

REALIZACJA ZAGADNIENIA MODELOWEGO PRZEDSTAWIANIA RÓWNAŃ REAKCJI CHEMICZNYCH PRZY POMOCY RYSUNKU STATYCZNEGO I ANIMACJI MODELOWEJ W EDUKACJI UCZNIĄ Z TRUDNOŚCIAMI W NAUCE

Wioleta Kopek-Putala

Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové Česká republika

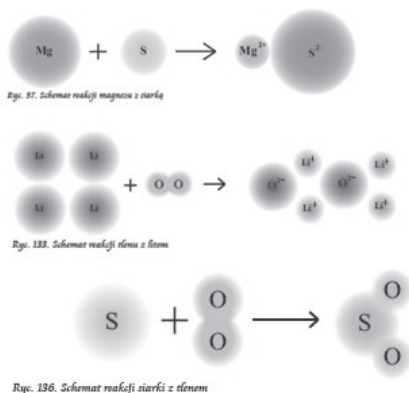
kopek.putala@gmail.com

Wstęp

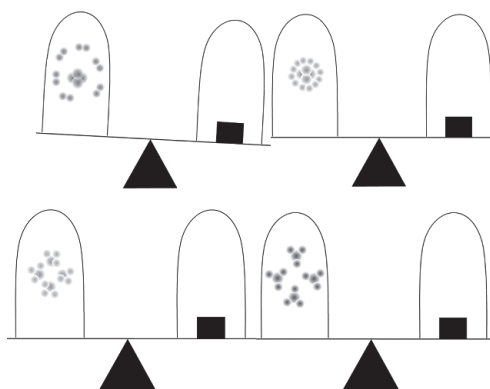
Chemia, jako przedmiot szkolny, funkcjonuje w obrębie trzech światów: makroświata i mikroświata oraz symboli (Johnstone, 1991). Z uwagi na swoją specyfikę obcowania na poziomie świata obserwowalnego „gołym okiem” i świata nieobserwowalnego czyli świata atomów cząsteczek czy jonów - wymaga ogromnej dbałości o właściwy kod i kanał przekazu informacji. Dużą trudność leży tutaj po stronie właściwego opisywania, wyjaśniania przez nauczyciela wiedzy chemicznej. Nie mniejszym problemem jest też właściwy odbiór i rozumienie przekazywanych przez nauczyciela informacji szczególnie przez uczniów, ze zdiagnozowanymi przez poradnię pedagogiczno-psychologiczną, trudnościami w nauce. Słowne opisywanie mikroświata doczekało się jednak wsparcia ze strony obrazowania i wizualizacji, o której pisali polscy i zagraniczni autorzy (Bilek et. al., 2003, 2007a,b,c; Ben-Zvi et. al., 1987; Doulik, Skoda, 2003; Held, Pupala, 1995; Kmeťová, 2004, Nodzyńska, 2012).

Obrazowanie (modelowanie) treści chemicznych stanowi łącznik pomiędzy teorią naukową a rzeczywistością, w tym rzeczywistością odbieraną przez ucznia. Model (z łac. *modulus* - miara, wzór) jest materialnym lub symbolicznym odwzorowaniem oryginału ukazującym jego istotne cechy (Szeromski, 1982; Janiuk, 1982, 2005; Mareš, 1995; Paško, et al. 2007). Modele mogą spełniać różne funkcje. Oprócz informacyjnej, mogą pomagać w objaśnianiu abstrakcyjnych poziomów wiedzy chemicznej na konkretnym przykładzie (demonstracyjne). Modelując przebieg równań reakcji chemicznych dotyczących budowy mikroświata jesteśmy w stanie przybliżyć uczniom (szczególnie posiadającym trudności w nauce) sposób, w jaki reagują ze sobą atomy, cząsteczki lub jony pierwiastków i związków chemicznych, pokazując ściśle określoną (niepodlegającą bezpośredniej obserwacji) strukturę substancji. Jednym ze sposobów klasyfikacji modeli jest podział na:

- modele statyczne (np. w formie rysunku, obrazu - rysunek 1),
- modele dynamiczne (np. w formie filmu, animacji - rysunek 2 lub symulacji - rysunki 3 i 4).

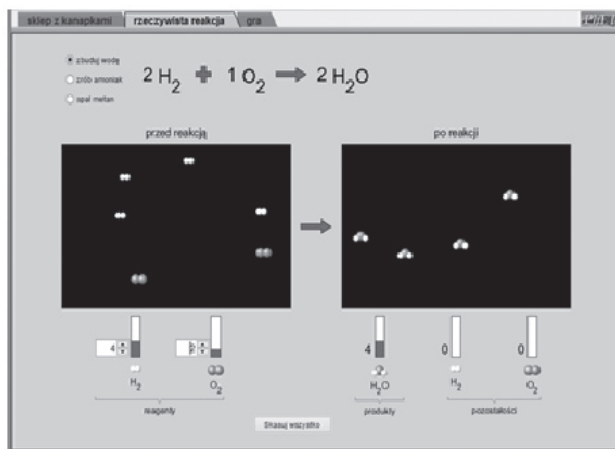


Rysunek 1. Przykładowe rysunki statyczne wykorzystywane na zajęciach (Paśko, Nodzyńska, 2009)



Rysunek 2. Przykładowe obrazy z animacji komputerowej - prawo zachowania masy (<https://www.youtube.com/watch?v=N18jwvo7Gj0>)

Rysunek 3. Startowy ekran symulacji - *Reagenty produkty i pozostałości* z przygotowanej wzorcowej kanapki (Kopek-Putała, Nodzyńska, 2015; Kopek-Putała, 2015) (<http://phet.colorado.edu/>)



Rysunek 4. Końcowy ekran symulacji *Reagenty produkty i pozostałości*- uzgodnione równanie reakcji chemicznej¹, rozwiązane w oparciu o wcześniejsze zadania z kanapkami (Kopek-Putała, Nodzyńska, 2015; Kopek-Putała, 2015)

Geneza badań powstała w oparciu o chęć zgłębienia wiedzy na temat:

- W jaki sposób uczeń posiadający zdiagnozowane trudności w nauce zdobywa wiedzę z chemii?
- Czy, a jeśli tak, to w jakim stopniu, sposoby nauczania-uczenia się wpływają na wyniki kształcenia ucznia z trudnościami w nauce, na przykładzie przedmiotu chemia?
- Jakie sposoby pracy na zajęciach z chemii należy stosować, aby ułatwić uczenie się uczniowi posiadającemu trudności w nauce?

Przed przystąpieniem do badań postawiono ogólne pytanie: Który sposób pracy na zajęciach z chemii jest skuteczniejszy w przypadku ucznia ze zdiagnozowanymi trudnościami w nauce: tradycyjny, czy praca z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi, w tym technologii informacyjno-komunikacyjnej (zwanej dalej TIK)? Szczegółowe pytanie badawcze na tym etapie badań brzmiało: Która technika: obrazowanie rysunkami statycznymi czy animacjami modelowymi jest bardziej właściwa w kształceniu ucznia z trudnościami w nauce?

Metodologia badań

W latach 2012-2015 przeprowadzono kompleksowe badania dotyczące pracy z uczniem posiadającym trudności w nauce. Badania prowadzono metodą studium przypadku. Za obiekt badań obrano ucznia, który od wczesnych klas szkoły podstawowej znajdował się pod opieką Poradni Psychologiczno-Pedagogicznej (PPP). Uczeń był wielokrotnie diagnozowany i posiada opinie z PPP wskazujące na uogólnione trudności w nauce, trudności z koncentracją, zaburzenia procesów pamięci, uwagi i kojarzenia oraz osłabienie efektywności pamięciowego uczenia się.

¹ W widocznym rzucie ekranu zapisana jest cyfra 1 przed wzorem cząsteczki tlenu. Taki zapis nie jest poprawny, jednak podczas tłumaczenia uczniom, w jaki sposób uzgadnia się równanie reakcji chemicznej, wpisanie 1 można uznać za dopuszczalne, a nawet konieczne z punktu widzenia percepcyjnych możliwości ucznia. Tłumacząc uczniom ten problem na tradycyjnej tablicy, nauczyciel następnie wymazuje tę liczbę, w programie komputerowym niestety nie jest to możliwe.

Opis zajęć

Zagadnieniem realizowanym w oparciu o różne sposoby pracy było równanie reakcji chemicznej. Blok badawczy obejmował 7 zajęć, podczas których realizowane było ww. zagadnienie oraz 2 zajęcia, na których była przeprowadzana kontrolna wiedzy i umiejętności ucznia (tabela 1). Wybrane zagadnienie jest istotne w nauczaniu chemii, generuje liczne trudności z uwagi m. in. na:

- dużą liczbę kroków (46-53 i więcej) niezbędnych do napisania i uzgodnienia stron równania reakcji chemicznych, o czym pisali m.in. Haduch i Paśko (1999), Cieśla i Paśko (2006), Paśko (2009),
- brak świadomości wśród uczniów na temat koniecznej wiedzy niezbędnej do napisania i uzgodnienia równania reakcji chemicznej, opisywane przez m. in. Nodzyńską i Paśko (2008, 2010).

Układając plan badania, sposoby pracy podzielono na dwie grupy, nazywane „tradycyjna” i „nowoczesna (w tym TIK)” (tabela 1). W grupach przeciwstawiano różne sposoby pracy, poszukiwano optymalnego sposobu omawiania i przyswojenia zagadnienia dla badanego ucznia, z uwagi na osiągnięte: wyniki, postawy, emocje oraz preferencje ucznia. Wszystkie zajęcia były prowadzone przez tego samego nauczyciela w oparciu o wcześniej przygotowane konspekty zajęć i pomoce dydaktyczne.

W celu sprawdzenia, które techniki nauczania dają lepsze wyniki porównywano wyniki testów wykonanych przed rozpoczęciem interwencji tzw. pre-testów z osiągnięciami w całościowym teście po interwencji tzw. post-teście oraz w testach (post-testy) z poszczególnych rodzajów zajęć. W celu poznania postaw, emocji i preferencji ucznia, po każdym etapie zajęć (zajęcia tradycyjne i nowoczesne) poproszono o opinie w postaci zmodyfikowanej, 4 stopniowej skali Likerta, usuwając z tradycyjnego pięciostopniowego podejścia opinię neutralną. Poszczególne punkty na skali opisano następująco: 1 - nieciekawe, 2 - mało ciekawe, 3 - ciekawe, 4 - bardzo ciekawe. Na zakończenie całego bloku zajęć poproszono badanego ucznia o ocenienie w skali ocen szkolnych (1-6), jak bardzo każde z przeprowadzonych zajęć były ciekawe.

W niniejszym artykule omówiono fragment wyników badań odbioru przez ucznia posiadającego trudności w nauce wiedzy chemicznej dotyczącej równań reakcji chemicznych. Realizowane zagadnienie omawiano na dwóch rodzajach zajęć: z wykorzystaniem rysunków statycznych (zaliczanych do tradycyjnego sposobu pracy, zajęcia nr. 4, tabela 1, rysunek 1) oraz z wykorzystaniem modelowych animacji komputerowych (zaliczanych do nowoczesnego sposobu pracy, zajęcia nr. 5, tabela 1, rysunek 2). Dodatkowo omówiono postawę ucznia, jego emocje i preferencje odnośnie sposobu nauki.

Każde z zajęć realizujących omawiany materiał przeprowadzono według następującego scenariusza:

- a) czynności wprowadzające: min. przypomnienie celu zajęć (z uwagi na dysfunkcje ucznia),
- b) poddanie ucznia pre-testowi²,
- c) właściwa część zajęć, w której w wybrany sposób („tradycyjny” lub „nowoczesny”) realizowano poszczególne treści z zakresu zagadnienia równanie reakcji chemicznej,

² Zadaniem pre-testu było zdiagnozowanie przyswojonej w klasowym toku kształcenia wiedzy.

- d) poddanie ucznia post-testowi³,
 e) samoocena, w której uczeń wyrażał swoje zdanie na temat poszczególnych zajęć. (Kopek-Putała, 2014).
 f) komentarz nauczyciela: korygujący ewentualne nieścisłości lub pytania.

Po przeprowadzeniu całego cyklu 7 zajęć z pierwszego bloku, na kolejnych zajęciach poddano ucznia powtórnie zbiorczemu testowi dotyczącemu treści z wszystkich poprzednich zajęć, a następnie po około 2 miesiącach od rozpoczęcia zajęć testowi dystansującemu. Wyniki tych testów posłużą do oceny skuteczności podjętych rozwiązań dydaktycznych w perspektywie trwałości wiedzy w czasie (Kopek-Putała, 2015).

Tabela 1. Schemat obrazujący pierwszy blok badań⁴

I BLOK BADAŃ RÓWNANIA REAKCJI CHEMICZNYCH			
ZAJĘCIA TRADYCYJNE		ZAJĘCIA NOWOCZESNE	
Kolejność zajęć	Sposób pracy i materiał realizowany na zajęciach	Kolejność zajęć	Sposób pracy i materiał realizowany na zajęciach
1	Praca z tekstem opisowym	2	Równania i równowagi – z wykorzystaniem komputera
		3	Równania reakcji chemicznych (reagenty, produkty i pozostałości) – z wykorzystaniem tablicy interaktywnej
4	Praca z rysunkami statycznymi	5	Praca z modelowymi animacjami komputerowymi
6	Słowo mówione przez nauczyciela	7	Program komputerowy do nauki pisania równań reakcji chemicznych
8	Ewaluacja – post-test na zakończenie pierwszego bloku zajęć		
9	Ewaluacja – post-test dystansujący		

Zarówno zajęcia tradycyjne jak i nowoczesne prowadził ten sam nauczyciel, deklarujący brak preferencji co do stosowanych narzędzi.

Z tabeli 1 wynika, że zajęcia nowoczesne odbywały się po zajęciach tradycyjnych. Stawia to pod znakiem zapytania sens stosowania post-testu dystansującego. Jednakże, prezentowane w tym opracowaniu wyniki są jedynie fragmentem większych badań i w perspektywie całych badań post-test dystansujący jest niezbędny, ponieważ w dalszej części badań (2 blok) zaczynano badania od prowadzenia zajęć nowoczesnych. Dodatkowo, jedną ze wskazanych przez PPP trudności ucznia jest „brak trwałości wiedzy”. Uczeń ten bardzo szybko zapomina to, czego nauczył się na lekcji poprzedniej.

³ Zadaniem post-testu było zdiagnozowanie, w jakim stopniu uczeń był w stanie przyswoić tak prezentowane treści. Pytania używane w post-teście były analogiczne do tych z pre-testu, a ucznia poproszono by rozwiązywał zadania i/lub odpowiadał na pytania, w oparciu o wiadomości i umiejętności zdobyte na poszczególnych zajęciach.

⁴ Schemat nie ukazuje umiejscowienia pre-testu i post-testu do poszczególnych zajęć, jedynie ogólne sposoby pracy realizowane na zajęciach tradycyjnych lub nowoczesnych.

Zastosowanym narzędziem badawczym był kwestionariusz ankiety, który zawierał:

- 4 pytania dotyczące wiedzy o zróżnicowanej strukturze: pytania otwarte i zamknięte jednokrotnego wyboru (niektóre z nich były uzupełnione rysunkami),
- 6 pytań dotyczących postawy ucznia o zróżnicowanej strukturze: pytania otwarte i zamknięte jednokrotnego wyboru,
- 3 pytania zamknięte dotyczące wyrażania odczuć i emocji.

Kwestionariusz po zajęciach nowoczesnych zawierał dodatkowo 2 - 3 pytania zamknięte, jednokrotnego wyboru, o ocenę preferencji ucznia na temat zajęć tradycyjnych i nowoczesnych. Dodatkowo podczas badań prowadzono arkusz obserwacji funkcjonowania ucznia.

Wyniki

W tabelach 2a i 2b przedstawiono wyniki uzyskane przez ucznia w poszczególnych zadaniach. Podczas oceny zastosowano następujący schemat punktowania odpowiedzi ucznia: 0 - odpowiedź błędna lub brak odpowiedzi, 1 - odpowiedź poprawna, ½ - odpowiedź częściowo poprawna.

Tabela 2a. Wiedza ucznia po do zajęciach z wykorzystaniem rysunków statycznych

Pytania do zajęć z wykorzystaniem rysunków statycznych		
PYTANIE	ODPOWIEDŹ PRE-TEST	ODPOWIEDŹ POST-TEST
1. Czym się różnią substraty od produktów?	½	½
2. Odpowiedź na pytania dotyczące substratów i produktów wpisując TAK lub NIE. A) Czy substraty posiadają taką samą wielkość w stosunku do produktów? B) Czy ilość poszczególnych atomów, cząsteczek lub jonów w substratach jest dokładnie taka sama jak ilość tych molekuł w produktach?	A) 0 B) 0	A) 1 B) 0
3. Co się dzieje z wiązaniami chemicznymi podczas przebiegu reakcji chemicznej?	0	½
4. Napisz, ile jest cząsteczek lub jonów po prawej stronie równania reakcji, a ile atomów lub cząsteczek po lewej stronie na podstawie przedstawionego: - na rysunku A równania reakcji chemicznej. - na rysunku B równania reakcji chemicznej.	A) 0 B) ½ ⁵	A) ½ B) ½
SUMA	1	3

⁵ Formalnie odpowiedź na pytanie 4B w obu przypadkach oceniono jako odpowiedź niepełną na ½ punktu. Jednak szczegółowa analiza odpowiedzi ucznia pozwala zauważyć istotne różnice, ukazujące przyrost wiedzy: w pre-teście uczeń pisze błędnie o '8 cząsteczkach magnezu', a w post-teście poprawnie o '8 atomach cynku', w pre-teście traktuje siarczek magnezu jako jeden całościowy jon, w post-teście zapisuje ten związek jako osobne jony siarki i cynku.

Tabela 2b. Wiedza ucznia po do zajęciach z wykorzystaniem animacji

Pytania do zajęć z wykorzystaniem animacji modelowych		
PYTANIE	ODPOWIEDŹ PRE-TEST	ODPOWIEDŹ POST-TEST
1. Czym się różnią substraty od produktów?	½	1
2. Na podanych równaniach reakcji chemicznych podkreśl linią niebieską substraty a zieloną produkty. Przykład A Przykład B	A) 1 B) 0	A) 1 B) 0
	Uczeń nie jest w stanie zrobić dwóch przykładów mając jedno wspólne polecenie, zapomina o przykładzie B	
3. Co się dzieje z wiązaniami chemicznymi podczas przebiegu reakcji chemicznej?	0	1
4. Na podstawie odpowiednich równań reakcji chemicznych z pytania numer 2 odpowiedź na pytania: A) Ile jest cząsteczek po lewej stronie równania reakcji a ile atomów i cząsteczek po prawej stronie równania? (na podstawie równania A) B) Ile jest atomów po lewej stronie równania a ile cząsteczek po prawej? (na podstawie równania B)	A) 0 B) 1	A) 1 B) 1
SUMA	2,5	5

W tabeli 3, przedstawiono odpowiedzi ucznia dotyczące jego odczuć i prezentowanej postawy.

Tabela 3. Postawy ucznia

PYTANIE	ODPOWIEDŹ ZAJĘCIA TRADYCYJNE	ODPOWIEDŹ ZAJĘCIA NOWOCZESNE
1. W tych zajęciach najbardziej podobało mi się:	Sposób w jaki prowadziliśmy lekcję	Praca z testami i z komputerem
2. W tych zajęciach najmniej podobało mi się:	Ankiety do wypełnienia	Ankiety do wypełnienia
3. Najlepiej zapamiętałem:	Substarty, produkty i równania chemiczne	Równanie reakcji chemicznej
4. Najgorzej zapamiętałem:	Jony, atomy	Wszystko zapamiętałem
5. Czy taki sposób nauki jest dla Ciebie ciekawy: TAK, NIE MAM ZDANIA, NIE?	TAK	TAK
6. Swoją wiedzę po lekcji oceniam na ocenę: 5, 4+, 4, 3+, 3, 2+, 2, 1+, 1.	4	3+

W tabeli 4 przedstawiono odpowiedzi ucznia na temat wyrażanych odczuć i emocji dotyczących prowadzonych zajęć.

Tabela 4. Emocje ucznia

PYTANIE	ODPOWIEDŹ ZAJĘCIA TRADYCYJNE	ODPOWIEDŹ ZAJĘCIA NOWOCZESNE
1. Ogólnie lekcję oceniam: 😊😊😊	😊	😊
2. Swoje samopoczucie przed lekcją oceniam: 😊😊😊	😊	😊
3. Swoje samopoczucie po lekcji oceniam: 😊😊😊	😊	😊

W tabeli 5. przedstawiono odpowiedzi na temat preferencji ucznia, co do sposobu prowadzenia zajęć.

Tabela 5. Wypowiedzi ucznia na temat sposobu prowadzenia zajęć

PYTANIE	ODPOWIEDŹ
1. Który sposób nauki jest dla Ciebie najbardziej ciekawy: A) Lekcja, na której pracowałeś z rysunkami statycznymi B) Lekcja, na której pracowałeś z animacjami komputerowymi	B)
2. Oceń ciekawość pracy na poszczególnych lekcjach w skali punktowej od 1 do 4 (1-nieciekawość, 2-mało ciekawość, 3-ciekawość, 4-bardzo ciekawość) Praca z rysunkami statycznymi Praca z animacjami komputerowymi	3 4

Dyskusja wyników

Z wyników przedstawionych powyżej w tabelach 2a i 2b można wyciągnąć wniosek, że nastąpiła większa poprawa wiadomości i umiejętności ucznia w przypadku zastosowania tzw. metod nowoczesnych:

- zajęcia z wykorzystaniem rysunków statycznych wzrost poprawnych odpowiedzi z 1 do 3 punktów;
- zajęcia z wykorzystaniem animacji modelowych wzrost poprawnych odpowiedzi z 2,5 do 5 punktów.

Uczeń na zakończenie zajęć tradycyjnych po pracy z rysunkami statycznymi zauważa różną wielkość i kształt molekuł w substratach i produktach. Nie zauważa natomiast przeformowania kształtu molekuł, ich wielkości, ułożenia podczas powstawania produktów.

Podczas zajęć z animacjami komputerowymi uczeń zauważa różną wielkość i kształt molekuł w substratach i produktach, jak również przeformowanie molekuł podczas powstawania produktów. Wyniki przedstawione w tabeli 3 pozwalają wyciągnąć wniosek, że oba rodzaje zajęć (tradycyjne i nowoczesne, w tym TIK) są ciekawe dla ucznia.

Mimo, że uczeń wyżej ocenił swoją wiedzę po zajęciach tradycyjnych (na 4, w skali 1-5), w stosunku do lekcji nowoczesnej (3,5 w skali 1-5) to jednak uznał, że wszystko z nich zapamiętał. Być może niższa ocena swojej wiedzy po lekcji z animacjami komputerowymi wynika z faktu, iż uczeń zdał sobie sprawę z rozległości tematu (można powiedzieć, że u ucznia pojawiła się metawiedza rozumiana tu jako wiedza o wiedzy, czyli zdawanie sobie sprawy przez badanego ucznia z trudnościami w nauce z tego, co wie, a czego nie wie).

Przeprowadzona analiza badań ukazuje że lekcja nowoczesna bardziej pomogła uczniowi z trudnościami w nauce i jest przez niego bardziej preferowana.

Z wyników przedstawionych powyżej w tabeli 4 można wyciągnąć wniosek, że sposób pracy na zajęciach tradycyjnych i nowoczesnych spełnia emocjonalne oczekiwania ucznia – ocenia je pozytywnie (uśmiechnięty wyraz twarzy). Na uwagę zasługuje fakt zmiany nastawienia w lekcji z zastosowaniem TIK z neutralnej na uśmiechniętą (czyli mimo, że uczeń przed lekcją nie miał dobrego nastroju – nastrój uległ poprawie po lekcji).

Wyniki przedstawione w tabeli 5 pozwalają wyciągnąć wniosek, że uczeń preferuje zajęcia nowoczesne, są one dla niego bardziej ciekawe niż zajęcia tradycyjne.

Można zatem stwierdzić, że odpowiedni wybór sposobu nauczania-uczenia się ma pozytywny wpływ na wyniki kształcenia (Kopek-Putała, 2014; Kopek-Putała, Nodzyńska, 2015) i mógłby być stosowany w toku normalnych, szkolnych zajęć. Może to mieć istotny i silny wpływ na poziom wiedzy szczególnie u uczniów z trudnościami w nauce chemii.

Wnioski

1. Uczeń z trudnościami w nauce osiąga lepsze wyniki w post-teście po zajęciach nowoczesnych z komputerowymi animacjami modelowymi w stosunku do zajęć tradycyjnych z rysunkami statycznymi.
2. Należy podjąć działania metodyczne optymalizujące efektywność kształcenia chemicznego ucznia z trudnościami w nauce poprzez:
 - wprowadzenie zajęć wyrównawczych/korekcyjnych/kompensacyjnych przed lub podczas omawiania kluczowych (a sprawiających trudności) dla chemii zagadnień,
 - przeprowadzenie zajęć z zastosowaniem odpowiednio przygotowanych środków dydaktycznych (najlepiej z wykorzystaniem TIK).
3. Do najtrudniejszych zadań dla ucznia należą zadania o wspólnym poleceniu dla większej niż jeden liczby przykładów. Prawdopodobnych przyczyn należy upatrywać w zdiagnozowanych przez PPP w trudnościach z koncentracją, zaburzeniach procesów pamięci uwagi i kojarzenia oraz osłabieniu efektywności pamięciowego uczenia się.
4. Rysunek statyczny może być używany w początkowej części zajęć, jednak następnie należy go wspierać dynamiczną animacją w celu dokładniejszego wizualizowania omawianych procesów. Przeprowadzona analiza postaw ukazuje że lekcja nowoczesna jest przez ucznia preferowana.
5. Zajęcia z zastosowaniem nowoczesnych technologii wpływają pozytywnie na samopoczucie ucznia (zmiana samooceny).
6. Ankietowany uczeń bardziej preferuje zajęcia nowoczesne. Należy zwrócić uwagę na ten czynnik w trakcie prowadzenia procesu kształcenia chemicznego i tworzyć sytuacje, w których uczeń będzie mógł pracować z wykorzystaniem nowoczesnych sposobów pracy na chemii, w tym TIK.

Należy zatem rozważyć kompleksowe zmodyfikowanie tradycyjnych sposobów pracy z uwagi na dostosowanie form i metod do specyficznych możliwości uczniów, ponieważ typowo tradycyjny sposób pracy na lekcji nie jest wystarczający dla uczniów z trudnościami w nauce m. in. z uwagi na niedostosowanie tempa pracy do możliwości ucznia.

Na osiągnięcie sukcesu w procesie dydaktycznym uczniów z trudnościami w nauce chemii można wpłynąć przez dobór odpowiedniego sposobu pracy na zajęciach, który wpływa na motywację i chęć poznania u ucznia.

W świetle badań można twierdzić, że nowoczesne zajęcia są lepsze, bardziej zindywidualizowane i przez to dopasowane do specyficznych możliwości ucznia w porównaniu z zajęciami tradycyjnymi.

Podsumowanie

Właściwym wydaje się wspomaganie nauczania uczniów z trudnościami w nauce nowoczesnymi narzędziami (w tym dynamiczną animacją modelową, symulacjami). Odpowiednio przygotowane środki dydaktyczne i narzędzia jakimi uczeń powinien się posługiwać na lekcjach chemii oraz dopasowany do możliwości ucznia sposób pracy mogą pomóc osiągnąć lepsze efekty edukacyjne oraz przyczynić się do zminimalizowania lub skorygowania problemów w nauce ucznia, dlatego wydaje się że zastosowanie TIK pomoże pokonać trudności w nauce ucznia.

Podziękowania

Artykuł napisany z projektu “Project of specific research” of the Faculty of Natural Sciences at the University of Hradec Kralove nr. 2102.

Bibliografia

- Ben-Zvi, R., Eylon, B. Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. [w:] *Education in Chemistry*, 24(4), 117-120.
- Bilek M, Nodzyńska M, Paško J.R, Kmeťová J a kol, (2007c) *Vliv dynamických počítačových modelů na porozumění procesů z oblasti mikrosvěta u žáků zemi Vísegrádského trojuhelníku*, Hradec Králové : Gaudeamus, 2007 r.
- Bílek, M. a kol (2007a) *Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů*. Hradec Králové: Miloš Vognar - M&V
- Bílek, M. a kol (2007b) *Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů*. Obrazový materiál- možnosti a meze jeho využití ve výuce chemie. Hradec Králové: Miloš Vognar - M&V
- Bilek M, Slaby A, Myska K, Sedlcek (2003) *Obrazki i uczenie się chemii* [w:] *Różne oblicza chemii u progu XXI wieku. XII Szkoła Problemów Dydaktyki Chemii*, Kraków, Sucha Beskidzka.
- Bilek, M., Cieśla, P., Nodzyńska, M., Paško, I., Paško, J. R. (2006) The influence of computer animated models on pupils' understanding of natural phenomena in the micro-world level [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych*, red. Jan Rajmund Paško, Małgorzata Nodzyńska Kraków, Oficyna Wydawnicza Jaxa, 2006 s. 55-57

- Cieśla P., Paško J. R. (2006) Dlaczego pisanie równań reakcji chemicznych, w których powstają sole przysparza uczniom wiele kłopotów? [w:] *Soudobé trendy v chemické vzdělávání : aktuální otázky výuku chemie XVI: Mizinárodní seminář : sborník přednášek*, ed. Karel Myška, Pavel Opartný. - Hradec Králové : Gaudeamus, 2006. s. 42-46.
- Doulik P., Skoda J. (2003) The Importance of Visualization for Creation of Pupil's Preconcepts in Science Education. [w:] M. Bilek i inni, *Visualization in Science and Technical Education*. Hradec Králové: Gaudeamus, s. 55-60.
- Haduch I., Paško J. R. (1999) Trudności w uzgadnianiu współczynników reakcji chemicznych wśród uczniów szkół podstawowych [w:] *VII Konferencja Dydaktyki Chemii Polska chemia w Unii Europejskiej, 4-8 czerwca 1999, Kiekrz k. Poznania*. - Poznań: Ośrodek Wydawnictw Naukowych, 1999 s. 308-309
- Held L, Pupala B (1995) *Psychogeneza ziakovho poznania vo vyučovani*. Bratislava: PdF UK
- Janiuk R. M. (1982) Próba zdefiniowania terminu „model” w dydaktyce chemii [w:] *Materiały Zjazdu Naukowego PTCh i SITPChem*, Lublin.
- Janiuk R. M. (2005) Modele jako narzędzie rozumowania w procesie uczenia się chemii. *Materiały XLVIII Zjazdu Naukowego PTChem*. Poznań, s. S11-K22
- Janiuk R. M., Dymara J. (2003). Trudności w uczeniu się chemii w opinii uczniów [w:] *Materiały XLVI Zjazdu Naukowego PTChem i SITPChem*. Lublin, 15-18.09.2003. s. 1062
- Johnstone A.H., (1991), Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83
- Kamińska-Ostęp, A. (2011) *Indywidualizacja w nauczaniu chemii wyzwaniem dla nauczycieli* [w:] Monografia pod red. M. Nodzyńskiej *Metody motywacyjne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*. UP Kraków 2011, str. 25-28
- Kanał Chemia Uniwersytet Pedagogiczny (YouTube), animacja 2015062915555400 <https://www.youtube.com/watch?v=uqZdAwDsX9g> [dostęp 5.VII.2015]
- Kmeťová J (2004) *Vizualizacia v ucebniciach chemie pre základne školy*. Mezinarodni seminar didaktiku chemie Brno-Slapanice: Mu PF, s. 88-94
- Kopek-Putala, W. (2012) Praca z uczniem posiadających trudności w nauce – refleksje nauczyciela [w:] *Research in Didactics of chemistry* (red. Cieśla P., Nodzyńska M., Stawowska I.) Kraków Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego
- Kopek-Putala W. (2014) *Analysis of the Effectiveness of Teaching Chemistry to a Student with Dysfunctions* [in]: *Biológia ekológia chémia časopis pre školy ročník 18 číslo 4 2014* Trnavská univerzita v Trnave Pedagogická fakulta, Katedra chemi p. 44-48
- Kopek-Putala W. (2015) Tradycyjne metody nauczania kontra nauczanie wspomagane TIK w edukacji ucznia dysfunkcyjnego, na przykładzie zagadnienia bilansowania równań reakcji chemicznych [w:] *XXIV Mezinarodni konference o vyuce chemie DIDAKTIKA CHEMIEA JEJI KONTEXTY 20-21 V 2015s.* 80-87 ISBN 978-80-210-7954-0
- Kopek-Putala W., Nodzyńska M. (2015) The effect of computer simulations on writing and balancing chemical equations by a student with special educational needs [w:] *Textbook of the International Conference: Proceedings of the International Scientific Conference for Ph.D. students and assistants – QUAERE 2015*. Hradec Králové: MAGNANIMITAS, vol 5, 2015. p.1231-1241 ISBN 978-80-87952-10-8.

- Mareš J (1995) *Uceni z obrazoveho materialu*. Pedagogika, s. 318-327
- 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. Jan Rajmund Paško. Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków 2004. - s. 153-157 Kraków 2004
- Nodzyńska M. (2012) *Wizualizacja w chemii i nauczaniu chemii*, Kraków Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego
- Nodzyńska M., Paško J. R. (2008) Badania stopnia trudności wykonywanych operacji umysłowych na przykładzie równań reakcji otrzymywania soli [w:] *Current Trends in Chemical Curricula: proceedings of the International Conference, Prague, 24-26 September 2008* ed. by Karel Nesměřák Prague: Charles University. Faculty of Science, 2008 s. 67-72
- Nodzyńska M., Paško J. R. (2010) Automonitorowanie (przez uczniów) czynności umysłowych niezbędnych do uzgodnienia równania reakcji [w:] *Chemické rozhl'ady*. - 5, 2010. Bratislava, 2010s. 115-122
- Nodzyńska, M. (2006) Symboliczny zapis w chemii jako przyczyna trudności w edukacji chemicznej [w:] *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie: sborník přednášek z mezinárodní konference konané Ostravská Univerzita Přírodovědecká fakulta Ostrava* s. 230-233
- Paško J. R. (2009) Badanie przebiegu wykonywanych przez uczniów operacji w czasie pisanie równań reakcji chemicznych czynnikiem umożliwiającym indywidualizację pracy [w:] *Chemia bliżej życia: dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji* red. nauk. Hanna Gulińska, Poznań: Sowa, 2009. s. 154 -160
- Paško J.R, Nodzyńska M, Ciesla P.(2007) *Komputerowe modele dynamiczne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*. Kraków Oficyna Wydawnicza Jaxa.
- Paško J.R., Nodzyńska M. (2009) *Moja chemia dla gimnazjum część I* Kubajak Krzeszowice, 2009
- Paško, J.R. Kopek, W. (2008) Program wizualizacyjny Macromedia Flash jako element kształcenia przyszłych nauczycieli [w:] *Technologie Informacyjne dla chemików* Wydział Chemii UJ, Kraków
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 17 listopada 2010 roku, w sprawie warunków organizowania kształcenia, wychowywania i opieki dla dzieci i młodzieży niepełnosprawnych oraz niedostosowanych społecznie w specjalnych przedszkolach, szkołach i oddziałach oraz w ośrodkach.
- Szeromski T. (1982) *Modele i modelowanie w nauczaniu chemii* WSiP, Warszawa, 1982