

Po co uczymy chemii?

Rola nauk ścisłych w procesie edukacji

Małgorzata Nodzyńska, doktor habilitowana, dydaktyk chemii, Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

Nieumiejętność udzielenia odpowiedzi na postawione w tytule pytanie przez dydaktyków chemii wydaje się obecnie jednym z najważniejszych problemów w nauczaniu tego przedmiotu. Brak racjonalnej odpowiedzi na poziomie akademickim wpływa na obniżanie liczby godzin chemii po kolejnych reformach edukacji. Natomiast brak pomysłu na nauczanie tej dziedziny wśród nauczycieli zniechęca uczniów do nauki i skutkuje coraz mniejszą liczbą studentów kierunków, na których chemia jest niezbędna.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że większość współczesnych dydaktyków chemii uczęszczała do szkoły w zupełnie innych czasach, kiedy odpowiedź na tak postawione pytanie była bardzo prosta. Uważano wtedy, że na lekcjach chemii uczeń powinien poznawać prawa i fakty, z którymi spotyka się w życiu codziennym, oraz że będzie w stanie wyjaśnić je i zastosować dla własnych potrzeb. Sądzono także, że poprzez naukę chemii uczeń pozna praktyczny aspekt nauki, możliwy do wykorzystania w codziennym życiu. Wynikało to z faktu, iż przedmioty w otoczeniu dziecka i stosowane w gospodarstwie domowym były w dużej mierze zbudowane z prostych związków chemicznych, których wzory i właściwości były stosunkowo łatwe do wyjaśnienia.

Klej z mąki

W Polsce, jeszcze w czasach kryzysu ekonomicznego (w latach 80. XX w.), uczniowie samodzielnie na

zajęciach kółka chemicznego wytwarzali różne brakujące w sklepach produkty. I tak na przykład otrzymywali: mydło z loju i wodorotlenku sodu, pastę do zębów z CaCO_3 i MgCO_3 , klej z mąki, zapalki z tlenku cynku ZnO , siarki S_8 , pyłu szklanego, chloranu(V) potasu KClO_3 i żelatyny. Uczyli się także sprawdzać za pomocą roztworu jodyny, czy zakupiona „na placu” śmietana nie jest sztucznie zagęszczona mąką.

Jeszcze kilka lat temu czynności kucharskie, takie jak: marynowanie w occie grzybów i warzyw, kisenie kapusty czy ogórków, pieczenie, peklowanie, przygotowywanie dżemów i win, były bardzo powszechne. Umiejętności te odwołują się to praktycznego zastosowania wielu elementów wiedzy przyrodniczej, w tym chemicznej. Dzieci nabywały tych umiejętności, pomagając rodzicom w pracach domowych. Następnie, w trakcie edukacji szkolnej, uzupełniały wiedzę teoretyczną dotyczącą znanych im już wcześniej procesów. Obecnie większość ludzi kupuje gotowe produkty spożywcze, dlatego też uczniowie często nie mają potrzebnej im wiedzy praktycznej i nie widzą możliwości zastosowania podawanej im wiedzy teoretycznej.

Podobny brak zainteresowania dotyczy składu chemicznego środków kosmetycznych, czyszczących i piorących, a także technicznej obsługi prostych narzędzi i maszyn obecnych w gospodarstwie domowym. Na przykład dawniej dolewano wodę do akumulatora, mierząc stężenie obecnego tam kwasu siarkowego(VI) przy pomocy areometru; obecnie stosuje się akumulatory jednorazowego użycia – stary akumulator wymienia się na nowy, więc uczeń nie ma jak w praktyce spotkać się z zagadnieniem stężenia roztworu i jego zależnością od gęstości. Poza tym oliwiono części metalowe maszyn, stosując jako smar olej mineralny (mieszanie węglowodorów), natomiast obecnie stosuje się WD40 o bliżej nieznanym składzie. Namioty lub buty górskie impregnowano olejem, a obecnie stosuje się wieloskładnikowe, gotowe impregnaty.

Skomplikowana codzienność

Stosowane dzisiaj w życiu codziennym substancje nie są prostymi związkami, których wzory chemiczne, budowę wewnętrzną i wynikające z niej właści-

wości łatwo wytłumaczyć uczniowi. Na przykład dawniej jako proszek do pieczenia stosowano wodorowęglan sodu. Zapisanie równania reakcji zachodzącej podczas pieczenia (termicznego rozkładu) nie przekraczało percepcji uczniów nawet na poziomie szkoły podstawowej: $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Obecnie w proszkach do pieczenia dostępnych w handlu, oprócz wodorowęglanu sodu, znajdują się regulatory kwasowości i skrobia, ponieważ wodorowęglan sodu ma własności higroskopijne i tendencję do zbrylania się przy dłuższym przechowywaniu.

Jak każda nauka, tak i chemia ma swoje specyficzne narzędzia badawcze i sposób rozumowania. Chemia wśród nauk przyrodniczych wyróżnia się swego rodzaju dualizmem. Zjawiska i przemiany chemiczne zachodzą i są obserwowane w makroświecie, czyli w świecie naszych zmysłów – widzimy na przykład palące się ognisko, czujemy jego ciepło, zapach dymu, słyszymy trzask iskier. Jednak jeżeli chcemy wyjaśnić, jakie procesy i reakcje zachodzą podczas spalania drewna, musimy wyobrazić sobie świat mikro – czyli świat indywidualności chemicznych (atomów, jonów, cząsteczek). Dlatego też nie można zrozumieć chemii bez zrozumienia mikroświata, do którego nie mamy dostępu naszymi zmysłami, a jedynie naszym umysłem.

Najczęściej stosowanymi regulatorami kwasowości w proszkach do pieczenia są: mleczan sodu ($\text{NaC}_3\text{H}_5\text{O}_3$), wodorowinian potasu ($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$), kwasny pirofosforan sodu ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) i siarczan(VI) glinowo-sodowy [$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2$]. Jak widać, same wzory substancji wchodzących w skład proszku do pieczenia są zbyt skomplikowane, aby wyjaśnić ich budowę uczniom – nie mówiąc o próbie zapisania równania reakcji z ich udziałem (wiedza ta przekracza poziom wiadomości i umiejętności nawet uczniów ze szkoły średniej).

Za coraz bardziej komplikującym się światem nauki i techniki, między innymi pod względem budowy substancji wchodzących w skład otaczających nas

przedmiotów, nie nadąża system edukacji, w tym podręczniki. Na przykład w wielu z nich pojawia się zagadnienie identyfikacji tworzyw sztucznych poprzez wprowadzenie kawałków badanych tworzyw do płomienia palnika. Próba wykonania tego doświadczenia z przedmiotami otaczającymi ucznia często prowadzi do klęski – obecnie linijki, nakrętki na butelki i inne drobne plastikowe przedmioty składają się z kilku rodzajów tworzyw i wypełniaczy.

Podsumowując przedstawione powyżej przykłady, można powiedzieć, że obecnie chemia jako przedmiot szkolny nie jest w stanie opisać substancji, z którymi spotyka się uczeń. Dlatego też trzeba znaleźć nową odpowiedź na pytanie postawione w tytule artykułu. Aby to uczynić, należy zastanowić się, czym chemia różni się od innych nauk przyrodniczych.

Od obserwacji do wniosków

Wydaje się, że najistotniejszą różnicą między chemią a biologią czy fizyką jest odpowiedź na najczęściej zadawane przez dzieci pytanie: dlaczego? Odpowiadając dziecku na pytania dotyczące obserwowanych w otaczającym je świecie zjawisk chemicznych, musimy odwołać się do niewidocznego mikroświata – atomów, jonów, cząsteczek. Jak każda nauka, tak i chemia ma swoje specyficzne narzędzia badawcze i sposób rozumowania. Chemia wśród nauk przyrodniczych wyróżnia się swego rodzaju dualizmem. Zjawiska i przemiany chemiczne zachodzą i są obserwowane w makroświecie, czyli w świecie naszych zmysłów – widzimy na przykład palące się ognisko, czujemy jego ciepło, zapach dymu, słyszymy trzask iskier. Jednak jeżeli chcemy wyjaśnić, jakie procesy i reakcje zachodzą podczas spalania drewna, musimy wyobrazić sobie świat mikro – czyli świat indywidualności chemicznych (atomów, jonów, cząsteczek). Dlatego też nie można zrozumieć chemii bez zrozumienia mikroświata, do którego nie mamy dostępu naszymi zmysłami, a jedynie naszym umysłem. Zrozumienie zasad panujących w mikroświecie pozwala na wyjaśnianie zjawisk fizycznych i chemicznych zachodzących wokół nas, pozwala na planowanie nowych doświadczeń, przewidywanie właściwości substancji i tego, co się stanie, gdy je ze sobą zmieszamy. Jest to specyfika chemii, która właściwości związków i zjawiska obserwowane w makroświecie tłumaczy przy wykorzystaniu budowy mikroświata.

Jest to zgodne z koncepcją Czesława Kupisiewicza, który twierdzi, że myślenie abstrakcyjne można rozwijać nawet na podstawowym etapie kształcenia, ponieważ każdemu poziomowi myślenia sensoryczno-ruchowego, konkretnego, odpowiada określony poziom myślenia abstrakcyjnego (za pojęcia abstrakcyjne uważa się informacje dotyczące struktury materii

na poziomie mikro). Aby ułatwić uczniom na wszystkich etapach edukacji przyrodniczej zrozumienie abstrakcyjnych pojęć mikroświata, należy wprowadzić ich wizualizację na przykład poprzez właściwe, spełniające pewne wymogi modele. Jedną z podstawowych zasad jest to, że modele te powinny odpowiadać aktualnemu stanowi wiedzy na temat budowy mikroświata i opierać się na teoriach i rozważaniach chemii teoretycznej, by nie tworzyć fałszywych i błędnych przekonań w umysłach uczniów.

Wydawać by się mogło, że wyjaśnianie uczniom młodszemu budowy mikroświata w oparciu o założenia chemii kwantowej jest dość trudnym wyzwaniem, jednak nasze badania wykazują, że właściwe wizualizacje i modele pozwalają na wprowadzanie pojęć mikroświata nawet w nauczaniu elementów chemii na lekcjach przyrody w szkole podstawowej. Natomiast badania międzynarodowe prowadzone w ramach Trójkąta Wyszehradzkiego ukazują, że wyjaśnianie zachodzących zjawisk i przemian chemicznych, na poziomie mikroświata, przy pomocy dynamicznych modeli komputerowych, na poziomie gimnazjum daje rewelacyjne wyniki. Uczniowie nie tylko rozumieją przebieg zachodzących procesów i potrafią opisać je słownie z użyciem właściwych pojęć i terminów, ale również potrafią zapisać je ilościowo za pomocą odpowiednich równań reakcji chemicznych.

Dlatego też koncepcja nauczania chemii poprzez wizualizację pojęć mikroświata została wprowadzona do podręczników. Głównym założeniem tych podręczników jest ukazywanie uczniowi dwoistości występującej w chemii i nauczanie go przechodzenia od wykonywanych doświadczeń i obserwacji (świata makro) do wniosków i dedukcji (świata mikro). W podręcznikach opisowi doświadczenia z punktu widzenia makro świata (na przykład poprzez obserwacje) towarzyszą rysunki pokazujące, jak dana reakcja przebiega na poziomie mikroświata (w bibliotece cyfrowej Uniwersytetu Pedagogicznego dostęp-

ne są też odpowiednie animacje komputerowe ukazujące przebieg reakcji chemicznych na poziomie mikroświata – <http://pbc.up.krakow.pl/dlibra/colleciondescription?dirids+68>).

Zakończenie

Podsumowując, można stwierdzić, że obecnie chemii uczy się po to, by wykształcić u naszych uczniów specyficzny, badawczy sposób myślenia właściwy dla nauk przyrodniczych, a także po to, aby nauczyć dziecko poruszania się pomiędzy światem widzialnym (makro) i niewidzialnym (mikro). Takie dualne myślenie jest cechą charakterystyczną w uczeniu się chemii, dlatego zetknięcie się z tą dziedziną już na poziomie szkoły podstawowej pozwala na wczesne rozwinięcie tej umiejętności u uczniów. Ma to także swój humanistyczny aspekt – niezrozumiałe dla nas działania innych ludzi możemy wyjaśniać ich specyficzną, „wewnętrzną” budową – dla nas niewidoczną.

Bibliografia

- Kupisiewicz Cz.: *Dydaktyka ogólna*, Warszawa 2005.
- Nodzyńska M.: *Pojęcia i ich definicje. Kształtowanie definicji podstawowych pojęć chemicznych w procesie edukacyjnym zgodnie z zasadami językoznawstwa kognitywnego*, Kraków 2010.
- Nodzyńska M.: *Wizualizacja w chemii i nauczaniu chemii*, Kraków 2012.
- Nodzyńska M., Cieśla P.: *Duch chemii. Podręcznik do gimnazjum* (złożono do druku).
- Nodzyńska M., Paśko J. R.: *Przyroda. Przykłady konspektów o tematyce chemicznej*, Krzeszowice 2002.
- Paśko J. R., Nodzyńska M.: *Moja Chemia cz. 1. Podręcznik do gimnazjum*, Krzeszowice 2009.
- Paśko J. R., Nodzyńska M.: *Moja Chemia cz. 2. Podręcznik do gimnazjum*, Krzeszowice 2010.
- Paśko J. R., Nodzyńska M., Cieśla P.: *Komputerowe modele dynamiczne w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych*, Kraków 2007.
- Paśko J. R., Nodzyńska M., Cieśla P., Bilek M. i in.: *Wpływ komputerowych modeli dynamicznych na rozumienie procesów zachodzących na poziomie mikroświata przez uczniów krajów Trójkąta Wyszehradzkiego*, Kraków 2007.
- Paśko J. R.: *Chemia cz. 1. Podręcznik do gimnazjum*, Krzeszowice 1999.
- Paśko J. R.: *Chemia cz. 2. Podręcznik do gimnazjum*, Krzeszowice 2000.