roku były trudne dla zdających (Tabela 4). Liczba zadań sprawdzających poszczególne standardy była nierówna tylko jedno zadanie (załącznik nr 4) sprawdzało standard I , znajomość rozumienia i stosowanie terminów , pojęć i praw, przedstawianie oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów biologicznych. Nie sprawiło ono uczniom większych problemów 77% z nich udzieliła poprawnej odpowiedzi.

Tabela 4. Zestawienie zadań z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii Poziom rozszerzony. Numeracja standardów i wymagań odpowiada numeracji wymagań egzaminacyjnych załączonych do informatora o egzaminie maturalnym od 2008 roku.

Lata	Nr zadania	Nr standardu	Sprawdzana umiejętność	Łatwość zadania
2005	38	III 2	Interpretowanie informacji i wyjaśnianie zależności przyczynowo – skutkowych między prezentowanymi faktami (dotyczącymi genetycznych podstaw regulacji cyklu życiowego bakterii).	0,24t
	48	III 3	Dobieranie racjonalnych argumentów uzasadniających znaczenie badań DNA	0,36t
2006	57	III 3.a	Formułowanie racjonalnych argumentów dotyczących wykorzystania biotechnologii w rolnictwie	0,59ut
2007	26	II 2.b	Selekcjonowanie i porównywanie informacji przedstawionych w formie wykresów	0,80ł
	30	I 4) b) 22)	Opisywanie organizmu transgenicznego – standard	0,77ł
2008	34	III 3) a)	a) Objaśnianie i komentowanie informacji dotyczących klonowania zwierząt	0,45t
		I 4) b) 22)	b) Podawanie przykładów wykorzystania techniki klonowania zwierząt	
	35	III 3) a)	Określanie przypadków wykorzystania technik inżynierii genetycznej w medycynie i argumentowanie możliwości ich wykorzystania w konkretnych przypadkach	0,53ut
2009	38	III 2.b)	Odnoszenie się krytycznie do tekstu dotyczącego korzyści i zagrożeń wynikających z rozwoju inżynierii genetycznej	1/3t

W obszarze standardu II znalazło się również jedno zadanie (załącznik nr 5), które dotyczyło selekcjonowania i porównywanie informacji przedstawionych w formie wykresów. Było to zadanie łatwe dla uczniów 80% poprawnych odpowiedzi. Najczęściej uczniowie wskazywali prawidłowy wykres , natomiast mieli trudności ze sformulowaniem trafnego uzasadnienia. Nie korzystali z informacji przedstawionych na wykresie lecz podejmowali próbę wyjaśniania przyczyn wystąpienia zespołu Downa u noworodków. Problemy z poprawnym uzasadnieniem mogły prawdopodobnie wynikać też z nieuważnego czytania polecenia lub słabo opanowanej umiejętności analizowania wykresów.

Najwięcej zadań sprawdzało umiejętności w obszarze standardu III w zakresie tworzenia informacji. Zdający rozwiązuje problemy i interpretuje informacje. Łatwość zadań w obszarze tego standardu wynosiła od 0,24-0,59. Były więc one dla uczniów trudne lub umiarkowanie trudne (Rys. 2.). Najtrudniejszym okazało się zadanie z 2009 roku które sprawdzało umiejętność odnoszenia się krytycznego do tekstu dotyczącego korzyści i zagrożeń wynikających z rozwoju inżynierii genetycznej (zadanie nr 38 załącznik nr 6)



Ryc. 2 Procent uczniów którzy poprawnie rozwiązali zadanie 38 z roku 2009 poziom rozszerzony

Analiza otrzymanych wyników pozwala zauważyć, że spośród diagnozowanych umiejętności najslabiej opanowaną przez uczniów była umiejętność poprawnej argumentacji oraz trudności we wskazaniu i opisywaniu zależności przyczynowo-skutkowych. Tabela 5

Tabela 5. Zestawienie błędów uczniowskich.

Kategoria błędu	Przykłady błędów	poziom / zadanie / rok / załącznik
Rozumienie i stosowanie terminów	Błędne podanie nazwy choroby, np. hemofilia; nazwy innych chorób, np. zakaźne, anemia.	Pp 24/2007/8
Przedstawianie oraz wyjaśnianie procesów i zjawisk	Odpowiedzi błędne, ogólnikowe lub zawierające błędy merytoryczne świadczące o niezrozumieniu zasady tworzenia roślin transgenicznych. Np. wszczepienie genu; proces zmiany układu DNA; wstrzykiwanie substancji Bt; wszczepianie bakterii do ziemniaka; zmienianie genotypu ziemniaka; zmienianie kodu genetycznego ziemniaka.	Pp 22/2005/7
Wykorzystanie i przetwarzanie informacji	Błędy najczęściej polegały na utożsamianiu wykrycia uszkodzenia genu z wykryciem nowotworu	Pp24/2005/1
Analizowanie wykresów odczytywanie informacji przedstawionych w formie schematu	Pojawiały się często odpowiedzi bardzo ogólne np. dodatkowy chromosom, mutacje ilościowe lub z błędem merytorycznym np. trisomia chromosomu X.; mutacja genu 21	Pp 21/2005/2
Formułowanie i uzasadnianie opinii na podstawie analizy informacji	Jestem przeciw nie potrzebujemy na świecie „sztucznych roślin”, Jestem za uchwaleniem ponieważ rośliny, czy inne organizmy modyfikowane genetycznie są niezdrowe szkodliwe; trują; zawierają dużo chemikaliów; Jestem za, bo organizmy transgeniczne są uodpornione na wirusy.	Pp 26/2007/5
Formułowanie argumentów uzasadniających celowość gromadzenia zasobów genowych roślin / rozumienie zasad argumentacji	Trzeba je chronić, bo są zagrożone; można zachować gatunek który już wyginął. W razie klęski żywiołowej można odbudować zasób roślin występujących na tym terenie. Do rozmnażania gatunków rzadko występujących; do klonowania; krzyżowania gatunków i powstania całkiem nowych. W przyszłości można zrobić wystawę, aby przypomnieć ludziom o istniejących roślinach; możliwość oglądania flory rzadko rosnących w kraju roślin i pokrewnych gatunków.	Pp 25/2008/9

Odczytywanie informacji	Niezrozumienia specyfiki działania Bt i komentarze, z których wynikało, że substancja ta spowoduje zniszczenie roślin w danym środowisku; ulepszeniu ziemniaka; człowiek nie wdycha substancji; ziemniak rośnie naturalnie	Pp22/2005/7
Odnoszenie się krytycznie do tekstu	Odpowiedzi błędne inne niż B lub błędna argumentacja dotycząca odpowiedzi B np. B, gen wniknie do organizmu człowieka i zmienia jego właściwości; B, ponieważ geny ludzkie są niezienne; B, ponieważ jest to niemożliwe bo geny rośliny i geny człowieka należą do dwóch gatunków, a krzyżować się mogą organizmy jednego gatunku.	Pp 24/2006/3
Interpretowanie informacji i wyjaśnianie zależności przyczynowo – skutkowych między prezentowanymi faktami (dotyczącymi genetycznych podstaw regulacji cyklu życiowego bakterii).	Zdający nie potrafili wykorzystać podanej informacji ani posługiwać się poprawnie terminologią biologiczną z tego zakresu, pisząc na przykład, że geny uwalniają hemoglobinę z erytrocytów; można wszczepić gen, który nie kodowałby białka odpowiedzialnego za uwalnianie hemoglobiny; Odpowiedzi często były niepełne, czyli podawany był dobry sposób działania leku ale brakowało efektów jego działania na gronkowca. Niektóre z błędnych wypowiedzi zawierały nielogiczne i nierealne sposoby unieszkodliwienia gronkowca np. lek powinien zawierać zmutowane żelazo, lek powinien zawierać żelazo szkodliwe tylko dla gronkowca.	Pr 38/2005/10
Formułowanie racjonalnych argumentów dotyczących wykorzystania biotechnologii w rolnictwie	Błędny argument, modyfikowane genetycznie rośliny będą wymagały mniejszej ilości nawozów, przez co spadną koszty produkcji. Lub argumentami przeciwko wprowadzaniu takich genetycznie modyfikowanych roślin: jest to nieekonomiczne (trudno określić, czy koszty modyfikacji genetycznych są wyższe niż zyski z ich produkcji).	Pr 57/2006/11
Selekcjonowanie i porównywanie informacji przedstawionych w formie wykresów	Większość zdających prawidłowo wybrała odpowiedni wykres i uzasadniła swój wybór. Nieliczni na ogół prawidłowo wskazywali wykres C, natomiast mieli trudności ze sformułowaniem trafnego uzasadnienia. Najczęściej zamiast skorzystać z informacji przedstawionych na wykresie podejmowali próbę wyjaśniania przyczyn wystąpienia zespołu Downa u noworodków np. Możliwość otrzymania przez noworodka dodatkowego chromosomu X; z wiekiem matki maleje aktywność płciowa kobiety / maleje poziom hormonów płciowych / Błędy tego typu mogły wynikać z nieuważnego czytania polecenia lub słabo opanowanej umiejętności analizowania wykresów	Pr/26/2007/12

Do przyczyn popełnianych błędów należy zaliczyć przede wszystkim brak umiejętności stosowania poszczególnych operacji myślowych lub zastosowania niewłaściwych operacji np. formułowania argumentów. Uczniowie mają trudności z właściwym doбором argumentów dotyczących technik inżynierii genetycznej w konkretnych przypadkach gdyż w szkole rzadko wykorzystuje się techniki nauczania doskonalące umiejętności komunikacyjne, a w tym związane z argumentowaniem. Dużym problemem w trafnym formułowaniu argumentów uzasadniających prezentowane stanowisko przez część zdających są też błędy stylistyczne związane z merytorycznej stronie wypowiedzi.

Wiele z popełnianych błędów jest związane z procesem kształcenia pojęć, które powstają w trakcie myślenia abstrakcyjnego. Od zasobu pojęciowego zależy zdobywanie przez uczniów nowych wiadomości i to na coraz to wyższym poziomie uogólnienia. Pojęcia pozwalają na głębsze poznanie rzeczywistości, odzwierciedlają ogólne i istotne właściwości przedmiotów i zjawisk oraz stosunki zachodzące między nimi.

Uczniowie pojmują pojęcia albo w zakresie zbyt wąskim, albo za szerokim. Związane jest to z małym doświadczeniem uczniów, z ich ograniczoną wiedzą, z nie wystarczającą pracą nauczyciela nad zróżnicowaniem pojęć [Bandura 1963].

Pojawiały się również błędy merytoryczne np. sekwencje repetetywne służą do wykrywania chorób genetycznych i nowotworowych, związane z brakiem wiadomości dotyczących możliwości wykorzystania postępów w genetyce. Niektórzy zdający nietrafnie dokonali wyboru i błędnie go uzasadniali. Uczniowie nie podawali również żadnej odpowiedzi co mogło być spowodowane brakiem wiedzy na temat np. chorób genetycznych lub brakiem umiejętności dostrzegania zależności między przyczyną choroby, jej objawami i sposobami łagodzenia jej objawów. Błędy tego typu powstają gdy materiał nie był dobrze utrwalony i połączony z posiadaną wiedzą i nie był reprodukowany ani stosowany w ćwiczeniach lub praktyce [Bandura 1963]. Przyczyną może być zbyt mała ilość godzin przeznaczonych na treści z zakresu biotechnologii i inżynierii genetycznej oraz niski poziom przygotowania merytorycznego nauczycieli z tego zakresu.

Zdający udzielają odpowiedzi, które są niepełne np. sposób działania brak efektu, brak uzasadnienia. Błędy te występują wtedy gdy nauczyciel nie zwrócił uwagi na różnice dotyczące porównania przedmiotów i zjawisk i dostrzegania zależności przyczynowo- skutkowych.

Kolejną przyczyną jest niewłaściwe odczytanie polecenia lub niezrozumienie polecenia, zadanie mogło być w związku z tym źle sformułowane lub posiadało błędy konstrukcyjne. Schematyzm w doborze treści zadań, brak jej powiązania z sytuacjami znanymi osobom rozwiązującym i budzącymi ich zainteresowanie. Zbyt szczupły trzon zadania, nie pozwalający na zrozumienie pytania przed przeczytaniem odpowiedzi. Brak precyzji sformułowania, co zmusza rozwiązującego do nazbyt szerokiej odpowiedzi.

Dyskusja

Analizując łatwość zadań maturalnych z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii na przestrzeni 2005-2009 roku można wyciągnąć wniosek, że sprawiają one uczniom bardzo wiele trudności zarówno na poziomie podstawowym jak i rozszerzonym.

W zadaniach z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii najczęściej dominuje standard III (tworzenie informacji) i II (Korzystanie z informacji) z tymi obszarami piszący egzamin mają stosunkowo najwięcej trudności. Uczniowie mają problemy z podstawowymi czynnościami analitycznymi wynikającymi z dokładnego czytania poleceń oraz ich wykonywania. Zdający nie potrafią w sposób efektywny i twórczy wykorzystać posiadanej wiedzy.

Problemy inżynierii genetycznej to interesujący temat do dyskusji, jednak bardzo wielu uczniom brak umiejętności uzasadniania własnych wyborów i logicznego argumentowania. Wskazują na to również badania Sternickiej, która stwierdza, że w trakcie nauczania genetyka staje się dla uczniów działem bardziej abstrakcyjnym i nieco trudniejszym. W trakcie nauczania nastawienie uczniów do biologii, w tym również do genetyki, zmienia się w kierunku negatywnym. Uczniowie uważają, że genetyka wzbogaci ich wiedzę biologiczną i przyda im się w życiu, pomimo iż „bez znajomości genetyki też można żyć”. Przyczyny mogą być różne min. związane z niedostateczną liczbą godzin lekcyjnych i ćwiczeniowych poświęconych przygotowaniu się z tej części materiału. W praktyce szkolnej nauczyciele ze względu na dużą ilość treści programowych skupiają się głównie na kształceniu w zakresie I standardu tzn. wiadomościach i ich rozumieniu. Zadania z tego obszary są dla uczniów łatwe w porównaniu z zadaniami ze standardu II czy III,

które są dla większości zdających trudne lub bardzo trudne.

Dlatego też ważne jest aby uczeń nie tylko opanował określony zasób wiedzy biologicznej (fakty, pojęcia, terminy) lecz także znał zależności rządzące w świecie przyrody, umiał je dostrzegać interpretować, wyciągać wnioski, przewidzieć skutki i zająć odpowiednie stanowisko. Należy w związku z tym zwrócić uwagę na kształcenie wyżej wymienionych czynności poznawczych poprzez ćwiczenia mające na celu kształcenie takich umiejętności jak np. dobieranie racjonalnych argumentów, oddzielanie faktów od opinii czy precyzyjnego odnoszenia się do zadanych problemów. W załączniku przedstawiam propozycję przygotowanych przeze mnie ćwiczeń, kształcących umiejętności z zakresu standardu III (Załącznik nr.13)

Literatura:

Bandura L. (1963): *Zagadnienie błędów uczniowskich*, Warszawa.

Sternicka A. (2005) *Postawy uczniów wobec genetyki*, Gdańsk.

Informacje o wynikach egzaminu maturalnego przeprowadzonych przez OKE Małopolska w latach 2005-2009. Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie.

Informator maturalny- Biologia od 2005.

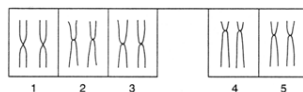
Sprawozdanie z egzaminu maturalnego CKE

Załączniki:

Załącznik nr 1

Zadanie 24. (1 pkt) z 2005pp

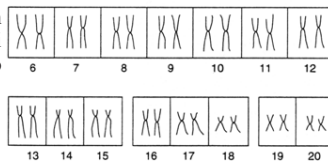
U kobiet uszkodzenie genu BRCA1 często kończy się zachorowaniem na raka piersi. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla profilaktyki raka piersi mają badania genetyczne wykrywające u kobiet uszkodzenie tego genu.



Załącznik nr 2

Zadanie 21. (2 pkt) z 2005 pp

Schemat przedstawia karyotyp kobiety z zespołem Downa. Ustal, jaki to rodzaj mutacji oraz wyjaśnij, na czym polega ta mutacja w przypadku zespołu Downa.



Załącznik nr 3

Zadanie 24. (1 pkt) pp

Badania nad wprowadzaniem do organizmów roślin uprawnych genów innych gatunków umożliwiły uzyskanie odmian o zwiększonej trwałości, bogatszych walorach smakowych, odżywczych czy leczniczych, o zwiększonej odporności na suszę, mrozy lub szkodniki. Mimo tych niezaprzeczalnych zalet rośliny transgeniczne przyjmowane są z dużą rezerwą. Przeciwnicy stosowania takich roślin używają argumentów, podkreślających nieprzewidywalne skutki ich uprawiania np.:

- A. Przekonują, że genetycznie zmieniona żywność może okazać się niebezpieczna dla zdrowia człowieka.
 - B. Pojawia się argument, że geny zmodyfikowanej rośliny wnikną – po zjedzeniu – w genom człowieka, zmieniając jego właściwości.
 - C. Innym zarzutem jest zagrożenie dla środowiska spowodowane przez niekontrolowane przenoszenie się genów ze zmodyfikowanych roślin na ich „dzikich” krewnych.
- Oceń, który z przytoczonych powyżej argumentów przeciw uprawom roślin transgenicznych jest błędny. Odpowiedź uzasadnij.

Załącznik nr 4

Zadanie 30. (1 pkt) pr

Osiągnięciem inżynierii genetycznej jest opracowanie technik, dzięki którym otrzymuje się organizmy transgeniczne. Znacznac dokończenie zdania spośród A–D, które poprawnie definiuje organizmy transgeniczne. Są to organizmy

- A. do których genomu zostały sztucznie wprowadzone fragmenty DNA innego gatunku.
- B. których komórki płciowe mają zmienioną DNA na skutek działania czynników



mutagennych.

C. o jednakowym składzie genetycznym, posiadające cząsteczki DNA o takiej samej sekwencji nukleotydów.

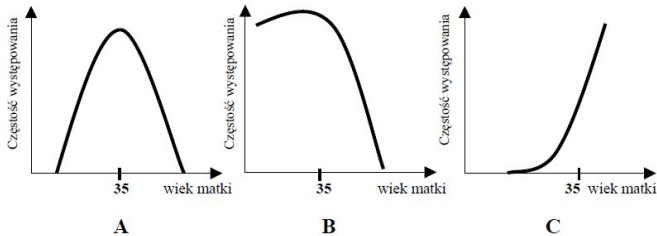
D. których potomstwo ma zmienione DNA w porównaniu do organizmów rodzicielskich.

Załącznik nr 5

Zadanie 26. (1 pkt)pr

Zespół Downa to jedna z chorób genetycznych występujących u ludzi.

Wśród wykresów (A, B lub C) zaznacz ten, który prawidłowo ilustruje zależność między wiekiem matki a częstotliwością występowania tej choroby u noworodków. Uzasadnij swój wybór.



Załącznik nr 6

Zadanie 38. (2 pkt)pr

Organizmy modyfikowane genetycznie (GMO) są to organizmy (bakterie, rośliny, zwierzęta) uzyskane metodami inżynierii genetycznej. Szczególnie w Europie pojawiają się coraz częściej protesty przeciwko stosowaniu GMO. Argumentuje się, że genetycznie modyfikowane organizmy roślinne mogą wyprzeć inne rośliny z ich naturalnego środowiska.

Podaj dwa argumenty, za pomocą których można wykazać, że genetycznie modyfikowane organizmy (GMO) mogą mieć pozytywne znaczenie zarówno dla człowieka, jak i dla środowiska.

dla człowieka:

dla środowiska:

Załącznik nr 7

Zadanie 22. (2 pkt) pp

Pewien gatunek bakterii produkuje substancję Bt, która jest trująca m.in. dla larw stonki ziemniaczanej, a nie jest szkodliwa dla ludzi. W zwalczaniu stonki ziemniaczanej substancję tę można stosować w sposób tradycyjny (opryskiwanie upraw ziemniaków) lub zastosować metodę genetycznej modyfikacji ziemniaków. Wyjaśnij, na czym, w tym przypadku, polega metoda genetycznej modyfikacji roślin, oraz uzasadnij, że metoda genetyczna mniej szkodzi środowisku niż Bt użyte tradycyjnie.

Załącznik nr 8

Zadanie 24. (1 pkt)

Niektóre choroby genetyczne u ludzi można zdiagnozować już w pierwszych dniach życia dziecka.

Podaj przykład takiej choroby genetycznej człowieka, której objawy mogą być łagodzone dzięki zastosowaniu specjalnie dobranej diety, o ile ta choroba zostanie odpowiednio wcześniej rozpoznana.

Załącznik nr 9

Zadanie 25. (2 pkt)

Od lat w wielu krajach funkcjonują banki genów roślin uprawnych, w których przechowuje się nasiona ponad 60 tysięcy różnych roślin. Na przykład w Ogrodzie Botanicznym Polskiej Akademii Nauk w Warszawie (Powsin) gromadzone są zasoby genowe roślin: dziko rosnących, pokrewnych gatunkom uprawnym, gatunków charakterystycznych dla niektórych ekosystemów naturalnych oraz gatunków rzadko występujących.

Podaj dwa różne argumenty, którymi uzasadnisz potrzebę gromadzenia i przechowywania zasobów genowych różnych gatunków roślin.

Załącznik nr 10

Zadanie 38. (2 pkt)

Gronkowiec złocisty, a szczególnie szczep MRSA, jest zmorą szpitali, ponieważ może powodować u chorych trudne do leczenia infekcje. Bakteria ta jest oporna na większość stosowanych antybiotyków, co bardzo utrudnia jej zwalczanie. Gronkowiec, aby przetrwać i rozwijać się, musi pobierać od swojego gospodarza żelazo. Najbogatszym źródłem żelaza w organizmie człowieka jest hemoglobina. Genom gronkowca zawiera całą rodzinę genów kodujących białka odpowiedzialne za uwalnianie hemoglobiny z erytrocytów, jej transport przez ścianę komórkową gronkowca i odzyskiwanie żelaza – czyli za regulację cyklu życiowego.

Wyjaśnij, jak wykorzystywać ważną cechę gronkowca, jaką jest duże zapotrzebowanie na żelazo, w pracach

nad działaniem leku, który skutecznie utrudniłby gronkowcowi rozwój w organizmie człowieka i ostatecznie doprowadziłby do unieszkodliwienia tej bakterii

Załącznik nr 11

Zadanie 31. (3 pkt)

Geny ludzkie kodujące czynnik krzepliwości krwi wprowadzono do zapłodnionych komórek jajowych owcy. Samice, które wyhodowano z tych komórek jajowych, produkowały mleko, w którym znajdował się w dużych ilościach ludzki czynnik krzepnięcia. Czynnik ten w czystej postaci można łatwo wydzielić z mleka.

a) Podaj nazwę, którą określa się organizmy uzyskane w opisany sposób.

b) Podaj po jednym przykładzie praktycznego wykorzystania tego rodzaju organizmów w rolnictwie i w medycynie.

a) w medycynie –

b) w rolnictwie –

Załącznik nr 12

Zadanie 26. (1 pkt)

Zespół Downa to jedna z chorób genetycznych występujących u ludzi. Wśród wykresów (A, B lub C) zaznacz ten, który prawidłowo ilustruje zależność między wiekiem matki a częstotliwością występowania tej choroby u noworodków. Uzasadnij swój wybór.

Załącznik nr 13

Propozycje ćwiczeń:

Standard III

W hodowli roślin transgenicznych odpornych na insekty wykorzystuje się gen bakterii *Bacillus thuringiensis* wprowadza się je następnie do ich genomu aby wytwarzały swoje własne toksyny Bt (białka) niszczące szkodniki. W opinii niektórych ekspertów białko Bt jest repelentem, który odstrasza lub działa toksycznie na szkodniki. Obecnie w USA uprawiane są odporne na insekty kukurydza, bawełna i ziemniaki typu Bt. Liczne dowody wskazują jednak, że genetycznie zmodyfikowane rośliny mogą być szkodliwe dla owadów spoza grupy docelowej, które nie mają enzymów do przetwarzania pro toksyn, tak samo jak szkodniki, z powodu których się je stosuje.

Oceń, prawdziwość stwierdzenia „wprowadzenie do upraw roślin zawierających gen Bt może mieć wpływ na funkcjonowanie ekosystemów naturalnych”. Odpowiedź uzasadnij jednym argumentem.

Odpowiedź:

Stwierdzenie jest prawdziwe sytuacja ta jest zagrożeniem dla ekosystemów poprzez ograniczenie liczby ważnych gatunków.

Krew i płyny ustrojowe zwierząt zmodyfikowanych genetycznie mogą być nie tylko źródłem wielu białek, które mogłyby być wykorzystywane w diagnostyce i leczeniu chorób, ale mogą również służyć do produkcji biofarmaceutyków. Najlepszym jednak źródłem biofarmaceutyków wydaje się być mleko zwierząt transgenicznych np. transgeniczne króliki, które w okresie laktacji dostarczają potomstwu ponad 200ml mleka dziennie, o stężeniu białka trzy razy większym w porównaniu z mlekiem krowy [Lipiński i wsp., 2007].

Podaj dwa przykłady biofarmaceutyków otrzymywanych z udziałem transgenicznych zwierząt.

Odpowiedź:

Transgeniczne zwierzęta wykorzystywane są do produkcji leków, antygenów, przeciwciał, szczepionek, komórek lub organów do transplantacji.

Błędy popełniane przez studentów kierunku biologii Uniwersytetu Pedagogicznego w rysowaniu wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu w świetle wyników badań własnych i analizy literatury

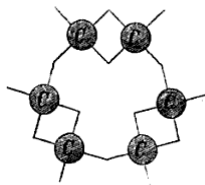
Paulina Zimak



„Kiedys, po wyczerpującym dniu, chemik zdrzemnął się przy kominku. We śnie zobaczył bezładnie krążące grupy atomów węgla i wodoru. Nagle ujrzał kilka z nich, jak tworzą ruchome węże, a każdy z tych gadów łapał w zęby własny ogon, tworząc w ten sposób ...

Oczywiście przytoczony opis dotyczy benzenu. Benzen, związek organiczny interesował chemików odkąd wyodrębniony został przez Faradaya w 1825 r. ze sprężonego gazu świetlnego [Kupryszewski, 1994]. Stosunkowo szybko ustalono jego skład chemiczny C_6H_6 . Problemem zajmującym głowy chemików był wzór strukturalny cząsteczki, bowiem jak przedstawić jego budowę wiedząc, że atomy węgla są czterowartościowe, a atomy wodoru – jednowartościowe.

... regularny sześciokąt.

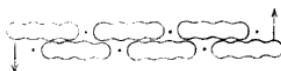


Po przebudzeniu Kekulé zdał sobie sprawę, że jest na właściwym tropie. Cząsteczka benzenu musi mieć budowę pierścieniową”

[za Sękowski, 2008]



offene Kette.



geschlossene Kette.

Rys. 1. Dawne modele – Gąsieniczki

[Źródło: Kekulé, A. (1867). Chemie der Benzolderivate oder der aromatischen Substanzen, vol. 1.]

W literaturze spotykane są nieco inne opowieści. Według nich Kekulému przyśniły się nie węże, a sześć małp bawiących się na gałęziach i trzymających się za ręce tworząc regularny sześciokąt.

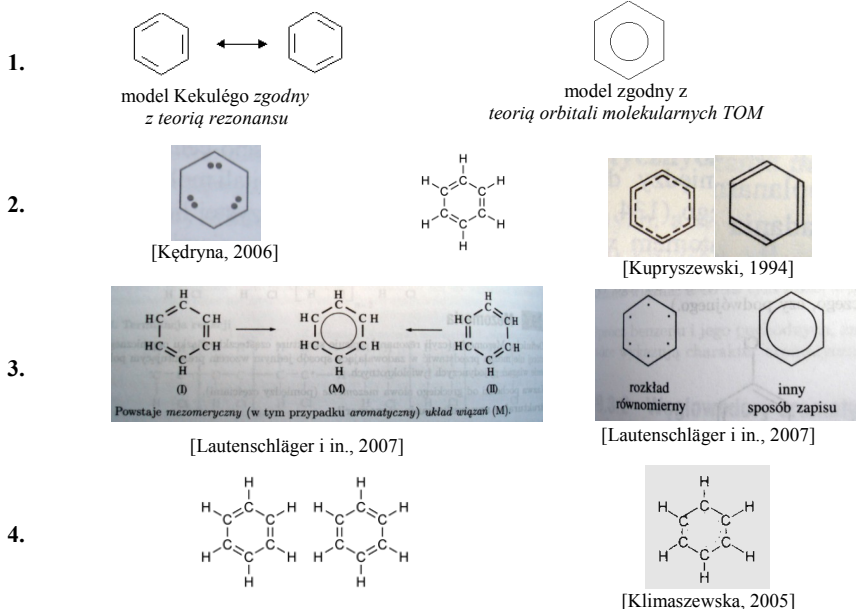


Rys. 2. Małpy bawiące się według innej opowieści...

[Źródło: Młody Technik, 1/2008]

Mimo licznych opowieści, faktem potwierdzonym historycznie jest odkrycie i przedstawienie wzoru strukturalnego przez niemieckiego chemika Augusta Kekulégo w 1866 roku.

Od tego czasu różnie przedstawiano w literaturze naukowej wzór strukturalny cząsteczki benzenu (Rys. 3; Tabela 1).


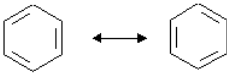

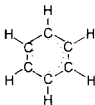
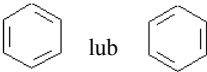

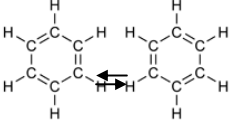

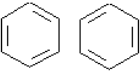



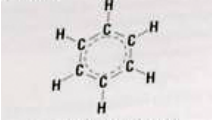

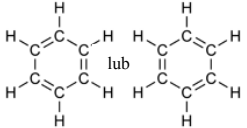
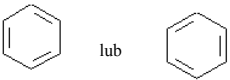


W większości źródeł przedstawiane są wzory z wiersza 1.; Wzory spotykane sporadycznie podpisano podając źródło.

Celem badań było zweryfikowanie umiejętności studentów, dotyczących zapisu wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu połączone z analizą literatury. W szczególności starano się odpowiedzieć na następujące pytania problemowe:

1. Jak w literaturze akademickiej i szkolnej dla IV etapu edukacyjnego przedstawiany jest wzór strukturalny cząsteczki benzenu?
2. Jakie są zalecenia IUPAC (2008) odnośnie wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu, w tym jak powinien prawidłowo wyglądać zapis graficzny?
3. Czy w analizowanych podręcznikach szkolnych dla IV etapu edukacyjnego, wydanych po 2008 roku stosowany jest zapis zgodny z zaleceniami IUPAC?
4. Jaki zapis wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu stosują studenci? Jakie modele i notacje stosują najczęściej? Czy poprawnie zapisują wzory zgodnie z zaleceniami IUPAC?
5. Jakie błędy w zapisie wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu popełniają studenci? Jakie są przyczyny popełnianych błędów? (szczegółowa analiza - zestawienie)

Tabela 1. Wzory strukturalne cząsteczki benzenu w podręcznikach dla IV etapu edukacyjnego.

Literatura	WZÓR STRUKTURALNY CZĄSTECZKI BENZENU Analiza podręczników szkolnych dla IV etapu edukacyjnego	
Litwin i in. (2010)		
Kałuża i in. (2010)		 
Hejwowska i in. (2010)		
Czerwiński i in. (2003)		
Hassa i in. (2008)		
Danikiewicz (2009)		 
Późniczok i in. (2002).		w skrócie 

Material i metody

Analiza literatury

Analizę literatury przeprowadzono na dwóch poziomach kształcenia:

- akademickim;
- ponadgimnazjalnym (IV etap edukacyjny) (Tabela 2);

Tabela 2. Wykaz analizowanej literatury.

Analiza	
literatury akademickiej	podręczników i pomocy ponadgimnazjalnej
1. Kędryna, T. (2006). Chemia ogólna z elementami biochemii. Kraków: Zamkor, s. 127,128.	1. Czerwiński, A., Czerwińska, A., Jelińska-Kazimierczuk, M., Kuśmierczyk, K. (2003). Chemia. Część 2. Kształcenie w zakresach podstawowym i rozszerzonym . Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. Warszawa: WSiP.
2. Lautenschläger, K.H., Schröter, W., Wanninger, A. (2007). Nowoczesne kompendium chemii. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 680, 681.	2. Danikiewicz, W. (2009). Chemia. Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach. Część III. Chemia organiczna. Warszawa: Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro.
3. Mastalerz, P. (1986). Chemia organiczna. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 31, 210, 220.	3. Hassa, R., Mrzigod, A., Mrzigod, J., Sułkowski, W. (2008). Chemia 3. Chemia podręcznik i zbiór zadań w jednym. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum dla zakresu podstawowego i rozszerzonego . Straszyn k. Gdańska: Nowa Era.
4. McMurry, J. (2007). Chemia organiczna. Część 3. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.	4. Hejwowska, S., Marcinkowski, R., Staluszka, J. (2010). Chemia organiczna. Chemia 2. Zakres rozszerzony . Operon: Gdynia.
5. Patrick, G. (2004). Krótkie wykłady. Chemia organiczna. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 159.	5. Kaluża, B., Kamińska, F. (2010). Chemia organiczna. Zakres podstawowy . Część 2. Podręcznik dla uczniów liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. Warszawa: Żak Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej.
6. Kupryszewski, G. (1994). Wstęp do chemii organicznej. Gdańsk. Wydawnictwo Gdańskie, s. 132-135.	6. Klimaszewska, M. (2005). Chemia od A do Z. Repetytorium Matura. Warszawa: Wydawnictwo Kram.
	7. Litwin, M., Styka-Wlazło, Sz., Szymońska, J. (2010). Chemia organiczna. Kształcenie ogólne w zakresie podstawowym . Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. Warszawa: Nowa Era.
	8. Późniczek, M. M., Kluz, Z. (2002). Chemia. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. Kształcenia w zakresie podstawowym . Warszawa: WSiP.

Na rys. 3. i w tabeli 1 przedstawiono wzory strukturalne cząsteczki benzenu spotykane w analizowanej literaturze.

Ponadto sprawdzono zalecenia International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC Recommendations 2008). Graphical representation standards for chemical structure diagrams dotyczące standardów graficznej prezentacji wzorów struktur chemicznych, w tym sposobów zapisu wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu. Zalecenia IUPAC dotyczące przedstawienia wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu podano poniżej.

1. Zgodnie z zaleceniami IUPAC preferowany jest zapis wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu zgodny z modelem Kekulégo. Model „z kółkiem” wewnątrz pierścienia (zgodny z TOM) jest dopuszczalny (Rys. 4.).



preferowany



preferowany



dopuszczalny

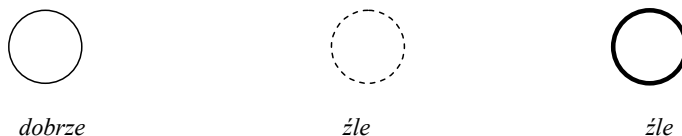
Rys. 4. Który wzór pierścienia benzenowego jest uznawany przez IUPAC?

2. Rysując wzór „z kółkiem” należy przestrzegać kilku zasad, przedstawionych na rys. 5. Wzór pierwszy jest poprawny, pozostałe wzory są zapisane niepoprawnie.



Rys. 5. Jak poprawnie rysować wzór „z kółkiem” w cząsteczce benzenu?

3. Zgodnie z IUPAC we wzorach „z kółkiem” - linię okręgu należy rysować linią pełną o szerokości takiej jak pojedyncze wiązanie (Rys. 6.)



Rys. 6. Jak rysować okrąg poprawnie? – opracowanie własne na podstawie zaleceń IUPAC 2008.

4. Czy są jakieś zalecenia odnośnie orientacji wzoru cząsteczki benzenu w notacji Kekulégo? Odpowiedź znajdujemy również w zaleceniach IUPAC:



Rys. 7. W jakiej orientacji powinno się zapisywać wzór strukturalny cząsteczki benzenu?

Wszystkie orientacje przedstawione na rys. 7. są akceptowalne. Większość chemików przyzwyczajonych jest do zapisu w notacji „góra-dół” lub „lewo-prawo”. Rysunki struktur chemicznych służą do przedstawienia informacji w uproszczonej formie. Rysując należy wybrać najbardziej wygodny sposób prezentacji i najmniej zaskakujący innych chemików.

Opracowano na podstawie: Brecher, J. (2008). International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC Recommendations 2008). Chemical nomenclature and structure representation division. Graphical representation standards for chemical structure diagrams. Pure Appl. Chem., Vol. 80, No. 2, pp. 277–410, 2008. doi:10.1351/pac200880020277.

Wyniki badań własnych


Badaniu poddano 61 studentów studiów stacjonarnych i 23 studentów studiów niestacjonarnych kierunku biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie. Badania zostały przeprowadzone w drugim semestrze roku akademickiego 2010/2011, na pierwszych zajęciach w ramach kursu z chemii organicznej. Studenci poddani badaniu uczestniczyli, w ramach kształcenia uniwersyteckiego, we wcześniejszych kursach z chemii: chemia ogólna i analityczna. W celu zweryfikowania poziomu wiadomości i umiejętności studentów przystępujących do kursu „Chemia organiczna I”, studenci nie zostali wcześniej poinformowani o planowanych badaniach. Szczegółowa charakterystyka próby, opis i wyniki z przeprowadzonych badań zaprezentowano w artykule Zimak i Tejchman [2011].

Zadania pretestowe zostały przygotowane w oparciu o kartę kursu „Chemia organiczna I – warunki wstępne” [Tejchman, 2007; Nodzyńska i in., 2011] oraz Podstawę Programową. Jedno z zadań dotyczyło narysowania wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu. Zadanie punktowano w skali 0-1.


W kluczu odpowiedzi do zadania 4, punkt przyznano za każdy poprawny wzór strukturalny cząsteczki benzenu (Rys. 8.).

Rys. 8. Jak studenci rysowali wzór strukturalny benzenu?

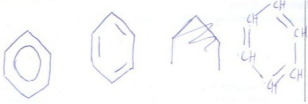
48 osób udzieliło **poprawnej** odpowiedzi na zadanie 4.



Model Kekulégo
(27 os.)

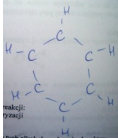


Model wg teorii orbitali molekularnych /TOM/
(19 os.)

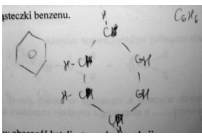


dwa modele
(1 os.)

Pojedyncze osoby narysowały:



1.



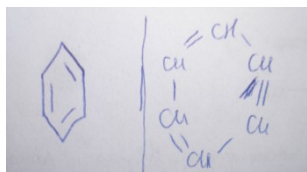
2.

sekstet elektronowy: nie zaznaczony (1 os.)

Rys. 8. Jak studenci rysowali wzór strukturalny benzenu?

(odpowiedź 1. uznano ze względu na podanie właściwego składu jakościowego, ilościowego cząsteczki i pierścieniowy zapis. W procesie kształcenia należy zwrócić uwagę, że wzory są symbolami i pewne założenia jak choćby umowne zaznaczenie sekstetu elektronowego jest wymagane; odpowiedź 2. przypisano i wliczono do osób rysujących model TOM).

Studenci rysując wzór strukturalny cząsteczki benzenu częściej rysowali wzór zgodny z modelem Kekulégo niż wzór zgodny z modelem według teorii orbitali molekularnych. Należy podkreślić, że żaden ze studentów rysujących wzór zgodny z modelem Kekulégo nie narysował dwóch struktur rezonansowych (syn. granicznych, kanonicznych, mezomerycznych). Tylko jeden student narysował dwa możliwe wzory, jednak czy można to uznać za zapis struktur rezonansowych? Czy po prostu rozrysowanie wzoru i przypadek, tym bardziej, że brak symbolicznej strzałki \longleftrightarrow pomiędzy wzorami (Rys. 9.)?



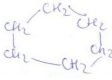
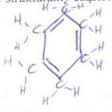
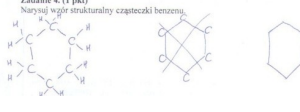
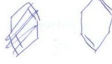


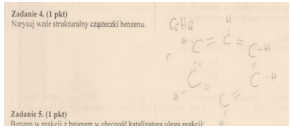


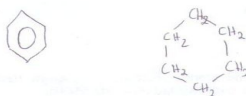
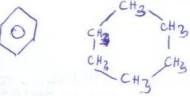


Rys. 9. Struktury graniczne? – przykład odpowiedzi.

W procesie kształcenia nauczając o budowie benzenu, opierając się na modelu Kekulégo powinno się zaznaczyć, że cząsteczka ma strukturę elektronową pośrednią pomiędzy wszystkimi opisującymi ją strukturami rezonansowymi. Wszystkie te struktury powinny się rozrysować i zaznaczyć, że dla uproszczenia w dalszym toku nauki posługiwać się będziemy jedną ze struktur, pamiętając o jej symbolicznym zapisie.

Przeanalizowano również odpowiedzi błędne udzielane przez studentów. Narysowane niepoprawne wzory strukturalne zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3. Błędy popełniane przez studentów w rysowaniu wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu.

A. Brak rozróżnienia związki cykliczne a aromatyczne	
<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 	<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 
<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 	<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p>  <p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 
<p>Komentarz: Niektórzy studenci mają problem z rozróżnieniem typów związków organicznych i ich klasyfikacją. Związek aromatyczny, benzen, został zaliczony przez wielu studentów do związków cyklicznych. Studenci rysowali zamiast wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu, wzór cykloheksanu. Inni stworzyli „hybrydę” związków cyklicznych z aromatycznymi (wzór w drugim wierszu, środkowy).</p>	
B. Sekstet elektronowy...?	
<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 	<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 
<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 	<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p>  <p>Zadanie 5. (1 pkt) Benzen to węgiel z 6 atomami w określonej konfiguracji elektronowej.</p>
<p>Komentarz: Niektórzy studenci mają problem z uwzględnieniem symbolicznego zapisu sekstetu elektronowego w benzenie.</p>	
C. Dodatkowe grupy funkcyjne, niepełne wzory = struktura grupy funkcyjnej	
<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 	<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 
<p>Komentarz: Niektórzy dopisali dodatkowe grupy do cząsteczki benzenu. Inni zapisali strukturę grupy funkcyjnej (por. McMurry, Część I, s. 70).</p>	
D. Wiem, że nic nie wiem...	
<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 	<p>Zadanie 4. (1 pkt) Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.</p> 
<p>Komentarz: Mimo, że pierwszy wzór jest poprawny, to dodatkowy rysunek obok pokazuje, że studenci traktują benzen jak związek cykliczny, bądź nie znają wartościowości atomu węgla w związkach organicznych, według niektórych węgiel jest V-wartościowy.</p>	

Szczegółową analizę zadania przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu – szczegółowa analiza zadania.

Tryb studiów	Trudność zadania, q		Łatwość zadania, p
	w odp. opuszczonych	w odp. błędnych	w odp. poprawnych
stacjonarne (61 os.)	0,262	0,148	0,590
niestacjonarne (23 os.)	0,304	0,174	0,522

Objaśnienia: w odp. – frakcja odpowiedzi

Frakcję opuszczeń zadania obliczona na podstawie wzoru przyjętego za Niemierko [1999]:

$$w = \frac{n_0}{n} \quad \text{gdzie:}$$

w – frakcja opuszczeń zadania (w oryginale oznaczona przez f , ale zgodnie z oznaczeniami statystycznymi 'w' oznacza frakcję, z kolei f – frekwencję (za Wołek, 2006);

n_0 – liczba uczniów, którzy opuścili zadanie;

n – liczba uczniów testowanych.

Przyjmuje się, że frakcja opuszczeń zadania nie powinna przekraczać 0,15. Gdy jest większa, zadanie może nie być poprawne dydaktycznie (merytorycznie, redakcyjnie lub pod względem trudności) [Niemierko, 1999]. Dla obu prób frakcja zadań opuszczonych przekracza 0,15. Postanowiono ustalić przyczyny tak znacznej frakcji opuszczeń zadania.

Zadanie nr 4 poddano analizie pod względem wskaźnika łatwości zadania [Zimak i in., 2011]. Zadanie to zaklasyfikowano jako zadanie umiarkowanie trudne dla obu prób. Wskaźnik łatwości zadania dla studentów studiów stacjonarnych wyniósł: 0,590, a dla studentów studiów niestacjonarnych: 0,522.

Łatwość i trudność zadania punktowanego w skali 0-1 są ze sobą sprzężone wzorem [Niemierko, 1999]:

$$q = 1 - p$$

gdzie:

q – trudność zadania punktowanego 0-1

p – łatwość zadania punktowanego 0-1

Obliczenie przedstawiono w tabeli 4. Stwierdzono, że trudność zadania nie powinna być znaczącą przyczyną wykazanej frakcji opuszczeń.

Wnioski

Dokonanej analiza literatury akademickiej i szkolnej dla IV etapu edukacyjnego dostarczyła następujących wniosków:



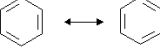
1. W analizowanej literaturze zawsze pojawia się przynajmniej jeden, a często dwa wzory strukturalne „schematyczne” zgodne z zaleceniami IUPAC.
2. Przedstawiane wzory strukturalne są często rysowane, jako „pełne” wzory strukturalne.
3. W literaturze akademickiej pojawiają się również wzory strukturalne „historyczne” lub inne, niewyszczególnione przez IUPAC.
4. W literaturze szkolnej (nawet tej po 2008 r.) czasem okrąg rysowany jest we wzorach „pełnych” przerywaną linią (niezgodne z zaleceniami IUPAC).
5. Wzory „schematyczne” Kekulégo rysowane są głównie w orientacji „góra-dół”.

Analiza odpowiedzi poprawnych i błędów popełnianych przez studentów w rysowaniu wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu wykazała, że:

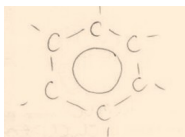
1. Studenci rysują głównie wzory strukturalne „schematyczne”, najczęściej w notacji Kekulégo, jako wzór pojedynczej struktury rezonansowej, najczęściej w zapisie „góra-dół”, pojedyncze przypadki „lewo-prawo”.

2. Należy dokładnie omówić i zestawić podobieństwa oraz różnice między związkami organicznymi zaliczanymi do związków cyklicznych a aromatycznych. Sugeruje się by rozróżnienia dokonać na „pełnych” wzorach strukturalnych, a nie na wzorach strukturalnych „schematycznych”, w celu uniknięcia sytuacji z tabeli 3 podpunkt A i D. Analiza zadań maturalnych z egzaminu maturalnego 2007 (chemia – poziom rozszerzony) dokonana przez Hassa [2008] wykazała, że zadanie nr 17 obfituje w błędy wynikające ze stosowania nieprawidłowych wzorów benzenu (przyp. wł. zamiast wzorów związków cyklicznych) lub prawidłowych wzorów w złej notacji. Maturzyści mieli problem z rozróżnieniem związków cyklicznych od aromatycznych.

3. „Schematyczne” wzory strukturalne należy wprowadzić mając na uwadze wygodę zapisu np. równań reakcji chemicznych i stosowanie w literaturze naukowej:

		
„schematyczny” wzór strukturalny cykloheksanu	„schematyczny” wzór strukturalny benzenu	
	model wg <i>teorii orbitali molekularnych</i>	model Kekulégo, wg <i>teorii rezonansu</i> struktury rezonansowe

4. Należy uważać na stosowane uproszczenia, gdyż zapis:



nie oddaje wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu, a stanowi zapis struktury grupy funkcyjnej węglowodorów aromatycznych [McMurry, 2007] pod postacią szkieletu węglowego. Rysując wzory konkretnych związków chemicznych wymagane jest podanie symboli wszystkich atomów [Brecher, 2008].

5. Wybierając dany model budowy cząsteczki benzenu powinno się zestawić ich zalety i wady (ograniczenia), zwracając uwagę na umowność i symboliczność zapisu.

6. Należy zwrócić szczególną uwagę na kształtowanie wyobrażeń uczniów / studentów. W cząsteczce benzenu nie występują trzy sprzężone wiązania podwójne, które znajdują się w stanie ciągłej „oscylacji”, zmieniając swoje położenia (por. zapis jak w tabeli 3 podpunkt B, przykład 3). Nawet sam Kekulé, zawsze uznawał w praktyce równoważność wszystkich wiązań między atomami węgla w pierścieniu, mimo iż punktem wyjścia jego wyobrażeń był łańcuch o przemiennie następujących po sobie wiązaniach pojedynczych i podwójnych [Mierzecki, 1987]. W rzeczywistości w cząsteczce benzenu cały układ wiązań tworzy szczególnie trwały, niskoenergetyczny stan pośredni. Odpowiada on sytuacji pomiędzy dwiema strukturami granicznymi. Zrozumienie wielu zależności stało się możliwe dopiero dzięki wyjaśnieniu roli elektronów w powstawaniu wiązań chemicznych [Mierzecki, 1987]. Sześć elektronów π (sektet elektronowy), rozłożonych jest nad i pod płaszczyzną utworzoną przez wiązania pojedyncze, wstępuje w specjalny rodzaj wzajemnego oddziaływania powodującego ich równomierne rozłożenie w obrębie całego pierścienia [Lautenschläger, 2007].

7. Podczas kształcenia chemicznego należy zwrócić szczególną uwagę na historyczny rozwój pojęć i teorii chemicznych. Niektóre z wzorów strukturalnych cząsteczki benzenu stosowane przez nauczycieli lub z którymi uczniowie / studenci mogą się spotkać w procesie kształcenia opierają się na dawnych notacjach. Warto zapoznać uczniów z etapami odkrywania tajemniczego świata chemii przez uczonych minionych wieków, w ramach wprowadzenia „Jak do tego doszło?, Jak to odkryto?, Jakie przesłanki doprowadziły do....?”. Należy kształtować

wśród uczniów postawę badawczą, weryfikującą dawne poglądy z współczesnymi zaleceniami i obowiązującymi rozwiązaniami.

8. Należy kształtować wśród uczniów – studentów nawyk dokładności i estetyki zapisu ręcznego i komputerowego wzorów strukturalnych, poprzez zwrócenie uwagi na: międzynarodowe zalecenia, wskazywanie źródeł pozyskiwania informacji, w tym IUPAC (adres strony internetowej: <http://www.iupac.org/>), zalety stosowania zunifikowanego stylu zapisu graficznego.

Literatura:

- Brecher, J. (2008). *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC Recommendations 2008)*. Chemical nomenclature and structure representation division. Graphical representation standards for chemical structure diagrams. *Pure Appl. Chem.*, Vol. 80, No. 2, pp. 277–410, 2008. doi:10.1351/pac200880020277.
- Czerwiński, A., Czerwińska, A., Jelińska-Kazimierczuk, M., Kuśmierczyk, K. (2003). *Chemia. Część 2. Kształcenie w zakresach podstawowym i rozszerzonym. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum*. Warszawa: WSiP.
- Danikiewicz, W. (2009). *Chemia. Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach. Część III. Chemia organiczna*. Warszawa: Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro.
- Hassa, R. (2008). *Typowe błędy na maturze 2007* [w:] M. Orlik (red.). *Chemia w szkole*, 1(2008), s. 62.
- Hassa, R., Mrzigod, A., Mrzigod, J., Sułkowski, W. (2008). *Chemia 3. Chemia podręcznik i zbiór zadań w jednym. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum dla zakresu podstawowego i rozszerzonego*. Straszyn k. Gdańska: Nowa Era.
- Hejwowska, S., Marcinkowski, R., Staluszka, J. (2010). *Chemia organiczna. Chemia 2. Zakres rozszerzony*. Operon: Gdynia.
- Kałuża, B., Kamińska, F. (2010). *Chemia organiczna. Zakres podstawowy. Część 2. Podręcznik dla uczniów liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum*. Warszawa: Żak Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej.
- Kekulé, A. (1867). *Chemie der Benzolderivate oder der aromatischen Substanzen, vol. 1*. (http://books.google.com/books?id=bL7nAAAAMAAJ&hl=pl&source=gbg_s_navlinks_s) [31.08.2011].
- Kędryna, T. (2006). *Chemia ogólna z elementami biochemii*. Kraków: Zamkor.
- Klimaszewska, M. (2005). *Chemia od A do Z. Repetytorium Matura*. Warszawa: Wydawnictwo Kram.
- Kupryszewski, G. (1994). *Wstęp do chemii organicznej*. Gdańsk: Wydawnictwo Gdańskie.
- Lautenschläger, K.H., Schröter, W., Wanninger, A. (2007). *Nowoczesne kompendium chemii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Litwin, M., Styka-Wlazło, Sz., Szymońska, J. (2010). *Chemia organiczna. Kształcenie ogólne w zakresie podstawowym. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum*. Warszawa: Nowa Era.
- Mastalerz, P. (1986). *Chemia organiczna*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- McMurry, J. (2007). *Chemia organiczna. Część 3*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Mierzecki, R. (1987). *Historyczny rozwój pojęć chemicznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 167.
- Niemierko, B. (1999). *Pomiar wyników kształcenia*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, s. 152-154.
- Nodzyńska M. (2007): *Rola nieprecyzyjnych rysunków w nauczaniu przyrody w tworzeniu się błędnych wyobrażeń u dzieci* [w:] Aktualne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov; Bratislava, s. 321-324;
- Nodzyńska, M., Paško, J.R., Zimak, P. (2011). *Rola animacji komputerowych w nauczaniu o reakcjach w chemii organicznej-rozważania wstępne*. [w:] Metodologické otázky výzkumu v didaktike chemie :

medzinárodný seminár doktorandského štúdia. – Trnava, 2011.

Patrick, G. (2004). *Krótkie wykłady. Chemia organiczna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Późniczek, M. M., Kluz, Z. (2002). *Chemia. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego i technikum. Kształcenia w zakresie podstawowym*. Warszawa: WSiP.

Sękowski, S. (2008). *Przed nami pierścienie* [w:] Młody Technik. Warszawa: Wydawnictwo AVT, 1(2008), s. 56-59.

Tejchman, W. (2007). *Karta kursu chemia organiczna I*. Załącznik nr 2 do zarządzenia Rektora nr R-12/2007

Zimak, P., Tejchman, W. (2011). *Wiedza wyjściowa studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych rozpoczynających naukę w ramach kursu „Chemia organiczna I” na kierunku biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie* [w:] M. Nodzyńska (red.). *Od teorii naukowej do pomocy dydaktycznej – w przedmiotach przyrodniczych* (monografia). Uniwersytet Pedagogiczny. Kraków.

Paulina Zimak

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Badanie umiejętności określania rodzaju wiązań w związkach chemicznych przez uczniów III klas gimnazjalnych

Katarzyna Kaczmarek

Jan Rajmund Paško

Nauczanie chemii jak i wielu innych przedmiotów jest procesem dydaktycznym, sterowanym w dużej mierze przez nauczyciela. Proces ten aby być w pełni efektywny musi polegać na bezpośredniej relacji nauczyciel uczeń oraz uczeń nauczyciel.

Zgodnie z założeniami programu nauczania zadaniem szkoły jest zapewnienie uczniom wszechstronnego rozwoju, oraz przygotowanie ich do uczestniczenia w życiu społecznym, zawodowym itd. (Podst.- prog.)

W procesie kształcenia chemicznego tak jak i w zakresie innych przedmiotów na prawidłowo prowadzone kształcenie składają się takie elementy jak przekaz wiedza w sposób werbalny i graficzny, dyskusja z uczniami, rozwiązywanie zadań problemowych oraz sprawdzanie nabytej wiedzy. Efekty szkolnego kształcenia owocują głównie na wyższym szczeblu edukacji w czasie sprawdzania wiedzy u studentów. (Такучев, Хаджилиев, 2005)

Określenie celu nauczania chemii w szkole, jako tylko przekazu wiedzy chemicznej w pewnym zakresie nie jest do końca prawidłowe i prowadzi do zubożania roli tego przedmiotu. Chemia jest jedną z nauk przyrodniczych, która pełni dużą rolę w kształceniu i wychowywaniu uczniów. To na lekcjach chemii kształtuje się myślenie przyrodnicze, uczniowie zapoznają się ze zjawiskami oraz wyjaśniają ich przyczyny. Jest to przedmiot na którym przyczyny zachowania substancji w świecie makro tłumaczy się procesami zachodzącymi w świecie mikro. Wykształcenie takich umiejętności charakterystycznych dla myślenia przyrodniczego, jest bardzo ważne pod względem przygotowania uczniów do dalszego kształcenia i wszechstronnego rozwoju osobowości. „Chemia powinna uczyć dostrzegania problemów i poszukiwania ich rozwiązania na drodze samodzielnego myślenia, przez logiczne kojarzenie faktów i celowo wykorzystany eksperyment chemiczny. Szczególnie ważne jest przyswojenie zasad traktowania doświadczenia jako źródła wiedzy lub sprawdzenia teorii.” (Burewicz & Gulińska, 1993, s.63)

„W zakresie nauczania chemii rozróżniamy następujące cele nadrzędne:

- 1) zdobycie przez uczniów usystematyzowanej wiedzy chemicznej,
- 2) ukształtowanie kultury chemicznej uczniów,
- 3) rozwijanie zdolności poznawczych,
- 4) rozwijanie zainteresowań i kształtowanie właściwych postaw.” (Galska-Krajewska &

Pazdro K., 1990, s. 22)

Chemia jest nauką ciągle rozwijającą się, dlatego należy pamiętać aby, podczas podawania definicji i faktów zaznaczać, że mogą one w świetle najnowszych badań ulec zmianą a w konsekwencji czego, może następować modyfikacja podawanych informacji.

„Na współczesne nauczanie chemii powinno mieć wpływ wiele czynników. Czynniki te można podzielić na kilka grup. Do jednej zaliczamy wszystkie te czynniki, które wpływają z samej wiedzy przedmiotowej, czyli wiążące się bezpośrednio z dziedziną nauki określanej w tym przypadku, jako chemia. Drugą grupę stanowią czynniki natury pedagogicznej. Do trzeciej zaliczamy te czynniki, które możemy określić, jako fizjologiczno-psychologiczne. I wreszcie czwartą grupę będą stanowiły czynniki, których zadaniem jest ułatwienie przekazu wiedzy.”(Paško,2008)

W procesie nauczaniu chemii bardzo ważnym jest przedstawianie treści w sposób przystępny dla ucznia lecz zarazem będący zgodny z obecnymi poglądami naukowymi w tej dziedzinie. Przekazywany materiał nie powinien być „przenaukowiony” ani też zbyt „zmatematyzowany”. W rozwiązywaniu problemów należy opierać się wyłącznie na logicznym rozumowaniu a nie korzystać z do gotowych wzorów i schematów

Kształcenie chemiczne powinno być kompleksowe, dlatego bardzo istotnym jest korelacja pomiędzy treściami występującymi w różnych klasach, czyli korelat ja wewnątrzprzedmiotowa. Niemniej istotną w procesie edukacji chemicznej jest korelacja międzyprzedmiotowa, przecież chemią zalicza się do przedmiotów przyrodniczych.

Nauczyciele nawet ci z długim stażem pracy dydaktycznej a także często dydaktycy nieświadomi są dlaczego uczniowie mają problemy z uczeniem się chemii. Jedną z przyczyn która jest pomijana przez decydujących o przebiegu procesu kształcenia jest występowanie transferu ujemnego. Pojęcie transferu wywodzi się z psychologii, termin ten odnosi się do wpływu, jaki wywierają wcześniej przyswojone treści nauczania na obecnie przekazywane. Inaczej można powiedzieć jak wcześniej nabyta wiedza wpływa na aktualnie przekazywaną mu wiedzę. W trakcie edukacji uczniowie poznają nowe lub modernizują, poszerzają już posiadane wiadomości i umiejętności. Jeżeli wcześniej przyswojone treści ułatwiają przyswajanie obecnie przekazywanych wtedy mówimy o transferze pozytywnym określanym też jako dodatni. Natomiast zdarza się, że wcześniej przyswojone treści utrudniają a czasami nawet uniemożliwiają ich przyswojenie. Tego rodzaju transfer określamy jako negatywny lub ujemny. (Włodarski & Matczak, 1992, s.121-122)

Na rolę transferu w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych zwracał już uwagę w latach 80. (Sawicki 1981)

Chemia zaliczana jest do przedmiotów sprawiających uczniom problemy z prawidłowym opanowaniem przekazywanych treści. Należy jednak zadać pytanie czy jest to spowodowane tym, że przekazywany materiał jest trudny dla ucznia, czy też spowodowane jest błędami dydaktycznymi. Jednym z takich błędów może być transfer ujemny. Przeprowadzając analizę programów nauczania a szczególnie podręczniki szkolne do chemii można stwierdzić, że będą one z dużym prawdopodobieństwem źródłem transferu ujemnego. Dotyczy to między innymi sposobu nauczania o strukturze materii. Na początku edukacji uczniowie zapoznają się z cząsteczkową teorią budowy materii. Na tym etapie edukacji u uczniów wyrabia się przekonanie, że podstawowym elementem budowy substancji jest atom. W układach złożonych cząsteczki zbudowane są z atomów. Dopiero po ugruntowaniu pojęcia cząsteczki wprowadza się pojęcie jonów, które w mniemaniu nauczycieli i dydaktyków jest dla wielu uczniów pojęciem trudnym do zrozumienia. W tym przypadku uczniowie, którzy przyswoili sobie, że substancje mają budowę cząsteczkową muszą przyjąć do wiadomości, że nie jest tak w każdym przypadku. Konsekwencją tego jest problem ze wskazaniem prawidłowej struktury substancji. W tym przypadku zachodzi transfer ujemny, ponieważ wiadomości, wcześniej nabyte sprawiają trudności w przyswojeniu nowych treści.

Innym przykładem zachodzenia transferu ujemnego w czasie edukacji chemicznej jest wprowadzanie pojęcia kwasów i zasad. Bardzo często nauką o teorii kwasów i zasad rozpoczyna się od przekazywaniem uczniom teorii tzw. Arrheniusa, która mówi, że: kwas to substancja oddysocjująca jon wodorowy. Teoria ta straciła na swojej aktualności już ponad 70 lat temu. Dopiero później ucznia zaznajamia się z teorią Brønsteda, według której kwas to substancja zdolna do oddania protonu. Przyswojenie i stosowanie tych definicji sprawia uczniom ogromne problemy, gdyż zachodzi tu transfer ujemny. Teoria Brønsteda jest bardziej nowoczesna i ma większe wartości z punktu widzenia dydaktycznego oraz prawidłowego wykazania zachowania się wielu substancji chemicznych (np. zasadowy charakter amin). (Paśko, 2007)

„Badania prowadzone wśród uczniów liceum ogólnokształcącego oraz studentów kierunków niechemicznych, którzy wcześniej poznali teorię kwasów i zasad Arrheniusa wykazały, że mają oni trudności z prawidłowym przyswojeniem teorii kwasów i zasad Brønsteda. Przyczyną jest zachodzenie transferu ujemnego wywołanego wprowadzoną wcześniej teorią Arrheniusa.” (Nodzyńska & Paško, 2004)

W trakcie edukacji szkolnej przekazanie nowej wiedzy oraz kształtowanie u uczniów nowych umiejętności, z punktu widzenia psychologii uczenia jest procesem stosunkowo prostym. Natomiast poważnych problemów przysparza: „zastąpienie posiadanej na dany temat wiedzy potocznej nową poprawną wiedzą.” (Paško, 2004) W tym przypadku mamy miejsce z wystąpieniem transferu ujemnego. „Powstanie transferu ujemnego zmniejsza efektywność nauczania a w przypadku niektórych uczniów wręcz uniemożliwia przyswojenie sobie modyfikacji danego pojęcia. Aby w procesie edukacji chemicznej uniknąć występowania transferu ujemnego należy ujednolicić cały system edukacji chemicznej począwszy od szkoły podstawowej a skończywszy na klasach przedmaturalnych.” (Paško & Paško, 2002)

Kwasy są grupą związków chemicznych, których niektóre właściwości głównie kwaśny smak zaobserwowano bardzo wcześnie. Pojęcie Kwasy i zasady są typowym przykładem ewolucji brzmienia pojęcia w miarę doświadczalnego poznawania coraz nowszych faktów. Pojęcia kwasu i zasady definiowane były w różnych okresach w różny sposób.

Przeciwnym pojęciem kwasu było pojęcie zasady. Powstawanie kwasów i zasad tłumaczono dawniej różnym produktom reakcji tlenków niemetali i tlenków metali z wodą. W myśl jeszcze stosowanej jonowej teorii kwasów i zasad określanej jako Arrheniusa określano kwas, jako substancję, której specyficzne właściwości można wytłumaczyć oddysocjowywaniem jonów wodorowych, zaś jako zasadę substancję, która w roztworze dysocjuje z utworzeniem jonów OH⁻. Sól, według tych poglądów, jest produktem reakcji kwasu z zasadą. Okazało się jednak, że teorii tej nie można zastosować do licznych związków, których roztwory wykazują typowe właściwości kwasu lub zasady, a które należałoby zaliczyć do soli. Tak więc typowa, wydawałoby się sól, jaką jest Na₂CO₃, w roztworze wodnym ma wszelkie cechy zasady, natomiast np. NaHSO₄ zachowuje się jak kwas.

Poprawne w niezbędnym dla nas zakresie wytłumaczenie zachodzących procesów przynosi teoria kwasów i zasad Brønsteda i Lowry'ego, która jest przydatna, gdy rozważamy procesy przebiegające w roztworach wodnych lub innych rozpuszczalnikach „wodopodobnych”. Tendencje do ściślejszego powiązania właściwości cząsteczek doprowadziły do bardziej uogólnionych teorii wprowadzonych przez Lewisa, Usanowicza i innych badaczy.” (Hulanicki, 1979, s.43-44)

Najszerzej stosuje się obecnie definicję podaną w 1923r. niezależnie od siebie przez J. Brønsteda i przez T. Lowry'ego. Pierwszy z tych autorów opracował bardziej wyczerpująco zastosowania swojej teorii i dlatego łączy się ją przede wszystkim z jego nazwiskiem. Definicja kwasu i zasady podana przez Brønsteda pozwala na bardzo przejrzyste ujęcie szeregu zjawisk zachodzących w roztworach wodnych (dysocjacji kwasów, hydrolizy), a co więcej można się nią posługiwać przy rozpatrywaniu zjawisk zachodzących w licznych roztworach wodnych.

Zgodnie z definicją Brønsteda: kwas jest to substancja zdolna do oddawania protonów, zasada jest to substancja zdolna do pobierania protonów. (Bieleński, 2006, s.340)

Dysocjacja elektrolityczna jest definiowana, jako powstanie jonów w wyniku oddziaływań pomiędzy rozpuszczalnikiem a substancją rozpuszczaną. Dysocjacji elektrolitycznej ulegają jedynie związki chemiczne o budowie jonowej lub związki chemiczne posiadające wiązania atomowe silnie spolaryzowane. Natomiast związki chemiczne posiadające wiązania atomowe lub atomowe słabo spolaryzowane nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej. W roztworach tych

związków nie występują jony, natomiast znajdują się tam cząsteczki rozpuszczonego związku chemicznego.

W trakcie dysocjacji powstają jony, które definiuje się, jako atomy lub grupy atomów posiadającą ładunek elektryczny. Jony o ładunku dodatnim określane są, jako kationy, natomiast jony o ładunku ujemnym, jako aniony.

Badania nad strukturą związków chemicznych oraz rodzajem wiązań występujących w substancjach chemicznych, są jednymi z ważniejszych zadań chemii. Obecne poglądy dotyczące wiązań chemicznych podają, że tworzą się one wskutek oddziaływań elektrostatycznych pomiędzy elektronami i jądrami atomów, które się łączą. Teoria tworzenia wiązań chemicznych musi uwzględnić prawa mechaniki kwantowej i się im podporządkować.

Można wyróżnić trzy główne rodzaje wiązań chemicznych:

- wiązania atomowe,
- wiązania jonowe,
- wiązania metaliczne,
- koordynacyjne.

Pozostałe są traktowane jako wiązania o charakterze pośrednim.

Parametrem, który w znaczącym stopniu wpływa na rodzaj tworzącego się wiązania chemicznego jest elektroujemność atomów danego pierwiastka.

„Elektroujemność można zdefiniować, jako zdolność atomu do przyciągania elektronów obecnych w wiązaniu chemicznym. (...) Trudno stworzyć zadawalającą miarę liczbową elektroujemności, szczególnie dlatego, że- ściśle biorąc- nie jest ona właściwością atomów, jako takich ale zależy do pewnego stopnia od połączeń chemicznych, w których biorą one udział.” (Cox, 2006, s.27)

Wiązanie atomowe nazywane także kowalencyjnym polega na: „zwiększeniu gęstości elektronowej między dwoma jądrami atomowymi, które uczestniczą w wiązaniu.” (Kolditz, 1994, s.37) Jeżeli obydwa pierwiastki tworzące wiązanie są elektroujemne to powstaje związek kowalencyjny. „Może on się składać z odrębnych cząstek (O_2 , H_2O itd.) albo z ogromnych sieci kowalencyjnych (polimerowe ciała stałe), utworzonych przez ciągłą siatkę wiązań. (...) Najważniejszą właściwością takich wiązań- zarówno w związkach molekularnych, jak i w ciałach stałych- jest ich wysoce kierunkowy i specyficzny charakter. (...) Struktura kowalencyjna polega na uwspólnieniu przez dwa atomy elektronów, tworzących specyficzne, zlokalizowane wiązanie między tymi atomami”. (Cox, 2006, s. 29-30)

O strukturze jonowej mówimy: „kiedy jeden z pierwiastków jest silnie elektrododatni, a drugi silnie elektrojemny, z połączenia tych atomów powstaje substancja stała. (...) Mamy przy tym na myśli całkowite przeniesienie jednego lub więcej elektronów, prowadzące do powstania kationu pierwiastka elektrododatniego i anionu pierwiastka elektrojemnego; jony te są potem utrzymane w bliskości przez siły przyciągania elektrostatycznego. Siły te nie mają charakteru kierunkowego, dlatego też w takich sytuacjach tworzą się ciała stałe.” (Cox, 2006, s. 30)

„Siły wiążące w bardzo wielu związkach można (...) w przybliżeniu opisać jako, elektrostatyczne przyciąganie przeciwnie naładowanych jonów. Najważniejsze przyczyny powstawania substancji jonowych to stosunkowo małe energie jonizacji atomów metali i stosunkowo duże powinowactwo elektronowe atomów niemetalu.” (Kolditz, 1994, s.55) Aby doszło do oderwania elektronu od atomu czyli zjonizowania atomu, konieczna jest porcja energii nosząca nazwę energia jonizacji.

Cząsteczki są definiowane jako atomy połączone ze sobą w pewien specyficzny sposób. Natomiast jony definiuje się jako atom lub grupę atomów posiadającą ładunek elektryczny.

Substancje o budowie cząsteczkowej np. H_2O są to zbiory cząsteczek, gdzie każda cząsteczka jest zbudowana z atomów. W tym przypadku z atomu tlenu i dwóch atomów wodoru.

Natomiast substancje o budowie jonowej np. $NaCl$ są to zbiory jonów. W podanym przypadku są to kationy sodu i aniony chloru. Jony sodu są jednododatnie, a jony chloru jednoujemne.

W przypadku substancji o budowie jonowej nie występuje pojęcie cząsteczki. Zbiór jonów jest złożony z dwóch różnych elementów (kationy i aniony), natomiast zbiór cząsteczek składa się natomiast z takich samych elementów.

W czasie rozpuszczania substancji o strukturze jonowej w roztworze powstają jony z których zbudowana jest dana substancja. Natomiast w trakcie rozpuszczania substancji o budowie cząsteczkowej do roztworu przechodzą cząsteczki.

„Jony w roztworach wodnych mogą powstawać z tych substancji chemicznych, których kryształy zbudowane są z jonów, czyli cząsteczki tych substancji zawierają wiązanie jonowe, albo z takich, które w swoich cząsteczkach zawierają wiązanie atomowe spolaryzowane.” (Paško, 1996, s. 101) W przypadku pierwszym cząsteczki rozpuszczalnika, w tym wypadku wody, niszczą siatkę krystaliczną, z której uwalniają się gotowe jony. Natomiast w przypadku drugim jony tworzą się w wyniku reakcji rozpuszczalnika z substancją rozpuszczaną.

Przeprowadzając analizę wybranych treści chemicznych przekazywanych przez jeden z podręczników będzie można ustosunkować się do wyników przeprowadzonych badań i stwierdzić jak rodzaj przekazywanych treści wpływa na wymagane umiejętności uczniów.

Uczniowie rozpoczynają naukę od zapoznania się z działem „Substancje i ich przemiany” gdzie zapoznają się między innymi z pojęciem związek chemiczny oraz z wzorami związków chemicznych: MgO , CaS , FeO , $NaCl$, są to związki o strukturze jonowej jednak zapis w postaci wzoru sumarycznego nie obrazuje tego.

W rozdziale trzecim zostaje przedstawiony wewnętrzna budowa materii. w którym uczniowie na przykładzie. atomu berylu, zapoznają się z budową atomu. Dopiero po przyswojeniu powyższych wiadomości uczniowie zapoznają się z rodzajami wiązań chemicznych. Jako pierwsze omawiane jest wiązanie kowalencyjne (atomowe). Autorzy przedstawiają sposoby łączenia się atomów za pomocą wiązania kowalencyjnego na różnych przykładach. Rozpoczynają od omówienia cząsteczki wodoru, która składa się z 2 atomów tego pierwiastka. Następnie podano wzór sumaryczny, omówione zostały elementy wchodzące w jego skład.

Uczniowie mogą przeczytać, że „gdy atomy wodoru tworzą cząsteczkę, ich elektrony rozmieszczają się w specyficzny sposób wokół jąder atomu, tworząc parę elektronową (dwa elektrony). Każdy atom wodoru w cząsteczce „wykorzystuje” wspólnie z drugim atomem dwa elektrony

Następnie omówiono jeszcze powstawanie wiązań kowalencyjnych (atomowych) w cząsteczkach chloru, azotu, chlorowodoru, amoniaku, tlenku węgla(IV), tlenku wodoru (wody). Po wytłumaczeniu sposobu w jaki tworzą się wiązania w wymienionych cząsteczkach zamieszczano schematy ich powstawania. Uczniowie dowiadują się, że wiązania kowalencyjne nazywane inaczej atomowymi mogą być spolaryzowane np. w cząsteczkach wody, amoniaku, czy też chlorowodoru. Oznacza to, że wspólne pary elektronowe przesuwają się w stronę atomu posiadającego więcej elektronów, czyli tego który ma większą zdolność do przyjęcia elektronów. Drugi typ wiązań atomowych to wiązania kowalencyjne niespolaryzowane występujące m. in. w cząsteczkach tlenu, wodoru, czy chloru. Oznacza to, że uwspólniona para elektronów nie ulega przesunięciu w kierunku żadnego z tworzących ją atomów, ponieważ są one atomami tegoż samego pierwiastka.

Po zapoznaniu się ze sposobem tworzenia wiązań kowalencyjnych uczniowie dowiadują się, że pierwiastki mogą tworzyć także inny rodzaj połączeń a mianowicie wiązania jonowe. Tłumaczone jest to na przykładzie chlorku sodu (NaCl).

Uczniowie zapoznają się z pojęciami jon, kation i anion. Następnie na schemacie mogą prześledzić w jaki sposób powstają jony. Dla lepszego zrozumienia zagadnienia powstawania wiązań jonowych autorzy omawiają jeszcze inne związki chemiczne, w których one występują, a są to: siarczek magnezu i chlorek glinu.

W podręczniku można przeczytać, że pomiędzy anionami i kationami następuje przyciąganie elektrostatyczne, dzięki któremu możliwe jest powstanie wiązań chemicznych. W przypadku wyżej wymienionych związków chemicznych nie podaje się ich wzorów strukturalnych.

Jako podsumowanie zagadnienia dotyczącego wiązań chemicznych następuje porównanie właściwości związków kowalencyjnych i jonowych.

W rozdziale szóstym uczniowie zapoznają się z zapisami równań reakcji chemicznych. Jako przykład podane są reakcje:

- spalania węgla w tlenie;
- otrzymywania tlenku rtęci(II);
- spalania magnezu w tlenie;
- spalania magnezu w tlenku węgla(IV).

Dla lepszego zrozumienia przez uczniów w jaki sposób zachodzą omawiane reakcje chemiczne autorzy zamieścili schematy. Łączenia się magnezu z tlenem przedstawiono przy pomocy modeli kulkowych a produkt przedstawiono jako cząsteczkę

W części pierwszej podręcznika zapisy sugerujące jonową strukturę substancji pojawiają się podczas omawiania wody jako rozpuszczalnika. Podkreślone zostaje, że woda jako dipol jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem dla substancji o budowie polarnej, czyli takich, które także mają dwa bieguny. Dla lepszego zrozumienia przez uczniów zaprezentowano schemat rozpuszczania chlorku sodu w wodzie.

Druga część podręcznika rozpoczyna się od podziału substancji na elektrolity i nieelektrolity. Następnie w każdym rozdziale uczniowie zapoznają się z różnymi rodzajami związków chemicznych. W rozdziale drugim omówiono kwasy. Omawiane zostają właściwości i zastosowania przykładowych kwasów takich jak: chlorowodorowy, siarkowodorowy, siarkowy(VI), siarkowy(IV), azotowy(V), węglowy i fosforowy(V). Podczas omawiania tych związków chemicznych nie zostaje określona ich struktura. Nie pada stwierdzenie, że posiadają one budowę cząsteczkową.

W rozdziale trzecim zostaje omówiona dysocjacja jonowa kwasów. Zostaje wytłumaczone dlaczego związki te określone wcześniej jako elektrolity mają zdolność przewodzenia prądu elektrycznego. Autorzy piszą, że: „pod wpływem cząsteczek wody cząsteczki kwasów ulegają dysocjacji jonowej (elektrolitycznej), czyli rozpadowi na jony dodatnie- kationy i jony ujemne aniony. Proces dysocjacji kwasów zostaje przedstawiany na przykładzie kwasu chlorowodorowego w formie schematu. Mechanizm dysocjacji chlorowodoru przedstawia się tak jak dysocjacji chlorku sodu w wodzie.

Następnie uczniowie zapoznają się ze sposobem zapisu reakcji dysocjacji poszczególnych kwasów. Zamieszczono także modelowe schematy równań tych reakcji.

W rozdziale 4 opisane zostały wodorotlenki. Uczniowie poznają właściwości i zastosowanie wodorotlenku sodu, potasu, wapnia, glinu, magnezu, miedzi(II) oraz żelaza(II) i żelaza(III). Wymienione związki chemiczne zapisywane są w postaci wzorów sumarycznych. Ponadto autorzy nie piszą, że wodorotlenki są substancjami o strukturze jonowej.

W kolejnym podrozdziale omówione zostaje w jaki sposób dysocjują zasady. Autorzy tłumaczą, że wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie, w roztworze wodnym dysocjują na kationy metalu i aniony wodorotlenkowe. W następnym rozdziale omówione zostają sole, tak jak w przypadku poprzednio omawianych związków chemicznych, nie zostaje określona struktura tych substancji. W rozdziale tym pojawia się dużo zapisów w formie jonowej. Począwszy od zapisu równań reakcji dysocjacji jonowej soli poprzez poznawane reakcje otrzymywania soli, skończywszy na reakcjach hydrolizy soli zamieszczonych w ramach jako informacje dodatkowe.

W omawianych podręcznikach przeważają zapisy cząsteczkowe, natomiast zapisy przedstawiające jonową strukturę substancji pojawiają się sporadycznie. Ogólnie można stwierdzić, że zapisy w postaci jonowej używane są tylko w przypadku bezpośredniego omawiania zagadnień dotyczących tego typu budowy materii. Jako przykład można podać zapoznanie uczniów z związaniami jonowymi, zapis reakcji dysocjacji jonowej kwasów, wodorotlenków i soli. Częściej zapisy jonowe pojawiają się w drugiej części podręcznika. Wiąże się to z faktem omawiania tam dysocjacji poszczególnych grup związków chemicznych. W dodatkowych informacjach, stanowiących rozszerzenie wiedzy uczniów pojawiają się też jonowe zapisy hydrolizy soli.

Kolejne działy drugiej części podręcznika stanowią zapoznanie z poszczególnymi grupami związków chemicznych. Podczas omawiania wodorotlenków, tlenków metali oraz soli nie zwrócono uwagi na ich strukturę jonową. Ponadto stosowanie zapisów głównie w postaci kreskowych wzorów strukturalnych, nie pozwala na prawidłowe określenie budowy tych związków chemicznych. W podręczniku nie występuje rozgraniczenie związków, które mają budowę cząsteczkową od substancji o budowie jonowej. Ponadto podczas zapoznawania uczniów z typami reakcji chemicznych, schematy przedstawiające cząsteczki np. tlenek magnezu są przedstawione w sposób sugerujący uczniom budowę cząsteczkową tego związku. Może to powodować, że uczniowie zapamiętają taki zapis jako prawidłowy i w dalszych etapach nauki będą mieć problem z przydzieleniem tlenków metali do związków o budowie jonowej.

Badania zostały przeprowadzone na grupie uczniów uczęszczających do klas III w jednym z gimnazjów. W trakcie nauki chemii w szkole uczniowie korzystali z zestawu podręczników dopuszczonych przez MEN do użytku szkolnego. W badaniu uczestniczyło 65 osób uczęszczających do klas III gimnazjum.

Przed przystąpieniem do badań postawiono hipotezy badawcze, które brzmiały:

1. Uczniowie mając do dyspozycji układ okresowy pierwiastków oraz wzór sumaryczny związku chemicznego nie potrafią określić jego prawidłowej struktury.
2. Ujednolicenie zapisu substancji o budowie jonowej i cząsteczkowej sprawia, że uczniowie nie rozróżniają substancji o budowie jonowej i cząsteczkowej.
3. W nauczaniu chemii dużą rolę odgrywa transfer wiadomości i umiejętności.

Słuszność postawionych hipotez badawczych sprawdzono poprzez przeprowadzenie badania. Przed przystąpieniem do jego realizacji skonstruowano zadania, których rozwiązanie przez uczniów miało dać odpowiedź na postawione hipotezy. Pozwoliły one na zweryfikowanie wiedzy uczniów poddanych badaniu. Zadanie zostało umieszczone w kwestionariuszu odpowiedzi, który otrzymali uczniowie.

Arkusz pytań:

Na podstawie przedstawionych zapisów reakcji chemicznych ustal, które z podkreślonych związków mają strukturę jonową, a które cząsteczkową i wpisz do zamieszczonej poniżej tabeli.

1. $\underline{\text{NaCl}} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
2. $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \underline{\text{CaSO}_4}$
3. $\underline{\text{HCl}} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
4. $\underline{\text{H}_2\text{SO}_4} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_4^-$
5. $\underline{\text{CO}_2} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
6. $\underline{\text{Zn(OH)}_2} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^-$
7. $6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 + h\nu \longrightarrow \underline{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} + \text{E}$
8. $\underline{\text{Na}_2\text{O}} + \text{SO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
9. $\text{Ba(NO}_3)_2 + \underline{\text{Na}_2\text{SO}_4} \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \underline{2\text{NaNO}_3}$

Związki o strukturze jonowej	Związki o strukturze cząsteczkowej

W kwestionariuszu odpowiedzi przygotowanym dla uczniów umieszczono zapisy równań różnych reakcji chemicznych. Podczas przygotowywania zamieszczonego powyżej kwestionariusza zadbano aby trudność umieszczonych tam zapisów była adekwatna do poziomu wiedzy jaką posiadają uczniowie. W celu odpowiedniego doboru treści w ankiecie podczas jej tworzenia korzystano z poniższych podręczników do gimnazjum:

1. Kulawik J., Kulawik T., Litwin M., „Chemia Nowej Ery- podręcznik dla gimnazjum” Część 1,
2. Kulawik J., Kulawik T., Litwin M., „Chemia Nowej Ery- podręcznik dla gimnazjum” Część 2,
3. Kulawik J., Kulawik T., Litwin M., „Chemia Nowej Ery- podręcznik dla gimnazjum” Część 3
4. Paško J. R., Nodzyńska M., „Moja Chemia- podręcznik dla gimnazjum cz. I”
5. Paško J. R., Nodzyńska M., „Moja Chemia- podręcznik dla gimnazjum cz. II”

Zamieszczone w kwestionariuszu zapisy równań reakcji zostały tak dobrane, aby jak najlepiej sprawdzić, czym kierują się uczniowie podczas rozwiązywania przedstawionego im zadania.

Po przeprowadzeniu badań, sprawdzono poprawność podanych przez uczniów rozwiązań. Policzone prawidłowe i nieprawidłowe odpowiedzi uczniów dla każdej z podanych substancji chemicznych.

Analiza udzielonych odpowiedzi:

W przypadku pierwszej substancji, którą było NaCl wszyscy uczniowie podali prawidłową odpowiedź określając, że jest to substancja o strukturze jonowej. W zapisie równania reakcji, w której pojawiła się ta sól wystąpiły jony przypuszczalnie, dlatego uczniowie nie mieli problemów z podaniem prawidłowej odpowiedzi.

Drugą substancją, której strukturę mieli określić uczniowie był CaCO_3 . Tak jak w przypadku pierwszym jest to sól, czyli substancja o budowie jonowej. Jony pojawiły się także w zapisie równania reakcji. Jednak w tym przypadku nie wszyscy uczniowie podali prawidłowe odpowiedzi. 58 uczniów, z 65 ankietowanych prawidłowo określiło CaCO_3 , jako substancję o strukturze jonowej natomiast 7 osób przyporządkowało tą sól, jako substancję o strukturze cząsteczkowej. Przyporządkowanie CaCO_3 do substancji o strukturze cząsteczkowej może być efektem „nie zapisywania” dysocjacji soli trudno rozpuszczalnych.

Trzecią w kolejności substancją, której strukturę mieli określić ankietowani był HCl. Jest to kwas, czyli substancja o budowie cząsteczkowej, natomiast w zapisie równania reakcji z wodą, jako produkt, wystąpiły jony. Prawdopodobnie dlatego żadna z ankietowanych osób nie podała prawidłowej struktury tej substancji. Wszyscy uczniowie, a więc 65 osób błędnie stwierdziło, że HCl jest substancją o strukturze jonowej.

H_2SO_4 był czwartym związkiem, którego strukturę mieli określić uczniowie poddani badaniu. Jest to związek o strukturze cząsteczkowej i tak też powinna brzmieć prawidłowa odpowiedź. Jednak w zapisie równania reakcji z wodą, jako produkty występują jony, co prawdopodobnie tak jak w przypadku HCl zmyliło ankietowanych. 63 osoby z 65 biorących udział w badaniu określiło kwas siarkowy(VI), jako substancje o strukturze jonowej. Jedna osoba nie udzieliła żadnej odpowiedzi a tylko jeden spośród 65 badanych uczniów prawidłowo określił H_2SO_4 jako związek o strukturze cząsteczkowej.

Piątą substancją, której strukturę mieli określić uczniowie był CO_2 . Jest to związek chemiczny o strukturze cząsteczkowej. Zapis równania reakcji, w której substratem jest tlenek węgla(IV) zawiera jedynie cząsteczki, dlatego wszyscy, którzy brali udział w badaniu (65 osób) udzieli prawidłowej odpowiedzi, określając że jest to substancja o strukturze cząsteczkowej.

Kolejną substancją, której strukturę mieli określić uczniowie był $Zn(OH)_2$. Jest to substancja o strukturze jonowej i tak właśnie powinna brzmieć prawidłowa odpowiedź. W zapisie równania reakcji z udziałem $Zn(OH)_2$ występują jony dlatego też wszyscy czyli 65 osób, udzieliło poprawną odpowiedź określając wodorotlenek cynku, jako substancje o strukturze jonowej.

Siódmą w kolejności substancją, której strukturę należało określić była $C_6H_{12}O_6$. Jest to cukier, a więc związek o strukturze cząsteczkowej. W zapisie reakcji, w której powstaje $C_6H_{12}O_6$ wystąpiły jedynie związki o strukturze cząsteczkowej, nie pojawiły się w niej jony, dlatego też wszyscy uczniowie poddani badaniu, czyli 65 osób napisało, że glukoza jest związkiem chemicznym o strukturze cząsteczkowej.

Ósmą substancją, której strukturę należało określić był Na_2O . Jest to związek chemiczny o strukturze jonowej. W zapisie równania reakcji, w której był on substratem nie występują jednak jony dlatego wszyscy badani uczniowie, a więc 65 osób określili, że tlenek sodu jest substancją o strukturze cząsteczkowej.

Kolejne substancje, których strukturę mieli określić uczniowie były solami, a konkretnie Na_2SO_4 i $NaNO_3$. Są to oczywiście związki chemiczne o strukturze jonowej. Przedstawiony zapis równania reakcji, w której substratem jest siarczan(VI) sodu a produktem azotan(V) sodu, nie zawiera jednak jonów, dlatego wszystkie 64 udzielone odpowiedzi były niepoprawne (jeden uczeń nie udzielił odpowiedzi). Sole te zostały określone jako substancje o strukturze cząsteczkowej.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły słuszność postawionych hipotez.

- Uczniowie mając do dyspozycji układ okresowy pierwiastków oraz wzór sumaryczny związku chemicznego nie potrafili określić jego prawidłowej struktury.
- Ujednolicenie zapisu substancji o budowie jonowej i cząsteczkowej sprawia, że uczniowie nie rozróżniają substancji o budowie jonowej i cząsteczkowej.
- W nauczaniu chemii dużą rolę odgrywa transfer wiadomości i umiejętności.

Uczniowie mieli za zadanie podać strukturę dziesięciu substancji z których pięć posiadało strukturę jonową a pięć cząsteczkową. Typowym przykładem substancji o strukturze jonowej są sole, dlatego niepokojące jest to, że uczniowie określili strukturę siarczanu(VI) sodu i azotanu(V) jako cząsteczkową.

Tab.3 Wyniki uzyskane przez uczniów biorących udział w badaniu.

Lp.	Związek chemiczny	Prawidłowa struktura substancji	Prawidłowe odpowiedzi uczniów	Nieprawidłowe odpowiedzi uczniów
1.	NaCl	jonowa	65	0
2.	CaCO ₃	jonowa	58	7
3.	HCl	cząsteczkowa	0	65
4.	H ₂ SO ₄	cząsteczkowa	1	63
5.	CO ₂	cząsteczkowa	65	0
6.	Zn(OH) ₂	jonowa	65	0
7.	C ₆ H ₁₂ O ₆	cząsteczkowa	65	0
8.	Na ₂ O	jonowa	0	65
9.	Na ₂ SO ₄	jonowa	0	64
10.	NaNO ₃	jonowa	0	64

Badania miały na celu sprawdzenie czy uczniowie wykorzystując układ okresowy pierwiastków chemicznych oraz mając podany wzór sumaryczny związku chemicznego są w stanie prawidłowo ustalić jego strukturę, ograniczając się do odpowiedzenia na pytanie czy struktura jest jonowa czy cząsteczkowa. Uzyskane wyniki wyraźnie pokazują, że uczniowie w czasie ponad dwóch lat nauki nie nabyli tych umiejętności.

Z analizy treści programu nauczania i podręczników szkolnych można wnioskować, że uczniowie powinni umieć na podstawie układu okresowego i dysponując wzorem sumarycznym określić strukturę danej substancji. Dlaczego więc uczniowie nie opanowali tych umiejętności. Aby przynajmniej częściowo udzielić odpowiedzi na to pytanie należy dokładnie przeanalizować formy przekazu oraz kolejność realizacji tematów.

Nad nauczaniem chemii ciąży widmo historii rozwoju tej dziedziny nauki. Odpowiedzialni za dydaktykę chemii, hasło stopniowania trudności, przejście od najprostszego do bardziej skomplikowanego traktują jako nauczania zgodne z historią rozwoju pojęć chemicznych. Z drugiej jednak strony przy pisaniu podręczników następuje przepisywanie haseł w układzie rozwoju historycznego chemii jako nauki. Tylko w uwspółcześnionej treści. Wyniki badań w pewnym sensie zaskakujące dla nauczycieli, gdyż wykazują, że wiele przekazali wychowankom, ale nie wpoili im podstawowej wiedzy chemicznej, która faktycznie jest prosta i zrozumiała, pod warunkiem, że zastosuje się do wytycznych dotyczących procesu edukacyjnego w oparciu o wyniki badań psychologicznych. Dlatego uczniowie nie nabyli założonych do opanowania umiejętności. Jakże w takim razie popełniono błędy (wynikające z analizy podręcznika) w procesie edukacji. Do najważniejszych można zaliczyć:

- Błędne wprowadzanie pojęcia wiązanie. Wiązania nie można traktować w kategoriach świata makro, czyli jako linki, patyczki, rączki itd. Faktycznie jest to oddziaływanie.

- Nie wyróżnianie struktury jonowej w zapisach, a szczególnie we wzorach strukturalnych. Takie postępowanie utrwala u uczniów przekonanie, że prawidłowa i jedyna jest struktura cząsteczkowa. Strukturę jonową uczniowie traktują jako drugo rzędową. Dowodzą tego stosowane zapisy wzorów strukturalnych pojawiające się w wypracowaniach (np. Na⁺—Cl⁻)

- Lansowanie stwierdzenia, że związków trudno rozpuszczalnych nie zapisujemy w postaci jonowej a w postaci wzoru sumarycznego. Natomiast prawdą jest, że np. w wodzie rozpuszczają się wszystkie związki chemiczne, czego dowodem jest istnienie iloczynu rozpuszczalności.

- Nie uwzględnianie w zapisach struktur jonowych tlenków metali, powoduje to utrwalenie się przekonania, że substancje te mają strukturę cząsteczkową.

- Stosowanie identycznego modelu zapisu powstawania jonów w wodzie po rozpuszczeniu w nim substancji o strukturze jonowej i cząsteczkowej, np. chlorku sodu i chlorowodoru.

- Stosowanie głównie zapisów w postaci wzorów sumarycznych. Powoduje utrudnienie odróżnienia substancji o strukturze jonowej od substancji o strukturze cząsteczkowej. Jak pisze W. Bergandy w swojej książce „Od alchemii do chemii kwantowej”: „zapisy te wypaczają u

uczniów wyobrażenie o strukturze substancji chemicznych nie artykułując faktu, że substancje mają strukturę cząsteczkową lub jonową, co wykazał już Arrhenius w latach 80-tych XIX wieku.”

- Wprowadzenie i ugruntowanie najpierw przekonania o istnieniu tylko struktury cząsteczkowej, utrudnia zrozumienie przez ucznia wprowadzanego potem pojęcia wiązania jonowego. Takie utrudnienie powodowane jest prawdopodobnie występowaniem transferu ujemnego.

Z powyższego wynika, że jedyną przesłanką w określaniu struktury uczniowie kierowali się zapisem równań reakcji zamieszczonych. Jeżeli w zapisie występują jony to traktują substancje jako jonową. Natomiast jeżeli w równaniu reakcji nie występują jony to uczeń stwierdza że jest to substancja o strukturze cząsteczkowej.

Wnioski:

Na podstawie uzyskanych odpowiedzi uczniów można stwierdzić, że kryterium zakwalifikowania związku chemicznego do substancji o strukturze jonowej stanowi głównie zapis równania reakcji, w której substratem lub produktem jest związek o strukturze jonowej. Analogicznie określana jest struktura cząsteczkowa substancji, w przypadku gdy zapis równania reakcji zawiera jedynie wzory sumaryczne związków chemicznych kwalifikuje je, jako substancje o strukturze cząsteczkowej. Uczniowie nie potrafią poprawnie określić struktury związków chemicznych, pomimo że znają je zarówno z podręcznika jaki z uczenia się chemii.

Otrzymane wyniki badań potwierdziły postawioną hipotezę, która brzmiała: uczniowie mając do dyspozycji układ okresowy pierwiastków oraz wzór sumaryczny związku chemicznego nie potrafią określić jego prawidłowej struktury. Przyczyną tego jest prawdopodobnie popełniony błąd dydaktyczny polegający na stosowaniu na początku edukacji głównie zapisów nie uwzględniających struktury jonowej substancji.

Wylimitowanie popełnianych błędów wymaga zupełnie nowego podejścia do nauczania o strukturze materii. Wymaga to przede wszystkim korekt w treściach programowych. Jednak najistotniejsze zmiany powinny dotyczyć wprowadzenia poważnych zmian w metodyce nauczania tego zagadnienia. Proces nauczania powinien być prowadzony tak aby eliminować zachodzenie transferu ujemnego, co można osiągnąć między innymi poprzez wprowadzanie równoległego nauczania o strukturze jonowej i cząsteczkowej oraz pokazywanie struktury materii poprzez prawidłowe wzory strukturalne. We wzorach tych struktura jonowa nie może przypominać struktury cząsteczkowej.

Literatura:

- Bergandy W. (1997) *Od alchemii do chemii kwantowej. Zarys historii rozwoju chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań
- Bieleński A. (2006) *Podstawy chemii nieorganicznej* Tom I, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Burewicz A., Gulińska H. (1993) *Dydaktyka chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań
- Cox P.A., przekład Zawadzki Z. (2006) *Krótkie wykłady. Chemia nieorganiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Galska-Krajewska A., Pazdro K. M. (1990) *Dydaktyka chemii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- Hulanicki A. (1979) *Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- Kolditz L. (1994) *Chemia nieorganiczna Część 1*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Kulawik J., Kulawik T., Litwin M. (2010) *Chemia Nowej Ery - podręcznik dla gimnazjum Część 1*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa

- Kulawik J., Kulawik T., Litwin M. (2010) *Chemia Nowej Ery - podręcznik dla gimnazjum Część 2*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa
- Kulawik J., Kulawik T., Litwin M. (2010) *Chemia Nowej Ery - podręcznik dla gimnazjum Część 3*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa
- Nodzyńska M., Paško J.R. (2004) *Dlaczego teorię kwasów i zasad Arrheniusa należy zastąpić teorią Brønsteda i Lowr'ego?*, Chemické rozhľady, Iuventa, Bratislava
- Paško J.R., (2008) *Zadania współczesnej dydaktyki chemii*, Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis. Séria D, Vedy o Výchove a Vzdelávaní. Supplementum 2, Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní chémie / (hlavný red. Pavol Híc). - Trnava
- Paško J.R., „Transfer ujemny jako jedna z przyczyn niepowodzeń uczniów i niechęci do uaktualniania treści nauczania”, Edukacja w społeczeństwie “ryzyka” : bezpieczeństwo jako wartość. T. 3 (red. nauk.) Matylda Gwoździcka-Piotrowska, Jarosław Wolejszo, Andrzej Zduniak, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bezpieczeństwa, Poznań 2007.
- Paško J.R. (2004) *Wpływ transferu na kształtowanie pojęć na wyższych etapach edukacji*, XIII Ogólnopolska Konferencja Psychologii Rozwojowej „Człowiek w świecie- świat w człowieku”, Trans Human, Białystok
- Paško J.R., Paško I., (2002) *Nauczanie o strukturze materii w klasach I-III szkoły podstawowej*, Aktuální otázky výuky chemie. 12 / ed. Martin Bílek, Gaudeamus, Hradec Králové
- Paško J.R. (2004) *Rola badań w dydaktyce chemii*, W: Badania w Dydaktyce Chemii, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków
- Paško J.R., Nodzyńska M., (2009) *Moja Chemia - podręcznik dla gimnazjum cz. I*, Wydawnictwo Kubajak, Kraków
- Paško J.R., Nodzyńska M. (2010) *Moja Chemia - podręcznik dla gimnazjum cz. II*, Wydawnictwo Kubajak, Kraków
- Podstawa programowa Edukacja przyrodnicza MEN 2009
- Sawicki M. (1891) *Metodologiczne podstawy nauczania przyrodoznawstwa* Ossolineum
- Такучев, Н., В. Хаджилиев. (2005) *Компютърни тестове за оценяване на студентските знания по химия в обучението по медицина в Тракийски университет*, Стара Загора, Сборник доклади от: Научна конференция с международно участие Стара Загора, 3 - 5 юни 2005 г. том. 6
- Włodarski Z., Matczak A. (1992) *Wprowadzenie do psychologii*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa

Katarzyna Kaczmarek

Jan Rajmund Paško

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków

I nauczycielom zdarzają się błędy...

Marta Kopańska-Kogut

Wstęp

Żyjemy w czasach gwałtownego postępu cywilizacyjnego. Współczesny człowiek odbiera coraz więcej informacji, poszerza się także zakres jego wiedzy i umiejętności, które pozwalają mu prawidłowo wypełniać powierzone mu role zarówno zawodowe jak i społeczne. W świetle współczesnej pedeutologii powstają pewne podstawowe pytania m.in.: w jakie umiejętności powinno się wyposażać kandydatów do zawodu nauczyciela oraz z jakich kompleksów czynności składa się praca zawodowa nauczyciela.

Dawniej uznawano pogląd, że o wysokim poziomie jakości zawodu nauczyciela decydują cechy osobiste. Pogląd ten obecnie uległ dezaktualizacji. Dziś wiadomo, że w wyniku uczenia się można opanować umiejętność nauczania. Dlatego tak ważne jest, by przy wyborze zawodu kierować się nie tylko możliwością znalezienia pracy w przyszłości czy innymi przesłankami lecz przede wszystkim własnymi predyspozycjami (Nodzyńska, 2011). Ważne są one w każdym zawodzie, ale przede wszystkim w zawodzie nauczyciela, który nie powinien być traktowany tylko jak zawód, ale jak pewnego rodzaju służba – służba młodemu pokoleniu.

Twórcza aktywizacja - trend czy konieczność?

Niestety z roku na rok powiększa się dystans między wiedzą naukową a wiedzą przekazywaną uczniom. Nie jest rzadkością nauczanie zupełnie nieaktualnych poglądów z przed 50 a czasem nawet 100 lat. W rozważaniach dydaktycznych należy zatem wyróżnić 3 rodzaje wiedzy:

- wiedze potoczną,
- wiedzę szkolną,
- wiedzę obiektywną określaną jako naukową (Paško, 2011).

W szkole zatem zdarza się, że przekazywana jest wiedza naukowa jak również ta zdeaktualizowana i zbytnio uproszczona, przez co wypacza ona pogląd naukowy na dany temat (Paško, 2011).

Zatem bardzo ważna misja stoi przed ludźmi, którzy wychowują młode pokolenie. Rodzina i szkoła powinny stymulować holistycznie potencjał drzemący w młodym człowieku i wspierać rozwój nowych możliwości myślenia jak i działania. Rola nauczyciela ulega przemianom. Proces ten nabrał szybszego tempa szczególnie wtedy, gdy wiek XX ogłoszono wiekiem dziecka. Początkowo to była w pełni rola nauczyciela uczącego. Z czasem nauczyciel stawał się coraz bardziej osobą przekazującą wiedzę oraz kontrolującą opanowanie wiedzy przez uczniów (Paško, 2008). Reforma oświaty przyniosła za sobą nowe wyzwania dla nauczycieli, w tym szczególnie dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych; nowe cele nauczania nastawione są na przekazywanie obok wiadomości encyklopedycznych także umiejętności i kształtowanie postaw. W świetle współczesnych teorii kształcenia, na pierwszy plan zostały wysunięte takie czynności dydaktyczne nauczyciela przedmiotów przyrodniczych jak: pomoc uczniom w nauce twórczego myślenia jak i działania, które pozwoli uczniom być konstruktorami własnej wiedzy. Szybko idący postęp i coraz większa konkurencja na rynku pracy w pewien sposób wymusiły reformę systemu kształcenia. Podstawowymi umiejętnościami niezbędnymi do osiągnięcia sukcesu w pracy zawodowej obecnie wymienia się m. in.: umiejętność podejmowania decyzji, rozwiązywania problemów, analizowania i wyciągania wniosków czy umiejętność aktywizowania wychowanków. Do tradycyjnych zatem zasad nauczania, podanych przez Komeńskiego, takich jak poglądowość, stopniowość, ćwiczenie i naśladownictwo, dodaje się dzisiaj aktywność – zarówno nauczyciela jak i ucznia.

Współczesny nauczyciel przedmiotów przyrodniczych powinien mieć zachęcić ucznia do ciągłego samodoskonalenia, do poszukiwania wiedzy z tak ważnych i przydatnych w życiu

dziedzin jakie obejmują przedmioty przyrodnicze. Dlatego tak bardzo istotna jest postawa nauczyciela. Musi on stworzyć odpowiednią atmosferę w grupie. Podstawę stanowi także jego autentyczność. Powinien on umieć ujawniać własne uczucia i emocje a zarazem być empatycznym.

Tam, gdzie uczeń czuje się akceptowany, kiedy nie odczuwa lęku przed wyrażaniem swoich opinii, jest zachęcany do samodzielnego myślenia, staje się bardziej twórczy. Zajęcia prowadzone w takiej atmosferze uczą dyskusji i współpracy. Każdy uczeń jest jednak odpowiedzialny za swoją naukę. Każdy z nich podąża drogą własnych zainteresowań, doświadczeń czy możliwości. Powinien sam umieć podjąć decyzję o zmianie swojego zachowania czy opinii.

Teoria Rogersa mówi, że tylko w takiej atmosferze pod wpływem relacji społecznych, w tym również oddziaływań edukacyjnych, istnieje możliwość zmian obrazu siebie, a w konsekwencji i swojego zachowania. Jeśli te warunki nie są spełnione, to nawet najlepsze metody nie przyniosą oczekiwanych rezultatów.

Właściwie stosowane metody aktywizujące pozwalają uczniom:

- pogłębiać zainteresowania,
- rozwijać własne pomysły
- przyswajać bez trudu nową wiedzę,
- komunikować się,
- prowadzić ożywione dyskusje,
- podjąć działania na rzecz własnej szkoły.

Dla przedmiotów przyrodniczych ważne jest stosowanie przez nauczycieli także korelacji międzyprzedmiotowej czy uatrakcyjnienia zajęć różnego rodzaju doświadczeniami czy technikami multimedialnymi.

Jednak w stosowaniu metod aktywizujących jak i w stosowaniu innych form uatrakcyjnienia lekcji nauczyciele popełniają wiele błędów dydaktycznych.

Razem czy osobno?

Bardzo ważna w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych jest korelacja międzyprzedmiotowa. Wzajemne powiązanie tematyki z kilku pokrewnych przedmiotów może przyczynić się do lepszego zobrazowania uczniowi różnych zjawisk. Niestety nauczyciele rzadko odwołują się do takich korelacji. Każdy skupia się tylko i wyłącznie na treściach ze „swojego” przedmiotu i nie próbują nawet skorelować ich z treściami z nauk pokrewnych. O ile byłoby wtedy łatwiej... . Spójrzmy na przykłady opracowane na podstawie Tomu 19 Nauczania Przedmiotów Przyrodniczych (Toruń 2006):

• Przykład korelacji fizyki z biologią, chemią i matematyką:

Siły tarcia – omówienie jak przyroda rozwiązała problem tarcia, czyli w jaki sposób zmniejsza się tarcie u zwierząt i ludzi; jakie związki chemiczne wchodziły w skład śluzu, wypełniającego torebki stawowe; jaki jest ich skład procentowy.

• Przykład korelacji fizyki, geografii i biologii, chemii:

Alternatywne źródła energii – omówienie rozmieszczenia złóż ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla; omówienie zjawiska pływów morskich; omówienie procesu fermentacji beztlenowej na przykładzie biomasy; rodzaje energii odnawialnej.

• Przykład korelacji między biologią i chemią:

Rola białek i ich skład chemiczny.

• Przykład korelacji między fizyką a biologią:

Akustyka – zagadnienia związane z akustyką, a budowa narządu słuchu.

• **Przykład korelacji między fizyką a biologią i geografiją:**

Rozszerzalność temperaturowa wody i jej znaczenie w przyrodzie – stany skupienia wody i ich właściwości, anormalna rozszerzalność wody; zasoby wodne i ich źródła; erozja; obieg wody w przyrodzie.

Takich przykładów można podawać wiele. Wymieniono tutaj tylko kilka, by zobrazować udowodnione, pozytywne działanie korelacji międzyprzedmiotowych.

Badania

Celem przeprowadzonych badań było stwierdzenie, czy w opinii młodych ludzi – studentów I roku biologii, nauczyciele przedmiotów przyrodniczych popełniali jakieś błędy dydaktyczne a jeśli tak to jakiego rodzaju były to błędy. Niniejsze badania miały na celu sprawdzić następującą hipotezę badawczą: nauczyciele przedmiotów przyrodniczych popełniają błędy dydaktyczne.

Zgodnie z przyjętą koncepcją teoretyczną, że praca dydaktyczna nauczyciela to działanie o dużej wadze społecznej, którego założenia i cel powinien sobie nauczyciel sam uświadomić, założono, że pod pojęciem „błąd dydaktyczny” będzie rozumiane takie wykonywanie czynności nauczyciela przedmiotów przyrodniczych, w którym nie uzyskano zamierzonego wyniku.

Opis przeprowadzonych badań

Badania przeprowadzono w listopadzie 2011 roku, wśród studentów I roku studiów licencjackich kierunku Biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie.

W badaniu w sumie wzięło udział 40 studentów. Każdy ze studentów miał do wypełnienia taką samą ankietę, z taką samą liczbą pytań i taką samą treścią.

Kwestionariusz ankiety

Polecenia:

1. W jakiej miejscowości uczęszczałeś do szkoły?
2. Z jakich metod i technik nauczania najczęściej korzystali Twoi nauczyciele przedmiotów przyrodniczych?
3. Czy Twoi nauczyciele od przedmiotów przyrodniczych korzystali z korelacji międzyprzedmiotowych?
4. Czy Twoi nauczyciele od przedmiotów przyrodniczych często wykorzystywali na lekcjach projekcje multimedialne? A jeśli tak to czy dzięki temu treść lekcji była łatwiejsza do zapamiętania?
5. Czy wg. Ciebie Twoi nauczyciele od przedmiotów przyrodniczych popełniali jakieś błędy dydaktyczne? Jeśli tak to jakie?

Opracowanie wyników badań

Z przeprowadzonych wyników badań wynika, że najczęściej nauczyciele przedmiotów przyrodniczych – niezależnie od miejscowości w której uczą, stosują wykład i analizę podręcznika. Na drugim i trzecim miejscu jest burza mózgów i dyskusja a dopiero na końcu odniesienie teorii do praktyki. Żaden student nie wypowiedział się pozytywnie nt. stosowania korelacji międzyprzedmiotowej, która jest tak ważna szczególnie w przekazywaniu wiedzy z przedmiotów przyrodniczych.

Jeśli chodzi o wykorzystywanie technik multimedialnych, to 18 studentów zaznaczyło, że ich nauczyciele stosowali uatrakcyjnienie zajęć w postaci prezentacji multimedialnych. Jednak 10 z nich wypowiedziało się, że nie ułatwiło to zobrazowania lekcji a wręcz przyczyniło się do tego iż lekcja stawała się nudna, ponieważ „musieli przepisywać treść całych slajdów do zeszytu”.

Az 30 studentów uważa, że nauczyciele przedmiotów przyrodniczych popełniali wiele błędów

dydaktycznych. Do takich błędów należy m.in. przekazywanie „suchej” wiedzy podręcznikowej, „czytanie podręcznika” zamiast tłumaczenie obrazowe lekcji, wymaganie od uczniów przekazywania wiedzy typowo „słowo w słowo” z podręcznika, bez włączenia opisu własnych słowami, wykonywanie rzadkich doświadczeń tylko przez nauczyciela, uzasadnianie, iż w klasie humanistycznej nie przydatne są treści przedmiotów przyrodniczych, przepisywanie podręcznika do zeszytu, bardzo mała wiedza ogólna, brak kontaktu z uczniami oraz nieumiejętność udzielania odpowiedzi na pytanie uczniów.

Wnioski

Podsumowując badania, należy potwierdzić postawioną hipotezę badawczą: nauczyciele przedmiotów przyrodniczych popełniają błędy dydaktyczne.

Jak wynika z przeprowadzonej analizy uczniowie bardzo dobrze zauważają błędy dydaktyczne nauczycieli przedmiotów przyrodniczych. Błędy te dostrzegane są u nauczycieli zarówno w mniejszych jak i w większych miejscowościach, jak i wiodzących się z różnych uczelni. Godne uwagi jest spostrzeżenie o możliwości występowania wczesnego regresu w rozwoju zawodowym nauczycieli, co wynika także z wcześniejszych badań (Rutkowiak, L. Cohen, N.W. Kuźmin). Te rezultaty badawcze są sygnałem do tego, „...że w warunkach szybkiego tempa przemian charakteryzującego nasze czasy wiedza i umiejętności wyniesione z zakładu kształcącego mogą okazać się niewystarczające w praktyce wykonywania pracy zawodowym szybciej, niż tego oczekujemy” (Rutkowiak, 1974).

Aktualnie komputer staje się przyjacielem nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, którzy starają się uatrakcyjnić swoje lekcje (Cieśla, Paśko, 2008). Jednak coraz częściej zaczynają być niewolnikami projektora multimedialnego i komputera. W trakcie wielu lekcji coraz ważniejsza staje się forma ich przekazu, a nie ich treść. Fundamentalną rzeczą w procesie nauczania jest przekazywanie treści, a wszystkie przyrządy powinny służyć nauczycielowi do ułatwienia zobrazowania tych treści, a uczniowi – jedynie do ułatwienia ich przyswojenia (Cieśla, Paśko, 2008).

Podsumowanie

Wszyscy nauczyciele, a w szczególności nauczyciele przedmiotów przyrodniczych są zobowiązani do ciągłego doskonalenia się i poszukiwania nowych, ulepszonych i atrakcyjnych źródeł wiedzy dla swoich uczniów. „Istnieje konieczność harmonijnego łączenia merytorycznego i pedagogiczno – psychologicznego przygotowania nauczycieli, tak aby zadań nauczania nie rozumieli zbyt wąsko” (Rutkowiak, 1974), by nie ograniczali się jedynie do przekazywania wiadomości, ale także kształtowali umiejętności uczniów i wpływali na ich postawy. Każdy nauczyciel ma prawo do popełniania błędów, jednak każdy rok pracy zawodowej powinien kończyć się wnikliwą analizą swoich osiągnięć i przyczyniać się do ciągłego doskonalenia i ulepszania swoich umiejętności w tym zawodzie. Bo jak czytamy w jednej z rozpraw J. Wł. Dawida „kto chce innych oświecić, podnieść przez miłość dla innych, ten musi zarazem chcieć uczynić to w sposób najlepszy, najskuteczniejszy. Dlatego też nauczyciel winien stawiać przed sobą pytanie, <czy ja dobrze robię, czy nie można lepiej i jak należy robić?>”.

Literatura

- Cieśla P., Paśko J.R., (2008) *Błędy dydaktyczne popełniane przez nauczycieli przy wykorzystaniu multimediów*, [w:] Technologie informacyjne w warsztacie nauczyciela (red. Migdałek, Zając), Kraków: Impuls, S. 367-370
- Dawid J.W. (1959) *O duszy nauczycielstwa*, [w:] Osobowość nauczyciela – zbiór rozpraw, Warszawa
- Nodzyńska, M. (2011) *Badania nad motywacją wyboru kierunku studiów przez studentów 1 i 3 roku Biologii na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie* [w:] Metody motywacyjne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, (red. Nodzyńska, M.), ZChDCh UP, Kraków, s. 62-68

Nodzyńska M., Paśko J.R., (2010) *Research in didactics of the sciences*, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Kraków

Paśko J.R. (2008) *Rola dydaktycznych programów komputerowych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, [w:] *Komputer w edukacji* : 18. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe, Kraków 26-27 września 2008 (red. Morbitzer) Kraków: Wydawnictwo Naukowe AP, S. 168-171.

Paśko J.R. (2011) *Monitorowanie błędów popełnianych w procesie edukacji chemicznej, które czynią chemię trudnym przedmiotem*, *Biologie Chemie Zeměpis : časopis pro výuku na základních a středních školách*, Ročník 20, číslo 3x2011, S. 35-39

Rutkowiak J. (1974) *Błędy dydaktyczne początkujących nauczycieli*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk

Marta Kopańska-Kogut

Zakład Edukacji, Komunikacji i Mediacji Przyrodniczej, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Edukacja w zakresie rozmnażania człowieka wobec rozwoju nauki i postępu badań

Karolina Czerwiec

Wstęp

Okres powojenny to czas komunistycznej dyktatury, która miała na celu wychowanie człowieka w duchu socjalistycznym. Szansa swobodnego rozwoju i ujawniania polskich poglądów w zakresie pedagogicznym pojawiła się właściwie dopiero w 1989 roku. Wcześniej bardzo często opracowania nacechowane były ideologicznie, a wiele nowych osiągnięć zostało przemilczanych (Babik, 2011). Za postęp uważa się: rozwój przemysłu, nauki, komunikacji, urbanizacji, rolnictwa, techniki, tworzenie nowego człowieka, zmodernizowanego społeczeństwa, a także edukacji biologicznej. Nowoczesna szkoła powinna dążyć do podejmowania zdrowotnych wyzwań XXI wieku przy wykorzystaniu treści biologicznych i higieny (Sawiński, 2009). Zadania współczesnej edukacji powiązane są z podstawą programową kształcenia ogólnego, programami nauczania i standardami kształcenia. Pojawiają się tu wyraźnie widoczne tendencje zmian w podejściu do wiedzy szkolnej i społecznej. Jednym z elementów tej wiedzy jest kształtowanie postawy odpowiedzialności za zdrowie swoje i innych, rozumienie powiązania między człowiekiem a środowiskiem (Potyrała, 2011). Edukacja to proces, który oparty jest na naukowych zasadach stwarzających możliwość uczenia się oraz podejmowania świadomych decyzji odnośnie zdrowia i rozwoju człowieka (Potyrała, Walosik, 2007).

Metodyka badań

Cel badań koncentrują się na analizie artykułów czasopisma „Biologia w Szkole”, a konkretnie na: /1/ określeniu zagadnień dotyczących rozmnażania człowieka przekazywanych uczniom w szkole na różnych poziomach kształcenia, /2/ zbadaniu sposobów przedstawiania aktualnie panujących ustaleń naukowych oraz popularyzowania wiedzy na temat rozmnażania człowieka w czasopiśmie naukowo-dydaktycznym.

Sformułowano hipotezę badawczą zakładającą, że: Kierunek edukacji biologicznej oscylował w stronę pogłębiania zagadnień biologii człowieka z naciskiem na elementy biologii rozmnażania, rozwoju prenatalnego, diagnozę zagrożeń chorobami wenerycznymi.

Koncepcja badań

Przeprowadzono analizę artykułów czasopisma naukowo – dydaktycznego „Biologia w Szkole” pod kątem występujących w nim treści z zakresu rozmnażania człowieka. Publikowane w czasopiśmie materiały dotyczące tych zagadnień podzielono na artykuły o charakterze naukowym oraz konspekty lekcji zawierające propozycje rozwiązań dydaktycznych. Od momentu powstania „Biologii w Szkole” (1944 r.), pojawiło się w niej 120 artykułów dotyczących biologii człowieka. Kwartalnik drukował tylko materiały zgodne z obowiązującym w danym czasie programem nauczania. Artykuły odzwierciedlają więc tendencje programowe i zmiany w programach nauczania.

Wyniki

W „Biologii w Szkole” znalazło się dużo artykułów dotyczących rozwoju różnych dziedzin biologii, w tym również zagadnień z zakresu rozmnażania, embriologii, czy badań genetycznych. Niniejsze opracowanie to próba pokazania, jak na przestrzeni ponad pięćdziesięciu lat, rozwijała się wiedza i poglądy na temat wyżej wspomnianych treści.

Od 2 połowy XIX wieku uważano, że życie powstało na zasadzie samoródtwa – istoty żywe mogły pochodzić nie tylko od rodziców podobnych do nich, ale mogły powstać nagle

z nieorganicznych substancji. Idealisci twierdzili, że człowiek powstał w takiej formie jak wygląda obecnie – był to akt twórczy bóstwa; materialisci natomiast, że poprzez działanie praw przyrody, bez sił nadprzyrodzonych. Nieprawdziwość tych teorii wykazał Ludwik Pasteur, który doszedł do wniosku, że nic nie może powstać nagle. Według Oparina natomiast, życie to forma ruchu materii, która rozwija się etapowo zgodnie z prawami natury: powstanie węglowodorów będących punktem wyjścia do powstania substancji organicznych – materialnej podstawy życia, powstanie związków organicznych zbliżonych do białek, a następnie skomplikowanych połączeń białkowych tworzących pierwotne organizmy. Organizm żyje, bo przepływają między nim a środowiskiem cząstki materii i energia. Cząstki rozpadające się w organizmie są zastępowane nowymi, które napływają ze środowiska zewnętrznego. Na tym polega powstawanie życia i prawidłowa zależność między budową wewnętrzną a czynnościami organizmu (Oparin, 1958).

W latach 40. XX wieku, bardzo ważne było, aby według wskazań Marksa, podkreślać uczniom szkoły średniej, że człowiek różni się od zwierząt tym, że instynkt jest u niego zastąpiony świadomością, albo inaczej mówiąc „instynkt jest uświadomiony”. Obowiązujące programy nauczania zwracały uwagę na związek między formą i czynnościami organów. Organizacja ciała nie zależała tylko od czynników dziedzicznych – nie przesądzały one o sposobie jego funkcjonowania. Można bowiem wpływać świadomie na rozwój ciała w sensie fizycznym, ale też doskonalić mózg. Przykłady z embriologii człowieka pomagały zrozumieć przeszłość historyczną człowieka: /1/ szkielec embrionu początkowo jest chrząstkowy, a dopiero później chrząstka przekształca się w kość - proces ten kończy się po urodzeniu; /2/ u człowieka przewód pokarmowy posiada nabłonek orzęsiony tylko w okresie embrionalnym; /3/ u embrionu budowa serca przechodzi przez wszystkie stadia – dwukomorowe, trzykomorowe, itd.; /4/ liczba generacji zębów u człowieka jest większa niż dwie – ukazanie się zębów mlecznych jest poprzedzone przez powstanie zawiązków zębów, które są rozpuszczane przez organizm w okresie embrionalnym; są też zęby 4 generacji, które właściwie nigdy się nie rozwijają. Wyjaśniano również uczniom, co to jest choroba. Podkreślano, że nie jest to „kara boska za grzechy”. Jest to bowiem konsekwencja zaburzenia przemiany materii, czyli zachwiania równowagi między organizmem a środowiskiem, w którym on żyje. To nie dusza, czy inne oddziaływania niematerialne sterują zjawiskami psychicznymi, a substancje materialne: białko, glukoza, jod, wapń (Woinow, 1949).

W latach 50. XX wieku istniała „nauka o życiowości”, która badała, co powodowało i co napędzało rozwój żywych organizmów. To budowa organizmów powodowała ich rozwój, nie miały na to wpływu zjawiska uboczne. Tłumaczyło to obniżenie lub wzrost życiowości oraz miało wpływ na kierowanie życiowością przez naukowców, np. jeśli skrzyżujemy potomstwo spokrewnione ze sobą, to albo bardzo szybko zginie albo będzie się bardzo źle rozwijać (mniejsza waga, czy obniżona płodność). Nauka o życiowości organizmów dotyczyła botaniki, zoologii, biologii ogólnej – w tym darwinizmu. Istniały 2 teorie na jej temat (tabela 1) (Fejginson, 1951).

Najwięcej artykułów publikowanych w czasopiśmie dotyczyło rozmnażania i rozwoju człowieka. Wśród nich znalazły się również konspekty lekcji.

Na początku lat 50. XX wieku pojawiły się relacje z najnowszych w tamtym czasie badań nad zapłodnieniem – badania te potwierdzały teorię Miczurina, że zapłodnienie to proces fizjologiczny powiązany z przemianą materii. Proces płciowy to wzajemna asymilacja gamet, polegająca na tworzeniu całkowicie nowej komórki nazywanej zygotą. Zygota ma w sobie wynik asymilacji gamet zależny od siły każdej z nich. Cechy odziedziczone po jednym z rodziców mogą być na tyle silne, że całkowicie maskują istnienie cech odziedziczonych po drugim z rodziców. Według Miczurina zapłodnienie zachodzi w sposób wybiórczy i nie ma tu mowy o konkurowaniu elementów płciowych. Teorię tę, chcieli obalić mendeliści, bo uważali, że zapłodnienie polega na mechanicznym współzawodnictwie plemników. Według Fejginsona była to nieprawda, bo najbliższe sobie biologicznie elementy pochodzą od organizmów blisko spokrewnionych, a ich krzyżowanie miało niekorzystny wpływ na potomstwo. Zapłodnienie polegało na tym, że zlewały

się zróżnicowane płciowo elementy, co powodowało powstanie żywego ciała. Nie ogranicza się ono tylko do połączenia komórek płciowych – męskiej i żeńskiej. Bierze w nim bowiem udział ogromna liczba komórek płciowych, w tym ze strony matki – komórki somatyczne ciała. Płciowy sposób rozmnażania uznano za najlepszy dla powstawania życiowości i dlatego stał się on bardzo powszechny. Wspomniano również o innych badaniach (tabela 2) (Fejginson, 1951).

Tabela 1. Teorie na temat nauki o życiowości

IDEALISTYCZNA		
witaliści twierdzili, że rozwój jest kierowany przez czynniki niematerialne: siłę i energię życiową, których obecność odróżnia ciało żywe od martwego		
MATERIALISTYCZNA		
K. Timiriaziew, I. Sieczenow, I. Miecznikow, I. Pawłow	Uważali witalizm za nienaukowy i przeciwstawiali się mu. Twierdzili, że stworzył się on poprzez lukę w biologii dotyczącą życia organizmów	
Dialektyczno – materialistyczną teorię rozwoju popierali:		
W. Lenin	2 koncepcje rozwoju:	
	1	rozwój w kontekście zwiększania i zmniejszania (powtarzanie). Powstaje tu poruszająca się siła, która jest źródłem i przyczyną przenoszącą się na podmiot. Jest martwa i biedna
	2	rozwój będący jednością przeciwieństw - podział całości na 2 części, które są przeciwieństwami, czyli się wykluczają, ale jest między nimi poprzez to jakiś wzajemny stosunek. Dotyczy poznania źródła automatycznego ruchu. Była koncepcją życiową. To ta koncepcja była podstawą niszczenia tego, co stare i powstawania tego, co nowe
J. Stalin	zjawiska przyrodnicze były sprzeczne wewnętrznie, bo wszystkie miały dodatnią i ujemną stronę: przeszłość i przyszłość, nowe i stare, przeżycie i rozwój, co się rodzi i to, co umiera – te przeciwieństwa walczyły ze sobą i poprzez to następował proces rozwoju i przeobrażania. Było to podstawą odkrycia mechaniki rozwoju istot żywych	

W latach 60. XX wieku, uczniowie na lekcjach biologii dowiadywali się, że: komórki jajowe u królika powstają w jajnikach, a plemniki w jądrach – związane to jest z rozmnażaniem płciowym; zapylenie u roślin to odpowiednik zaplemnienia u zwierząt; zapłodnienie to połączenie komórki jajowej i plemnika, w wyniku czego powstaje zygota, a z niej rozwija się organizm potomny. Zarówno u roślin, jak i zwierząt z zapłodnionej komórki jajowej powstaje zarodek a z niego przyszły organizm potomny. Dzieje się to poprzez podziały i różnicowanie się komórek zarodka – zarówno roślinnego, jak i zwierzęcego (Gilowski, 1969).

Tabela 2. Badania nad zapłodnieniem w latach 40. i 50. XX wieku

Nazwiska badaczy	Wyniki badań
M. Sołowiej, I. Sokołowska	u zwierząt występuje polispermia, która jest czymś normalnym; do jaja samicy królika dociera kilkadziesiąt plemników – część z nich zlewa się z jądrem jaja, a pozostałe czynnie uczestniczą w bruzdkowaniu zygoty jako mentory
S. Dawydow, E. Merkurjew, M. Libizow, M. Arkelan, H. Kuszner	pozytywne wyniki dają zapładnianie królików mieszańką plemników pochodzących od kilku samców oraz podwójne zapłodnienie świń przez 2 samców - zwiększa się dzięki temu liczba i żywotność potomstwa
I. Sokołowska	biologiczne znaczenie dużej liczby plemników w zapłodnieniu: wprowadzenie do narządów samicy królika 1000 plemników, nie spowodowało zapłodnienia, 5000 plemników powoduje sporadyczne zapłodnienie, a 10 mln plemników to liczba gwarantująca zapłodnienie. Każdy plemnik ma ferment hialuronidazy, który rozpuszcza otoczkę nie zapłodnionego jaja. Ferment ten mają plemniki różnych gatunków, więc samicę można zapłodnić poprzez zmieszanie plemników różnych samców, które nie mają pełnej zdolności rozrodczej, aby uzyskać optymalną do zapłodnienia liczbę plemników
Kuszner	wpływ plemników na komórki płciowe żeńskie wykazali też Darwin i Miczurin, ale genetyka mendelistyczna i morganistyczna uznały je za błędne
Kolberg	W 1913 roku wykazał, że plemniki królików i myszy masowo wnikają do komórek macicy, nabłonka jajowodów, komórek błony śluzowej macicy, wzmacniając tym samym rozwój zygoty. W 1945 roku M. Sołowiej potwierdziła tę teorię

W latach 80. XX wieku podano wyniki najnowszych badań z zakresu fizjologii rozrodu dotyczące między innymi hormonów jądra i jajnika (tabela 3) (Kołątaj, 1986).

Rozród jest zależny głównie od jajników i jąder wytwarzających gamety i hormony płciowe. Zapłodnienie to skomplikowany proces polegający na tym, że gdy pierwszy plemnik dotknie główką otoczkę komórki jajowej, dzięki enzymowi hialuronidazie, otoczka (lepka, półpłynna substancja) ułatwia przebicie się plemnikowi i dotarcie do jądra cytoplazmy. Od tego momentu zmienia się struktura i funkcjonowanie komórki jajowej, a wnikanie pozostałych plemników jest niemożliwe. Powstaje zarodek składający się z materiału genetycznego ojca i matki, który nazywany jest zygotą. Ta dzieli się, wnika do macicy i staje się zarodkiem. Tworzy się blastocysta, powstaje łożysko (Kołątaj, Wojciechowska-Kołątaj, 1988).

Jajo jest zdolne do przyjęcia plemnika przez krótki czas – po 12-24 godzinach starzeje się i nie jest już zdolne do zapłodnienia. Plemniki są zdolne do zapłodnienia 24-48 godzin, a ich ruchliwość może utrzymać się dłużej. Komórki dające początek komórkom rozrodczym, wyodrębniają się bardzo wcześnie z endodermy pęcherzyka żółtkowego i czynnie wędrują do zawiązka gonady, który powstał z listwy płciowej. Listwa namnaża się wraz z komórkami płciowymi i oddziela się od pranercza. Zawiązek gonady na początku jest jednakowy dla obydwu płci. Dopiero w dalszych etapach rozwoju następuje różnicowanie płciowe: jądro tworzy się, gdy rozwija się część rdzenna, a jajnik, gdy rozwija się część korowa. Płeć gonadowa decyduje o rodzaju wykształcających się przewodów wyprowadzających układu rozrodczego – nasieniowodów lub jajowodów i zewnętrznych narządów płciowych (Jastrzębska, 1994).

Tabela 3. Badania na temat fizjologii rozrodu – lata 80. XX wieku.

Nazwisko badacza	rok	Wyniki badań
Komoter	1975	<ul style="list-style-type: none"> - wykryto testosteron w płynie pęcherzykowym kobiet w wysokich stężeniach. Możliwe więc, że testosteron ulega aromatyzacji i zamienia się w estradiol – żeński hormon. Jednak, gdy jest go za dużo – aromatyzacja przebiega powoli i następują atrezja pęcherzyków jajowych - obydwaj jajniki nowo narodzonej dziewczynki mają 0,5 mln pęcherzyków jajnikowych pierwotnych. Po urodzeniu nie powstają już nowe. Tylko 400 z nich ulega owulacji od okresu dojrzewania do pokwitania. W normalnym jajniku dochodzi do uwsteczniania komórek jajowych i pęcherzyków jajnikowych, czyli atrezji - osocze krwi mężczyzny zawiera 5 mikrogramów testosteronu w 100 ml, a kobiet 50 razy mniej. Testosteron we krwi kobiet bierze udział w regulacji hormonalnej podwzgórza i przysadki
de Jong	1973	wykryto estradiol i estrogeny w jądrach samców małp. Estradiol jest wytwarzany w kanalikach nasiennych
Dorrington	1978	<ul style="list-style-type: none"> - istniało przypuszczenie, że estrogeny u samców kontrolują dojrzewanie płciowe i rozwój komórek jądra - prostaglandyny F2 alfa występują w nasieniu ludzkim, płyn nasienny stymuluje skurcze i rozkurcze macicy, wysokie stężenie prostaglandyn powoduje rozpad ciała żółtego i hamuje wydzielanie progesteronu. <p>Ciałko żółte to element jajnika rozwijający się ze ścian pęcherzyka po owulacji, syntetyzuje progesteron. W cyklu menstruacyjnym ciało żółte jest aktywne przez 10 dni, ale gdy komórka jajowa po opuszczeniu pęcherzyka ulegnie zapłodnieniu, ich aktywność trwa przez kilka miesięcy – prawdopodobnie hormony ciała żółtego ułatwiają przebieg ciąży i rozwój płodu</p>
Harris, Jacobson	1952	układ nerwowy kieruje funkcjami rozrodu. Wykazano istnienie czynnika uwalniającego z przysadki hormon dojrzewania pęcherzyków w jajniku – FSH
Mc Cann	1960	
Campbell	1961	

Aby doszło do rozrodu, organizm musi być dobrze przystosowany do środowiska oraz musi mieć prawidłową fizjologię. Dzięki temu potomstwo urodzi się w odpowiednim czasie i będzie miało szanse na przeżycie. W regulacji rozrodu bierze udział podwzgórze – są tu sieci neuronów regulujące rozmnażanie i pobudzenie czynności z nim związanych, wpływa też na wzmocnienie zjawisk takich jak na przykład seks. Przystosowanie rozrodu do środowiska i synchronizacja procesów fizjologicznych partnerów są ważne w regulacji rozrodu. Cykliczność procesów związanych z rozrodem odróżnia od siebie osobniki męskie i żeńskie i wynika z odmiennego działania ośrodków regulacyjnych mózgu. Cykliczność to ważny element genetycznej determinacji płci, który kształtuje się we wczesnej fazie rozwoju ontogenetycznego (Sotowska – Brochocka, 1998).

W „Biologii w Szkole” pojawiły się również sprawozdania z konferencji. Jedna z nich została zorganizowana przez Towarzystwo im. Kopernika i dotyczyła procesu starzenia się. Wszyscy referenci charakteryzowali starość, jako natury stan fizjologiczny organizmu, który jest

ostatnim etapem rozwoju osobniczego i nie mają na niego wpływu sztuczne, uboczne zjawiska. To zjawisko ontogenetyczne, biologicznie specyficzne, które odnosi się do organizmu, jako do całości (tabela 4) (Doroszewski, 1955).

Tabela 4. Tematyka konferencji naukowej PTPK

Doc. R. Wróblewski	teorie starzenia się mają przyczyny w czynnikach: - biologicznych – wiązanie starości ze składem komórkowym organizmu, specjalizacją komórek i tkanek w miarę rozwoju osobniczego, komórkami nerwowymi, które już na początku rozwoju przestają się dzielić i w niezmienionej formie działają przez resztę życia - fizyko-chemicznych – zmiany zachodzące w protoplazmie komórkowej	
Miedwiecki	drobiny białek organizmu ulegają rozwojowi, a po latach wykazują już mniejszą aktywność, czyli tym samym organizm i jego funkcje ulegają osłabieniu	
Referat „Starość jako ostatni etap rozwoju ontogenetycznego u zwierząt” miał na celu omówienie procesu starzenia się człowieka w odniesieniu do fizjologii i kliniki:		
dr W. Moskwa	starzenie się to normalny proces, błędna jest teoria mówiąca o tym, że starość to proces chorobowy. Nie można stworzyć laboratoryjnych testów starości	
dr A. Wolański	W okresie starości zwiększają się procesy hamowania, a tworzenie się odruchów warunkowych jest trudniejsze	
Referat „Zagadnienia długości życia i próby jego przedłużania u zwierząt i człowieka”		
prof. S. Bilewicz, dr A. Jurand	- maksymalna długość życia człowieka może dochodzić do 166 lat - kobiety żyją dłużej niż mężczyźni - od 1850 roku średnia długość życia podniosła, w starożytnym Rzymie wynosiła zaledwie 25-30 lat	
Przykłady prób odmłodzenia ludzi		
metody hormonalne	przeszczepianie wyciągów z jąder – nie dają efektu trwałego odmłodzenia	
metoda Bohomolca	raczej pozytywny wynik – stosowanie surowicy oddziaływującej na tkankę łączną	- obie metody nie były zbyt wyraźnymi osiągnięciami, bo odmłodzenie po prostu nie jest możliwe – starość to naturalny proces - w przyszłości możliwe wydłużenie rozwoju osobniczego, czyli etapu poprzedzającego okres starości - podniesienie średniej długości życia nie wiąże się z przedłużeniem okresu życia, ale zmniejszeniem śmiertelności niemowląt i dzieci - należy walczyć z alkoholizmem, bo to on jest przyczyną skracania długości życia
	stosowanie częstych transfuzji krwi raczej pozytywny wynik	

Kilkadziesiąt lat później, uczniowie szkoły podstawowej na podstawie filmu „1:0 dla starości” dowiadawali się na czym polega ochrona życia i zdrowia, jak można wydłużyć sobie młodość a starość uczynić przyjemną. Właściwe odżywianie się, częste kąpiele wzmacniające układ krążenia, poranną gimnastykę lub wędrówkę pieszą, przebywanie w gronie rodziny i przyjaciół – to wszystko przedłuża życie człowieka (Janczewska, 1976). Udzielanie uczniom takich informacji wiązało się z faktem, że w 1968 roku Polska przekroczyła granicę demograficznej starości. 13% Polaków stanowili ludzie po 60 roku życia. Prognozowano starzenie się polskiego społeczeństwa: w 2000 roku ilość osób po 60 roku życia miała wynosić 18%. W 1931 roku co 13 Polak miał ponad 60 lat, w 1976 roku – co 8, a w 2000 roku miało to być co 5 osób.

Starzenie się społeczeństw to następstwo rozwoju cywilizacyjnego. Zmniejsza się liczba osób czynnych zawodowo, następuje kryzys rodzin wielopokoleniowych, ludzie starsi są izolowani od społeczeństwa (Pędzich, Jakubowska, Kunda, 1984).

W 1958 roku odbyła się konferencja naukowa na temat rozwoju człowieka (tabela 5) (Konferencja Naukowa, 1958).

Tabela 5. Tematyka konferencji naukowej „Dynamika rozwoju człowieka”

Nazwisko autora	Wystąpienie
Prof. dr Franciszek Groer	dynamika rozwoju dziecka zależy od 3 czynników: zjawisk biologicznych, które tworzą wewnętrzne środowisko ustrojowe, zjawisk środowiska zewnętrznego wpływających na osobowość biologiczną, obu tych czynników jako zespołu kształtującego osobowość, charakter i moralność indywidualną i społeczną
Prof. dr Stanisław Hiller	„czynniki wpływające na rozwój człowieka w okresie embrionalnym” - wewnątrzmaciczny rozwój człowieka przebiega zależnie od czynności i budowy błony śluzowej macicy. Zarodek stabilizuje zachwianie równowagi macicy przez wytworzenie błon płodowych i łożyska – chroni ono przed czynnikami szkodliwymi oraz służy wymianie materii między matką i dzieckiem. Nie można wobec tego, przeprowadzać bezpośrednio doświadczeń na ciężarnych kobietach, a wiadomości na temat rozwoju płodu dostarczały głównie badania nad płodami patologicznymi, badane były wady rozwojowe płodów i noworodków, zmiany wrodzone. Informacji dostarczały więc głównie badania na zwierzętach: - wewnętrzne czynniki wpływające na rozwój zarodka – mutacje jako dziedziczne zaburzenia rozwoju, schorzenia dziedziczne, np. niedokrwistość sierpowata, zaburzenia w wykształcaniu się cech płciowych, obojactwo, gruczoły dokrewne biorące udział w morfogenezie zarodka oraz jego zaburzenia hormonalne - czynniki pozazarodkowe – zaburzenia hormonalne matki wpływające na zarodek przez łożysko, alkohol, choroby zakaźne matki, np. różyczka
Prof. Napoleon Wolański	„Zjawiska ontogenezy człowieka w świetle antropologii” - dziecko jest miniaturą dorosłego (następuje tylko wzrastanie), kształtowanie się wymiarów ciała na przestrzeni lat: zwiększenie wysokości ciała, warunki higieny a wzrastanie, wpływ ruchu na wzrastanie
Dr med. Eugeniusz Łazowski, Dr med. Hanna Tomaszewska	Rozwój fizyczny dziecka w wieku przedszkolnym i szkolnym z okresem dojrzewania płciowego włącznie” - dokonano krytyki tradycyjnych metod oceny rozwoju fizycznego dzieci, np. tablice norm

„Celem nauki o człowieku przedstawianej w programie telewizyjnym nadawanym na początku lat 80. XX wieku, było poszerzenie wiedzy uczniów oraz ułatwianie rozumienia niektórych zagadnień. Każdy bowiem sam odpowiada za własne zdrowie, a pomaga mu w tym poznanie anatomii ciała ludzkiego. Programy, które emitowane były dla uczniów klas VIII poruszały temat budowy i funkcji ludzkiego organizmu (tabela 6) (Sołtysiak, 1981).

Tabela 6. Cykl programu telewizyjnego na temat ciała ludzkiego (lata 80. XX wieku)

„Pochodzenie człowieka” - ewolucja jako czynnik, który doprowadził do umieszczenia człowieka w obecnym miejscu w świecie istot żywych
„Ruch – istotny element życia”- dotyczył wad postawy, sprawności fizycznej, wypoczynku, uprawiania sportu
„Co to znaczy prawidłowo się odżywiać?” - sposób odżywiania Polaków, błędy dietetyczne
„Człowiek żyje dopóki oddycha”
„Tajemnica kropli krwi”
„Przemiana materii” - omówienie oparzeń i odmrożeń, pierwszej pomocy, pielęgnacji skóry
„Układ nerwowy i zdrowie psychiczne” - rola układu nerwowego w integracji narządów, nerwica szkolna, higiena pracy i psychiczna
„Hormony i zdrowie człowieka współczesnego” - postępy w medycynie, walka ze schorzeniami, profilaktyka chorób

Wyżej wspomniany program telewizyjny pozytywnie wpływał na rozwój uczniów, tym bardziej, że pod koniec lat 80. XX wieku coraz częściej obserwowano zjawisko akceleracji, polegające na międzypokoleniowym zwiększaniu szybkości rozwoju biologicznego i dojrzewania, czyli wcześniejszego niż do tej pory osiągnięcia kolejnych etapów rozwoju. Akceleracja jest widoczna głównie u dzieci w okresie dojrzewania. Niektóre parametry charakterystyczne dla danego wieku, zaczęły być coraz większe, np. większa masa ciała noworodków, zwiększenie wysokości ciała, wydłużenie kończyn, zwiększenie szerokości barków i klatki piersiowej, wcześniejsze pojawienie zębów mlecznych i stałych, wcześniejsze zakończenie kostnienia szkieletu, obniżenie wieku występowania chorób dziecięcych – odra, zapalenie przyusznic, wcześniejsze siadanie, stanie i lepsze wyniki sprawności fizycznej, zmiana kolejności wyrzynania się zębów stałych – wcześniej wyrzynały się pierwsze dolne trzonowe a później pierwsze siekacze, a teraz jest odwrotnie, obniżenie się wieku dojrzewania płciowego. Również wiek wystąpienia pierwszej miesiączki obniżył się o 3 lata. Wyniki badań w tym zakresie przedstawia tabela 7.

Tabela 7. Badania w zakresie rozwoju człowieka

K. C. Garrison	1955	dziewczynka dojrzewa seksualnie między 10 a 15 rokiem życia, średnio w wieku 12,6 lat. Tak samo jest w przypadku chłopców
J. Bogdanowicz	1948	w ciągu 97 lat o 54% wzrosła liczba dziewcząt, u których pierwsza miesiączka pojawiła się przed 13 rokiem życia. Spadła liczba dziewcząt, u których miesiączka pojawiała się bardzo późno. U chłopców znacznie wcześniej zaczęły występować polucje
Koziarowski		przesunięcie się w górę wieku menopauzy - do 55 lat w latach 70. W Starożytności następowało to około 40 roku życia. Opóźnia się też wiek pogorszenia sprawności fizycznej i zaburzeń wzroku

Powody akceleracji wynikają z czynników, które podzielono na dwie grupy:

- endogenne: przewaga genów determinujących wysoki wzrost; zwiększona różnorodność doboru rodziców ze względu na migracje ludności po całym świecie (zmniejszenie możliwości pokrewieństwa rodziców, większa różnorodność genetyczna, bardziej wartościowe genotypy potomstwa, bo jest większa możliwość rekombinacji genów), większa wrażliwość na korzystny wpływ środowiska, co prowadzi do pojawiania się lepszych cech morfologicznych

- egzogenne: polepszenie sytuacji materialnej, higienicznej; obniżenie ilości chorób zakaźnych wieku dziecięcego, lepsze żywienie; zwiększenie znaczenia sportu (Koziarowski, 1988).

Większość artykułów na temat badań genetycznych pojawiła się w 1988 roku. Znalazły się tu również konspekty lekcji z tego zakresu, ale one pochodzą dopiero z początku XXI wieku.

Embriologia zajmuje się rozwojem organizmów od zapłodnienia komórki jajowej do urodzenia się osobnika. Badania z tego zakresu obejmowały hodowlę in vitro jaj i wczesnych zarodków i ich przeszczepianie – dotyczyło to również wczesnych zarodków ludzkich. Wcześniej badania embriologii polegały na poznawaniu biologii jaj i plemników. Poznawano wymagania środowiskowe i zapotrzebowania zarodków różnych gatunków ssaków. Hodowane były in vitro jaja: królików, myszy, krów, owiec, świń, makaków – przed owulacją i zapłodnieniem, obserwacja mejotycznych podziałów w jajniku. Embriologia na tym etapie umiała: zapłodnić in vitro jajo myszy, królika, chomika, świnki morskiej, ludzi oraz hodować bruzdkujące zarodki aż do implantacji. Dzięki aparaturze można było obserwować proces zapłodnienia i rozwój zarodkowy. Badania dotyczyły też takich zagadnień jak: potencje rozwojowe blastomerów, chimery (połączone między sobą zarodki o przeciwnej płci genetycznej, czyli zarodki XX i XY – były one obiektem badań mechanizmu różnicowania płci, czyli powstawania gonad osobników interseksualnych zbudowanych z komórek różnie wyposażonych genetycznie), badania zarodków o różnej ploidalności, partenogeneza, aberracje chromosomowe, różnicowanie płci, gametogeneza, fizjologia zapłodnienia (Niemierko, 1975).

Biologia molekularna lat 80. XX wieku doprowadziła do zapłodnienia in vitro poza ustrojem matki, zaingerowała więc w rozwój embrionalny człowieka. Genetycy zapowiadali, że możliwe będzie leczenie niepłodności u kobiet. W latach 80. XX wieku, nastąpił ogromny rozwój genetyki – zaistniała możliwość manipulacji komórkami rozrodczymi i embrionami człowieka. Inżynieria genetyczna miała możliwość klonowania zarodków, a mówiło się też o klonowaniu człowieka, transplantacji genów i zarodków. Wydajność kontrolowania komórek jajowych zmniejsza się, gdy dawcą jądra diploidalnego komórek somatycznych są osobniki starsze. Im starsze komórki, tym ich jądra mają mniejszą zdolność do kierowania rozwojem nowej komórki jajowej. Tak jest również w przypadku człowieka. Sama manipulacja żeńską gametą jest trudna, bo jajo ma małe rozmiary i rozwija wewnątrz organizmu kobiety. Okazało się, że doświadczenia mikrochirurgiczne na zarodkach i komórkach jajowych ssaków są tak trudne, że bardzo rzadko się udawały. Dlatego też w tamtym czasie nie było mowy o klonowaniu człowieka, mimo że zamiana komórek jajowych ssaków udała się kilkakrotnie. Możliwe było jednak przeprowadzanie zapłodnienia komórki jajowej ssaków w próbówce. W nocy z 25 na 26 lipca 1978 roku urodziło się pierwsze „dziecko z próbówki”. Matka miała niedrożność jajowodów, w wyniku czego nie mogła zająć w ciążę w sposób naturalny. Komórka jajowa matki została zapłodniona w próbówce nasieniem ojca, a w postaci 64-komórkowego zarodka została wprowadzona do macicy. W 1984 roku urodziło się dziecko poczęte w próbówce, ale z zamrożonego kilka miesięcy wcześniej zarodka tuż po zapłodnieniu. Prof. Woods opracował metodę zamrażania zarodków po zapłodnieniu. Wszystkie komórki jajowe pobrane od kobiety, która była ich dawcą, były zapładniane. Jedną z nich wszczepiano do macicy kobiety, która była: matką, dawczynią jaja lub matką zastępczą. Pozostałe komórki były zamrażane na wypadek, gdyby pierwszy zabieg nie powiódł się i trzeba byłoby go powtórzyć. Od 1985 do 1988 roku rodziło się dziennie 1 dziecko, które zostało poczęte w próbówce (Kołątaj, Wojciechowska-Kołątaj, 1988).

Zapłodnienie in vitro stosowano w wielu ośrodkach medycznych w wielu państwach. W pierwszym roku stosowania tej metody urodziło się 3 dzieci, a po 3,5 roku ponad 100. Liczba udanych ciąż po zabiegu laparoskopii wynosiła 20%, czyli 1 na 5-6. 20% implantowanych ciąż z zapłodnienia in vitro kończyło się naturalnym poronieniem – była to jednak liczba nie odbiegająca od liczby poronień w przypadku ciąż poczętych naturalnie. Im więcej embrionów wprowadzimy do macicy, tym jest większa szansa na rozwinięcie się któregoś z nich – od 12% przy 1 embrionie

do 40% przy 3. Przeżywalność embrionów przy starszych metodach technicznych była niska, teraz embriony można było przechowywać nawet 100 lat. Wiele kobiet chciało skorzystać z zewnętrznego zapłodnienia, bo budowa ich narządów rozrodczych nie była do końca prawidłowa (Kołątaj, 1991).

W 2004 roku naukowcy z uniwersytetu w Newcastle prowadzili badania nad klonowaniem ludzkich zarodków. Do tej pory można było wykorzystywać embriony wykorzystywane w zabiegach zapłodnienia in vitro. Badacze natomiast dostali zgodę na tworzenie embrionów w celach badawczych. Zaplanowano wykorzystywanie komórek macierzystych, które dzieląc się, dają początek różnym rodzajom wyspecjalizowanych komórek - każdy z nas z takiej komórki się rozwinął. Dzięki podziałom powstawały w niej wszystkie komórki naszego ciała. Naukowcy w swoich badaniach chcieli wykorzystać właściwość różnicowania się komórek zarodkowych. Wykorzystywali zarodki mające najwyżej 14 dni. Zarodki takie uznano za przyszłość rozwoju medycyny, ale niekoniecznie muszą pochodzić z ludzkich zarodków. Nie są one jedyną nadzieją w tego typu badaniach, ale są cennym źródłem pozyskiwania komórek macierzystych. Większość materiałów w takich badaniach pochodziła od zwierząt, dorosłych ludzi i narodzonych dzieci – nie było więc ingerencji w sposób ich rozwoju (Adamsy, 2005).

Wpływ inżynierii genetycznej na walkę z chorobami zakaźnymi był widoczny w: profilaktyce, diagnostyce, terapii. Od lat 80. wiele ofiar pochłonął wirus HIV i AIDS. Dopiero po prawie 20 latach pokazała się szansa na opracowanie leku przynajmniej opóźniającego rozwój choroby. Choroby zakaźne – mimo, że w tak dużej mierze wyeliminowane dzięki rozwojowi medycyny - nadal były w czołówce tych, które zabijały najwięcej ludzi w porównaniu z innymi rodzajami chorób. Pracowano nad szczepionką zapobiegającą AIDS, ale - przynajmniej w tamtym czasie - uważano, że jedyną drogą profilaktyki będzie stosowanie atenuowanego wirusa HIV. Otrzymano cząstki wirusa HIV-1 pozbawionego aktywności 5 genów – pod koniec 1997 roku rozpoczęły się testy sprawdzające skuteczność szczepionki (Jagusztyn – Krynicka, 1999). Pojawiły się również metody umożliwiającej badanie funkcji genów ludzkich – tzw. genetyczny nokaut. Metoda ta pozwoliła na usunięcie z wszystkich komórek organizmu wybranego wcześniej genu. Stała się więc szansą na badania nad ludzkimi chorobami genetycznymi, np. chorobami płodności. Z uwagi na to, że usuwanie genów z ludzkich zarodków w celu ich obserwacji pod kątem skutków ich braku w postaci zaburzeń rozwojowych, jest niemoralne, używa się w tym celu myszy (Kubiak, 2002).

Wnioski

Z powyższej analizy artykułów publikowanych w „Biologii w Szkole” na przestrzeni ostatnich 70 lat wyraźnie widać, że istniały bardzo różne schematy naukowe i struktury wiedzy. Wiele z nich było niezgodnych z obecnym stanem wiedzy – zatem ich nieprawidłowości nie zapewniały właściwej nauki w szkole.

W czasopiśmie opublikowano stosunkowo dużo artykułów na temat nowych badań i poglądów o rozmnażaniu i rozwoju człowieka. W większości były to artykuły o charakterze informacyjnym – doniesienia z konferencji naukowych, relacje i sprawozdania z badań nad ludzkim rozwojem płodowym. Częściowo teksty zawierały własne opinie autorów na temat biologii człowieka i słuszności stosowania różnych metod badania, czy leczenia schorzeń.

Na lekcjach biologii uczniowie byli informowani o nowych faktach pojawiających się w toku rozwoju nauki. W związku z tym przedstawiane im były aktualnie panujące ustalenia naukowe. Nowo odkrywana wiedza na temat rozmnażania człowieka była więc popularyzowana zarówno w szkole, jak i na łamach czasopisma naukowo – dydaktycznego.

Można więc potwierdzić założoną przez autorkę hipotezę badawczą, że kierunek edukacji biologicznej oscylował w stronę pogłębiania zagadnień biologii człowieka z naciskiem na elementy biologii rozmnażania, rozwoju prenatalnego i diagnozę zagrożeń chorobami wenerycznymi.

Literatura:

- Adamsky A. & Z., (2005). *Joker w talii*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Fejginson N., (1951). *Nauka o żyćowości – nowe osiągnięcia biologii*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Gilowski J., (1969). *Rozmnażanie się roślin i zwierząt – lekcja w klasie VIII*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Jagusztyn-Krynicka E., (1999). *Inżynieria genetyczna w walce z chorobami infekcyjnymi*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Janczewska A., (1976). *Problem człowieka starego*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 1.
- Jastrzębska E., (1994). *Embriologia człowieka*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Kołątaj A., Wojciechowska - Kołątaj B., (1988). *Niektóre problemy biologiczne i etyczne zapłodnienia in vitro*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.
- Kołątaj A., (1986). *Co nowego przynosi fizjologia rozrodu?*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Kołątaj A., (1991). *Zapłodnienie zewnętrzne u ludzi – problemy i wrażliwości*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Konferencja Naukowa, (1958). *Zagadnienia dynamiki rozwoju człowieka*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 4.
- Koziarowski K., (1988). *Akceleracja rozwoju*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Kubiak J., (2002v). *Nagroda za genetyczny nokaut*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Kuszner H., (1951). *Obecny stan nauki miczurinowskiej o zapłodnieniu*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.
- Niemierko A., (1975). *Niektóre problemy i metody współczesnej embriologii doświadczalnej*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Oparin A. I., (1958). *Współczesny stan problemu pochodzenia życia*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Pędzich W., Jakubowska D., Kunda T. (1974). *Pielęgniarstwo geriatryczne*. PZWL, Warszawa.
- Potyrała K., (2011). *Kreatywny nauczyciel – wskazówki i rozwiązania. Biologia i przyroda*. (red. Potyrała). Wydawnictwo naukowe UP, Kraków.
- Potyrała K., Walosik A., (2008). *Osiągnięcia szkolne z biologii i ochrony środowiska w świetle badań na różnych poziomach kształcenia*. [w:] *Edukacja biologiczna i środowiskowa*, nr 1-2 (25-26).
- Sawiński J. P., (2009). *Zapach nowoczesności w edukacji biologicznej*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Sołtysiak A., (1981). *Nauka o człowieku w programach tv*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Sotowska - Brochocka J., (1998). *Regulacja cyklu owulacyjnego u samic ssaków*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Woinow M. A., (1949). *O strukturze kursu anatomii i fizjologii człowieka w szkole średniej*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Karolina Czerwiec

Zakład Edukacji, Komunikacji i Mediacji Przyrodniczej, IB
Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Zróźnicowanie wyobrażeń na temat struktury mikroświata u uczniów klasy I Liceum

Anna Stawiarska

Wstęp

Chemia to nauka badająca naturę i właściwości substancji, a zwłaszcza przemiany zachodzące pomiędzy nimi. Chemia jako przedmiot nauczania poszerza wiedzę, a także umiejętności intelektualne i manualne uczniów, ożywia ich zainteresowania. Uczniowie w trakcie kursu chemii powinni osiągnąć określone umiejętności intelektualne i praktyczne, przede wszystkim potrafić opisywać substancje i zjawiska, definiować i klasyfikować znane substancje chemiczne i ich przemiany, określać podstawowe zależności między właściwościami chemicznymi a budową pierwiastków i związków chemicznych, empirycznie i dedukcyjnie wnioskować ogólne prawa dotyczące mechanizmu przemian chemicznych i fazowych oraz umieć sprawdzać te prawa, planować i wykonywać doświadczenia oraz interpretować ich wyniki (Burewicz & Jagodziński, 2003).

Ta ogromna „złożoność” chemii może spotkać się u uczniów z trudnościami w zrozumieniu podstawowych pojęć chemicznych. Ponadto istnieją błędy w samym nauczaniu chemii w szkole. Jednym z nich jest nadmiar encyklopedyzmu, czyli podawania niezrozumiałych definicji i regułek, a później ich egzekwowanie. Grupa uczniów (dość spora, jak wykazują poniższe badania) potrafi bezbłędnie i ściśle napisać formułki, jednak bez ich rozumienia i zastosowania w konkretnych sytuacjach. Podobne wyniki uzyskał Pluciński (2007) z Uniwersytetu Gdańskiego wykazując ponadto, że pozostała grupa uczniów, która nie potrafi opanować pamięciowo abstrakcyjnych pojęć, kończąc edukację chemii zapamiętują jedynie, że chemii nie da się zrozumieć, a polega ona na uczeniu się niezrozumiałych definicji.

Kolejnym i poważnym błędem w nauczaniu chemii jest stosowanie w głównej mierze metody podającej przez nauczycieli. Jak wynika z badań uczniowie dzięki temu postrzegają ten przedmiot jako nudny, trudny i abstrakcyjny (Maciejowska, 2007). O efektywnym przekazie słownym można mówić wtedy, kiedy treść wypowiedzi jest zrozumiana zgodnie z intencjami nadawcy przekazu. Jednak każdy z nas ma świadomość, że na podstawie jednakowego przekazu słownego w umyśle odbiorców powstają różne zapisy, co bardzo często jest przyczyną błędnie zakodowanych wiadomości (wyniki poniższych badań dobrze to obrazują).

Dlatego na każdym etapie edukacji w nauczaniu chemii warto eksponować jej eksperymentalny charakter. Przeprowadzane na lekcji doświadczenia pełnią wiele różnych funkcji, kilka ważniejszych z nich to funkcja: ilustracyjna, badawcza, weryfikacyjna. Niejednokrotnie doświadczenia również motywują, a tym samym zachęcają uczniów do poznawania właściwości substancji oraz tajemnic budowy materii (Burewicz & Jagodziński, 2006).

Ponieważ elementów mikroświata nie możemy bezpośrednio zaobserwować nawet przy użyciu bardzo silnych mikroskopów optycznych, dlatego najlepszą formą obrazowania struktury mikroświata są modele dynamiczne. Można je stosunkowo łatwo tworzyć wykorzystując w tym celu odpowiednie programy komputerowe, którymi bez większego problemu mogą posługiwać się zarówno nauczyciele jak i uczniowie (im bardziej uczeń jest zaangażowany w rozwiązywanie problemu tym łatwiej przychodzi mu nauka) (Paško, 2005). Jak wykazały wstępne badania, szerokie wprowadzenie tych modeli ułatwia uczniom tworzenie prawidłowych wyobrażeń o strukturze materii (Bilek & wsp., 2007).

Wynikiem błędnych wyobrażeń dotyczących abstrakcyjnych pojęć mikroświata jest brak zrozumienia procesów chemicznych, które zachodzą w świecie realnym (Nodzyńska & Paško, 2005). Wielu autorów modeli przedstawianych w podręcznikach do chemii opierają się na

modelach, które są już nieaktualne. Przykładem jest przedstawianie Bohrowskiego modelu budowy atomu zamiast modelu opartego na mechanice kwantowej (Paško, 2005).

Przeprowadzone przez Komperda-Grochal i Paško (2003) badania wykazały (podobnie jak w poniższych badaniach), że stosowane dotychczas modele statyczne struktury materii a zwłaszcza modele przebiegu reakcji chemicznych nie spełniają swojej roli w pełni. Znaczna część uczniów posiada błędne wyobrażenie o strukturze materii a szczególnie o przebiegu procesów chemicznych na poziomie mikro.

Badania

Przedmiotem przeprowadzonych badań są wyobrażenia o mikroświecie powstałe w umysłach uczniów po trzyletnim, gimnazjalnym kursie chemii. Badania te miały zweryfikować następujące hipotezy badawcze:

I Wyobrażenia na temat struktury mikroświata są różnorodne u uczniów klas I Liceum,

II Sposób przekazywania wiedzy o mikroświecie wpływa na kształtowanie się wyobrażeń na ten temat w umysłach uczniów.

Celowość badań opierała się na stwierdzeniu czy, i w jakim stopniu wyobrażenia o strukturach mikroświata u uczniów I klas Liceum są różnorodne oraz czy wybór metod przekazywania wiedzy (słowny i/lub graficzny) o mikroświecie jest istotny i w jakiej mierze.

Opis przeprowadzonych badań

Badania przeprowadzono we wrześniu 2011 roku w I Liceum Ogólnokształcącym im. Marii Skłodowskiej – Curie w Starym Sączu. W badaniu wzięło udział 30 uczniów klasy pierwszej liceum.

W trakcie badań uczniowie liceum mieli do wykonania takie same zadania.

Kwestionariusz ankiety:

1. Które gimnazjum ukończyłeś/aś? (podaj miejscowość i nazwę Gimnazjum).
2. Odwołując się do wiedzy chemicznej nabytej w gimnazjum napisz, co rozumiesz pod pojęciem „mikroświat”?
3. Z czego składa się atom?
4. Narysuj, jak wyobrażasz sobie przestrzeń wokół jądra atomu azotu (N)?
5. Gdzie zdobyłeś wiedzę na temat budowy atomu: (zakreśl jedną z poniższych odpowiedzi)?
 - a) na lekcji
 - b) z podręcznika
 - c) w Internecie
6. Czym różni się atom od cząsteczki?
7. W jaki sposób powstają wiązania pomiędzy atomami?
8. Narysuj wzór strukturalny:
 - a) H_2 ,
 - b) HCl ,
 - c) NH_3
9. W jaki sposób powstają jony?
10. Co to jest wartościowość?
11. Czy we wszystkich substancjach występują takie same wiązania?

Opracowanie wyników badań

Z badań wynika, że „mikroświat” dla uczniów po trzyletnim kursie chemii jest wciąż mało zrozumiały.

W pierwszym zadaniu uczniowie mieli napisać które Gimnazjum ukończyli i gdzie. Spośród 30 badanych 17 ukończyło gimnazjum na wsi, a 13 w mieście. Każdy uczeń tej klasy uczęszczał do jednego z 11 gimnazjów (w: Barcicach, Piwnicznej – Zdrój, Przysietnicy, Starym Sączu, Gołkowicach, Nowym Sączu, Jazowsku, Łomnicy Zdrój, Brunarach, Kamienicy, Ochotnicy Dolnej), co nie jest bez znaczenia (okaże się w dalszej części opracowania wyników badania) dla ilości zróżnicowanych wyobrażeń uczniów na temat struktur mikroświata.

Tab. 1 Miejscowość w jakiej uczniowie kończyli gimnazjum


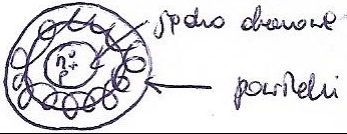

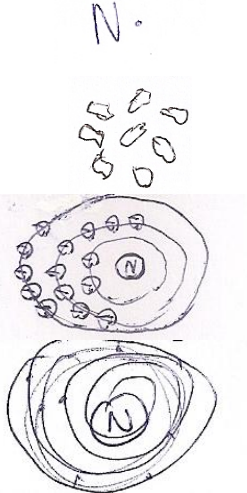
Miejscowość	Liczba uczniów
Barcice	3
Piwniczna – Zdrój	1
Przysietnica	3
Stary Sącz	9
Gołkowice	5
Nowy Sącz	2
Jazowsko	1
Łomnica Zdrój	1
Brunary	1
Kamienica	2
Ochotnica Dolna	2

W zadaniu drugim ankietowani pisali co rozumieją pod pojęciem „mikroświat”. Na 30 osób 12 w ogóle nie udzieliło odpowiedzi na to pytanie, zaś 18 podało niepełne definicje. Siedem osób pojmuje mikroświat jako zbiór mikrocząstek (atomów). Pozostali uczniowie (11) ograniczyli swoją odpowiedź do stwierdzenia, że jest to coś małego (małe cząsteczki), dlatego nie widać go gołym okiem, tylko za pomocą specjalnych narządów.

W kolejnym zadaniu uczniowie mieli się wykaazać znajomością budowy atomu. Pytanie brzmiało: „Z czego składa się atom?”. Spośród 30 osób 6 nie napisało żadnej odpowiedzi. Najwięcej odpowiedzi brzmiało: atom składa się z jądra atomowego, wewnątrz którego znajdują się protony i neutrony, oraz z powłok elektronowych, na których krążą elektrony (5 osób). Również 5 osób podało krótko, że atom składa się z cząsteczek, nie podając ich nazwy, za to następnich 5 uczniów napisało, że atom zbudowany jest protonów, neutronów i elektronów, bez wyróżnienia gdzie one się znajdują w atomie. Pojedyncze osoby odpowiadały, że atom składa się z kwarków (1 osoba), z protonów i neutronów, zapominając o elektronach (1 osoba), z jądra i powłok elektronowych (1 osoba), z jądra i elektronów (1 osoba), z jądra i krążących wokół niego cząsteczek (1 osoba). Z odpowiedzi jednego ucznia można wnioskować, że nastąpiło w jego umyśle jednoczesne wymieszanie i niezrozumienie dwóch pojęć: powłoka elektronowa i chmura elektronowa, na których jednocześnie krążą elektrony. Tylko 3 uczniów, co stanowi 10% całej klasy opisało poprawnie budowę atomu: składa się z jądra atomowego, w którym są protony i neutrony, oraz z krążących wokół niego elektronów, które tworzą chmurę elektronową. To zadanie ukazuje, że wśród 30 uczniów istnieje aż 10 różnych „wizji” na temat budowy atomu, cząstki elementarnej budującej cały otaczający Nas wszechświat.

W zadaniu czwartym uczniowie mieli narysować jak wyobrażają sobie przestrzeń wokół atomu azotu. To polecenie okazało się jednym z najtrudniejszych, ponieważ tylko jedna osoba stworzyła poprawny rysunek. Reszta uczniów obrazowała budowę jądra atomu azotu niż obszaru wokół niego. Uczniowie rysowali jądro atomowe (z zaznaczeniem protonów i neutronów, bez uwzględniania ich liczby) oraz znajdujące się wokół niego orbitale, na których krążą elektrony (8 osób narysowało puste orbitale). Elektrony przedstawiano jako puste, bądź zamalowane kółka lub kółka z wpisanym w środku znakiem „minus”. Cztery rysunki były zupełnie błędne. Aż 9 arkuszy z tym pytaniem było pustych.

Tab. 2 Odpowiedzi udzielone na pytanie 4

Odpowiedzi uczniów	Liczba udzielonych odpowiedzi
	1
	8
	8
	4
Brak odpowiedzi	9
Razem uczniów	30

Piąte zadanie miało charakter zamknięty i wymagało od ucznia wyboru jednej z podanych odpowiedzi dotyczących sposobu zdobycia wiedzy na temat budowy atomu. Dwudziestu czterech uczniów odpowiedziało, że to dzięki lekcjom chemii zawdzięcza swój poziom wiedzy o strukturze atomu, pięciu dzięki informacjom zawartym w podręczniku. Tylko jeden uczeń napisał, że to dzięki wiadomościom umieszczonym w Internecie dowiedzieli się o budowie atomu.

Tab. 3 Odpowiedzi udzielone na pytanie 5

Odpowiedzi uczniów	Liczba odpowiedzi udzielonych przez uczniów
Na lekcji	24
Z podręcznika	5
Z internetu	1

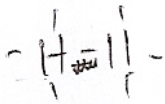
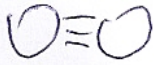

W zadaniu szóstym należało napisać czym różni się atom od cząsteczki. Ponownie aż 9 ankietowanych nie udzieliło żadnej odpowiedzi. Najczęściej udzielana odpowiedź (10 uczniów) brzmiała: cząsteczka to min. 2 atomy ze sobą związane. Zdziwiający jest fakt, że aż 5 osób napisało: atom jest większy od cząsteczki (!). Podobnie dwie osoby udzieliły błędnych odpowiedzi pisząc, że atom jest zbudowany z cząsteczek. Tylko czterech uczniów spośród całej klasy potrafiło napisać istotne różnice między atomem a cząsteczką, podając m.in., że atom to podstawowa jednostka materii, a cząsteczka może składać się z kilku jednakowych atomów (2 osoby), oraz że atom jest niepodzielny, a cząsteczka jest podzielna (2 osoby).

Kolejne zadanie, siódme wymagało od uczniów napisania w jaki sposób powstają wiązania między atomami. To polecenie okazało się bardzo trudne, bo aż 20 ankietowanych nie udzieliło żadnej odpowiedzi. Prawdopodobnie jeden z uczniów przypomniał sobie graficzną prezentację wiązania z podręcznika i napisał, że wiązania między atomami powstają za pomocą „sznurów, czasami za pomocą knedli”. U dwóch osób wiedza o powstawaniu wiązań chemicznych ograniczała się do faktu, że powstają one podczas reakcji chemicznych, a u 4 osób, że podczas łączenia się atomów. Tylko 3 uczniów (10% klasy) wiedziało, że wiązania pomiędzy atomami powstają poprzez uwspólnienie bądź przesunięcie w stronę bardziej elektrodjemnego pierwiastka elektronów walencyjnych.


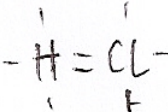
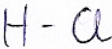
W zadaniu ósmym uczniowie rysowali wzory strukturalne związków chemicznych. Na 30 arkuszy tylko 2 były bez odpowiedzi na to pytanie.

Najlepiej wypadł podpunkt „a)” tego zadania, gdyż 26 uczniów narysowało wzór strukturalny cząsteczki wodoru za pomocą elektronowego wzoru kreskowego. Dwa rysunki były błędne. Jeden z uczniów „potraktował” atomy wodoru jako szkielet łańcucha węglowego. Drugi uczeń zastąpił 2 symbole wodoru 2 symbolami tlenu powiązanymi potrójnym wiązaniem (wzór kreskowy).

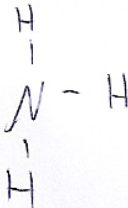
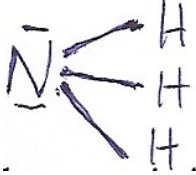
Tab. 4 Odpowiedzi udzielone na pytanie 8a

Odpowiedzi uczniów	Liczba odpowiedzi udzielonych przez uczniów
	1
	1
	26
Brak odpowiedzi	2

Tab. 5 Odpowiedzi udzielone na pytanie 8b

Odpowiedzi uczniów	Liczba odpowiedzi udzielonych przez uczniów
	2
	3
	23
Brak odpowiedzi	2

Tab. 8 Odpowiedzi udzielone na pytanie 8c

Odpowiedzi uczniów	Liczba odpowiedzi udzielonych przez uczniów
	26
	2
Brak odpowiedzi	2

Odpowiedzi na podpunkty „b)” i „c)” tego samego zadania okazały się porównywalnie tak samo bardzo słabo, ponieważ uczniowie rysowali elektronowe wzory kreskowe, ale bez zaznaczenia polaryzacji wiązania między atomami o różnej elektroujemności (ani jedna osoba). Dwóch uczniów oprócz elektronów tworzących wiązanie, zaznaczali także pozostałe. Trzech uczniów narysowało rysunki, na których atom wodoru i atom chloru połączone były podwójnym wiązaniem (wzór kreskowy).

Zadanie dziewiąte wymagało od ucznia wiedzy na temat powstawania jonów. Polecenie ponownie sprawiło trudność uczniom, ponieważ aż 14 osób (prawie połowa) nie udzieliło żadnej odpowiedzi. Tylko jedną odpowiedź (!) można uznać za w pełni prawidłową, gdzie uczeń napisał, że jony powstają w wyniku przyłączenia lub oddania elektronów walencyjnych. 5 uczniów nie sprecyzowało swojej odpowiedzi, pisząc, że jony powstają podczas przyłączenia lub oddawania elektronów (elektronów walencyjnych). Czterech uczniów napisało, że dysocjacja towarzyszy powstawaniu jonów. Sześć osób ma błędne wyobrażenia na temat powstawania jonów. Jedna z nich napisała, że jony powstają poprzez rozpad elektronów (!?).

„Co to jest wartościowość?” – tak brzmiało pytanie 10. Większość odpowiedzi błędnych (5) była napisana językiem potocznym i nie odnosiła się do mikroświata, pisali np. wartościowość to wartość produktu, to jakaś liczba lub to liczba atomowa, która znajduje się w pierwiastku. Tylko 10 uczniów napisało, że wartościowość to liczba elektronów, jakie może oddać lub przyjąć atom pierwiastka wchodząc w dane połączenie chemiczne. Po raz kolejny połowa klasy nie udzieliła żadnej odpowiedzi.

W poleceniu 11 ankietowani krótko odpowiadali, czy we wszystkich substancjach występują takie same wiązania. Pięć osób nie napisało niczego. Odpowiedz pozostałych 25 uczniów była zgodna i pisali, że wiązania w różnych związkach chemicznych nie są takie same. Jedna z osób nawet wymieniła rodzaje wiązań: atomowe, atomowe spolaryzowane i jonowe. Zatem skąd biorą się tak duże rozbieżności w odpowiedziach uczniów, gdy we wcześniejszym zadaniu ani jeden uczeń nie zaznaczył polaryzacji wiązania ani w cząsteczce HCl, ani NH₃. Najwyraźniej uczniowie nie rozumieją mechanizmu powstawania różnych rodzajów wiązań chemicznych.

Tab. 9 Odpowiedzi udzielone na pytanie 11

Odpowiedzi uczniów	Liczba odpowiedzi udzielonych przez uczniów
TAK	0
NIE	25
Brak odpowiedzi	5

Wnioski

Podsumowując całe badania, liczba różnorodnych (poprawnych i niepoprawnych) odpowiedzi na prawie wszystkie wymienione pytania jest duża. Przeprowadzone badania potwierdzają postawioną hipotezę badawczą: wyobrażenia na temat struktury mikroświata są różnorodne u uczniów klas I Liceum. Jak widać z załączonego wyżej zestawienia wykonanego w programie Statistica, prawie w każdym zadaniu są udzielone co najmniej 3 różne odpowiedzi. Okazuje się, że większość uczniów gimnazjalnych budowę mikroświata poznaje po raz pierwszy na lekcjach chemii podczas wykładu nauczyciela. Podawanie w sposób słowny informacji, które dla uczniów (jak wynika z badań) są abstrakcyjne powoduje, że w ich umyśle powstają różne zapisy, co jest przyczyną błędnie zakodowanych wiadomości. Ponadto takie wiadomości uczniowie często zapamiętują jako następujące po sobie wyrazy, które później biernie odtwarzają, nie rozumiejąc ich. Przekaz graficzny niemniej jak przekaz słowny pełni znaczącą rolę w tworzeniu błędnych wyobrażeń o świecie mikro. Aktualne podręczniki szkolne zawierają kolorowe rysunki, modele, schematy, które przestają pełnić funkcję dydaktyczną, a stają się niepotrzebnymi „ozdobnikami”. Ponadto wielu autorów podręcznikowych modeli czy schematów stosuje zbyt duże uproszczenia, tworząc na poziomie obecnej wiedzy chemicznej błędy merytoryczne. Druga postawiona w tym badaniu hipoteza badawcza została potwierdzona, a mianowicie: sposób przekazywania informacji o mikroświecie jest bardzo istotny i wpływa na kształtowanie się wyobrażeń na ten temat w umysłach uczniów. Nasuwa się zatem wniosek, że należy szukać takiego sposobu przekazu wiadomości o procesach na poziomie mikroświata, który pozwoli przeciętnemu uczniowi je zrozumieć poprzez kształtowanie w umyśle prawidłowych wyobrażeń na ten temat, a także niejednokrotnie zastąpić poglądy nawiązujące do tych, które były na przełomie XIX i XX w.

Litaretura:

- Bilek M., Nodzyńska M., Paško J.R., Kmeťová, a kol. (2007): *Vliv dynamických počítačových modelů na porozumění procesu z oblasti mikrosvětla u žáků zemi visehradského trojúhelníku*, Hradec Králové, Gaudeamus
- Burewicz A., Jagodziński P. (2003) *Ćwiczenia laboratoryjne z dydaktyki chemii. Eksperyment w liceum*, ZDCH UAM, Poznań
- Burewicz A., Jagodziński P. (2006): *Praktyczne zastosowanie teorii w dydaktyce chemii* ZDCH UAM, Poznań
- Komperda-Grochal M., Paško J.R. (2003): *Wyobrazenie o jonach i atomach wśród uczniów i studentów*, (w:) *Różne oblicza chemii u progu XXI wieku*, Kraków, PRO CHEMIA
- Maciejowska I. (2007): *Kształtowanie pozytywnego wizerunku chemii w Polsce, wybranych krajach Europy oraz USA*, (w:) *Zrozumieć chemię*, Gdańsk
- Paško J.R. (2005): *Wizualizacja procesów chemicznych*, (w:) *Modelování ve výuce chemie*, Gaudeamus, Hradec Králové 2005
- Paško J.R., Nodzyńska M. (2005): *Rola programu Macromedia Flash w diagnozowaniu wyobrazeń studentów o strukturze materii*, (w:) *Komputer w edukacji*, Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków

Anna Stawiarska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Spis Treści

Wstęp	
Jan Rajmund Paško	5
Błędy popełniane przez autorów podręczników i nauczycieli w procesie kształcenia chemicznego	
Jan Rajmund Paško	7
Unconventional resources for identification of pupils knowledge	
Miroslav Prokša	19
Sú chyby v prírodných vedách a v prírodovednom vzdelávaní prípustné?	
Ľubomír Held	26
Błędne i poprawne wyobrażenia uczniów na temat wiązań chemicznych w świetle badań	
Anna Świerz, Jan Rajmund Paško	31
Wybrane problemy chemiczne: dydaktyczne i merytoryczne na różnych poziomach kształcenia	
Małgorzata Krzeczowska, Ewa Odrowąż	45
Mistakes committed in the technicians of the laboratory work while experimenting	
Piotr Jagodziński, Robert Wolski	50
Nomenklatura związków nieorganicznych - błędy studentów kierunków medycznych i technicznych popełniane przy tworzeniu nazw i wzorów	
Natalia Regulska	54
Analiza zadań maturalnych (2005-2009) dotyczących treści z inżynierii genetycznej i biotechnologii	
Katarzyna Socha	58
Błędy popełniane przez studentów kierunku biologia Uniwersytetu Pedagogicznego w rysowaniu wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu w świetle wyników badań własnych i analizy literatury	
Paulina Zimak	68
Badanie umiejętności określania rodzaju wiązań w związkach chemicznych przez uczniów III klas gimnazjalnych	
Katarzyna Kaczmarek, Jan Rajmund Paško	79
I nauczycielom zdarzają się błędy...	
Marta Kopańska-Kogut	91
Edukacja w zakresie rozmnażania człowieka wobec rozwoju nauki i postępu badań	
Karolina Czerwiec	96
Zróżnicowanie wyobrażeń na temat struktury mikroświata u uczniów klasy I Liceum	
Anna Stawiarska	107

