

Dydaktyka chemii
(i innych przedmiotów przyrodniczych)
od czasów alchemii po komputery

monografia
pod redakcją M. Nodzyńskiej

ZAKŁAD CHEMII I DYDAKTYKI CHEMII
UNIwersytet PEDAGOGICZNY
im. Komisji Edukacji Narodowej
KRAKÓW, 2011

Redakcja:

Małgorzata Nodzyńska

Recenzja:

Jan Rajmund Paško

Projekt okładki:

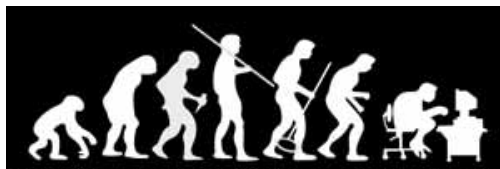
Paweł Cieśla

Skład:

Małgorzata Nodzyńska

ISBN 978-83-7271-698-9

WSTĘP



Wiadomości i umiejętności przyrodnicze były niezbędne naszemu gatunkowi jeszcze w czasach przed homo sapiens. Znajomość roślin jadalnych i trujących, zwyczajów zwierząt, umiejętność przechowywania żywności (wędzenie, suszenie) były niezbędne by przeżyć. Umiejętność wykonywania prostych narzędzi z kamieni, kości, drewna i ich wykorzystywania, produkcja broni (np. bolas, oszczep), umiejętność budowania schronienia czy pułapek na zwierzyne to tylko niektóre czynności niezbędne praludziom do ich egzystencji. Kolejne niezbędne umiejętności to: znajdowanie drogi, umiejętność posługiwanie się ogniem, otrzymywanie barwników. Wymienienie tylko tych kilku najbardziej podstawowych i oczywistych umiejętności pokazuje jak wielką wiedzę trzeba posiadać by przeżyć. Kolejne znajdowane przez archeologów artefakty świadczą o zainteresowaniach ludzi pierwotnych astronomią (np. kościana płytka z symbolami faz księżyca datowana na 32 tysiące lat czy konstrukcja sanktuarium megalitycznego z epoki neolitu – Stonehenge w Anglii, datowanego na ok. 3000-1700 p.n.e.).

Wraz z rozwojem naszego gatunku ilość wiedzy gromadzonej przez naszych przodków była coraz większa i dotyczyła coraz to szerszego zakresu życia, coraz więcej osób było 'wtajemniczonych' w wiedzę tajemną pozwalającą np. odpowiednimi garbnikami wyprawiać skóry, otrzymywać stopy miedzi, leczyć ziołami czy balsamować zwłoki. Obok wiedzy 'praktycznej' powstałej w wyniku doświadczeń kolejnych pokoleń powstawała też wiedza teoretyczna początkowo oparta o religię czy filozofię. Wiedza ta stała się zaczątkiem nauk przyrodniczych, dzieląc się w miarę rozwoju na biologię, chemię, fizykę i geografę by po kilku wiekach samodzielnej egzystencji tworzyć nowe interdyscyplinarne dziedziny takie jak np. biochemia, chemia-fizyczna, ... itp.

Obecnie rzadko kiedy sięgamy do korzeni naszej wiedzy dlatego często nie zdajemy sobie sprawy w jaki sposób dawne rozumienie pojęć i terminów przyrodniczych jest obecne ciągle w kręgu tzw. wiedzy potocznej i ciąży na ich współczesnych, naukowych definicjach. Wiele podstawowych pojęć przyrodniczych w początkowym okresie nauczania czy to przyrody, czy już nawet biologii, chemii, fizyki i geografii pojawia się w ich historycznym kształcie [Nodzyńska & Paško, 2002; Paško 1998]. Wiąże się to z pokutującym wśród metodyków nauczania błędnie interpretowanym stwierdzeniem, iż *postulat współczesności treści nauczania może być uwzględniony tylko w takim stopniu, w jakim współczesne treści są możliwe do zrozumienia i opanowania przez uczniów* [Bogdańska-Zarembina & Łaskiewicz, 1970; Paško 2004]. Powoduje to rozdźwięk pomiędzy poszczególnymi etapami kształcenia, gdyż na każdym z nich nauczyciel wprowadza coraz to nowsze a zarazem inaczej brzmiące definicje tych samych pojęć, nie zdając sobie równocześnie sprawy z faktu prezentowania uczniom 'przestarzałej' i nieaktualnej już wiedzy [Cieśla & Paško 2008]. Przykładem tego typu działań jest np. wprowadzanie historycznych pojęć dotyczących budowy materii [Paško 2002] czy wartościowości [Wasilewski, 2002a, 2002b; Paško & Kucharska-Żądło 2005]. Można powiedzieć, że przyrodnicy nie dbają o jednoznaczność języka (przykładem tego typu działań jest podkładanie pod stare terminy nowego znaczenia, nie rezygnując równocześnie całkowicie z ich pierwotnego znaczenia - np. w chemii termin kwas ma różne znaczenie i zakres w zależności od używanej teorii [Nodzyńska, 2010]). Dodatkowo na użytek dydaktyczny stwarza się czasami nowe, nieprawdziwe teorie, które bazują na teoriach historycznych (porównaj np. tzw. rozszerzona teoria Arrheniusa) [Paško, 2003; Paško & Nodzyńska 2004].

Często nie zdajemy sobie również sprawy z faktu, iż promowane jako nowoczesne teorie czy metody nauczania są znane i stosowane od dawna. Przykładem na tego typu nieporozumienia jest metoda projektów wprowadzona ostatnio jako obowiązkowa metoda w nauczaniu gimnazjalnym. Przez część nauczycieli i metodyków promowana jest jako nowatorska metoda nauczania. A przecież metoda projektów jako forma kształcenia architektów pojawiła się w końcu XVI w. w rzymskiej akademii sztuk pięknych [Szymański, 2000], skąd rozprzestrzeniła się na całą Europę. W XVII w. metodę tą wykorzystywano w wyższych szkołach technicznych i przemysłowych Europy a od XIX w. również w Stanach Zjednoczonych. Na początku XX w. w Stanach Zjednoczonych zaczęto stopniowo stosować tę metodę w procesie edukacji dzieci. Wtedy też zyskała ona swoje teoretyczne podstawy:

- John Dewey – uzasadnił ją teoretycznie,
- William H. Kilpatrick – podjął się próby zdefiniowania metody projektów,
- a Ellsworth Collings – zbadał jej efektywność przeprowadzając eksperyment pedagogiczny.

W latach międzywojennych metoda projektów była też wykorzystywana w Polsce. Jako przykładowe można tu wspomnieć publikacje:

- Przyroda w szkole metodą zamierzeń [Gasiorowska, 1932],
- Jak uczyć metodą projektów [Skarżyński, 1931],
- Nauczanie metodą projektów [Stanisławski, 1929],
- Ogródek szkolny w Hołoblach [Szczypiński, 1932],
- Przyroda w szkole metodą zamierzeń [Szypińska, 1982].

W latach powojennych w Polsce zaniechano rozwijania tej metody. Obecnie metoda projektów jest stosowana w procesie kształcenia w Europie Zachodniej i Stanach Zjednoczonych i Polsce w ramach reformy szkolnictwa [Cieśla & Nodzyńska, 2007; Cieśla, Nodzyńska & Paśko, 2005; Nodzyńska 2002, 2003, 2005, 2007].

Analogiczna sytuacja dotyczy także innych metod nauczania, które obecnie dostają nowe, często anglojęzyczne nazwy a praktycznie były stosowane w edukacji szkolnej od dawna. Jako przykłady można tu wymienić: questing - czyli dawne podchody harcerskie czy tutoring i coaching, które funkcjonowały w dawnej szkole bez osobnej nazwy i treningu nauczycieli w tym kierunku. Dlatego tak ważnym jest znajomość historii rozwoju nauk przyrodniczych oraz metod ich nauczania. Brak znajomości historii rozwoju pojęć przyrodniczych oraz brak znajomości historii dydaktyki nauk przyrodniczych wpływa ujemnie na wykształcenie nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, metodyków, dydaktyków oraz autorów podręczników czy dzieł popularno-naukowych, gubią oni bowiem wielowiekowy dorobek i tradycje nauczania przedmiotów przyrodniczych. Dlatego wydaje się słusznym zwrócenie uwagi na korzenie edukacji przyrodniczej oraz na rolę historii nauki w edukacji każdego przyrodnika.

W niniejszej publikacji próbowano przedstawić historie rozwoju nauk chemicznych od czasów prehistorycznych do obecnych oraz przedstawić nowatorskie pomysły na nauczanie przedmiotów przyrodniczych w obecnych czasach. Na początku zamieszczono krótkie kalendarium rozwoju nauk chemicznych - autorstwa A. Michniewskiej, P. Pikuzińskiej, K. Piwowarczyk oraz P. Pluty oraz “Krótki zarys rozwoju nauk ścisłych na przestrzeni wieków” autorstwa N. Regulskiej, A. Frączek, M. Mamicy, M. Łakomego, K. Bodnickiego i Ł. Nowaka. Oba te artykuły miały za zadanie w sposób przekrojowy ukazać rozwój nauk przyrodniczych i być swego rodzaju kompasem w dalszym poruszaniu się po zagadnieniach historii nauk przyrodniczych. Kolejne trzy artykuły z różnych stron naświetlają zmiany zachodzące na przestrzeni wieków w procesie edukacji przedmiotów przyrodniczych:

- artykuł dr Elizy Chodkowskiej z Uniwersytetu w Rzeszowie opisuje nie tylko rozwój wiedzy przyrodniczej na przestrzeni wieków ale również ukazuje w jaki sposób zmieniał się sposób nauczania tych przedmiotów;
- artykuł prof. Martina Bilka z Uniwersytetu w Hradec Kralove (CZ) zwraca uwagę na

metodologiczny aspekt nauczania przedmiotów przyrodniczych (w tym chemii) i jego zmiany na przestrzeni wieków;

- artykuł prof Jireho Ryhtery również z Uniwersytetu w Hradec Kralove (CZ) prezentuje rozwój chemii jako przedmiotu szkolnego od czasów najdawniejszych do obecnych.

Artykuł pt. "Historia obrazowania w naukach przyrodniczych" ukazuje jak niesłusznym jest powszechne przekonanie o niedawnym dopiero odkryciu roli wizualizacji w przekazywaniu wiedzy przyrodniczej, przedstawiając liczne przykłady rysunków i obrazów z różnych dziedzin nauk przyrodniczych od czasów ludzi pierwotnych.

Również historią zajmuje się pani Anna Ludwik, reprezentująca Uniwersytet Pedagogiczny, ukazując jak na przestrzeni wieków zmieniały się muzea przyrodnicze, jaką rolę i funkcję pełniły i czym różniły się od współczesnych muzeów. W artykule "Spektroskopia - od zwierciadła po komputer" (dr Iwony Stawoskiej i dr Małgorzaty Nodzyńskiej z UP) przedstawiona jest droga kolejnych odkryć naukowych prowadząca od pierwszych doświadczeń z zwierciadłem sferycznym (w 300 p.n.e.) do nowoczesnej metody badawczej. Nieco krótszy okres czasu, bo od czasów powojennych do dnia dzisiejszego, obejmuje artykuł pani Karoliny Czerwiec (również z UP) pt. "Zmiany sposobu kształcenia w zakresie edukacji seksualnej od czasów powojennych do dnia dzisiejszego". Artykuł ten kończy część historyczną publikacji, kolejne artykuły przedstawiają współczesne koncepcje i problemy nauczania przedmiotów przyrodniczych aczkolwiek ich autorzy pamiętają o ciągłości historii nauk przyrodniczych i ich nauczania. I tak dr Iwona Maciejowska z Uniwersytetu Jagiellońskiego przedstawia IBSE jako najbardziej modną obecnie strategię edukacyjną zwracając przy tym uwagę na jej historyczne korzenie ("IBSE można po polsku nazwać kształceniem przez odkrywanie - odnosząc się do teorii W. Okonia"). Dr Piotr Jagodziński i Robert Wolski, z Uniwersytetu w Poznaniu, przedstawiają metodę nauczania dzieci niesłyszących z zastosowaniem filmowych eksperymentów chemicznych. Artykuł ten ukazuje na zmiany jakie miały miejsce w ostatnich 200 latach jeżeli chodzi o edukację osób niepełnosprawnych albowiem dzieci głuche od wieków nie były kształcone tak samo jak ich słyszący rówieśnicy, przeważnie były zamykane w ośrodkach opieki, gdzie rzadko kiedy bywały uczone czegoś więcej niż prostej komunikacji za pomocą języka migowego i prostego zawodu. Obecnie się to zmienia - czego najlepszym przykładem jest wspomniany artykuł. Kolejna publikacja, pani Katarzyny Sochy (reprezentującej UP) ukazuje w jaki sposób najnowocześniejsze i najbardziej ważne dziś tematy - inżynieria genetyczna i biotechnologia - wchodzą do programów szkół i jak się zmieniają wraz ze zmianami podstawy programowej. Ostatni artykuł, dr. Pawła Cieśli, Iwony Stawoskiej i Małgorzaty Nodzyńskiej (z UP) przedstawia w jaki nietradycyjny sposób można wykonywać doświadczenia chemiczne pracując z uczniami szczególnie uzdolnionymi w wirtualnej szkole.

Ukazanie w jednej publikacji zarówno historii nauk przyrodniczych i rozwoju dydaktyki tej dziedziny jak i nowoczesnych rozwiązań dydaktycznych, opartych jednak na wielowiekowej tradycji dydaktycznej przyczyni się na pewno do poszerzenia wiedzy jej czytelników.

Małgorzata Nodzyńska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Literatura:

Bogdańska-Zarembina, A., Łaskiewicz, E.: (1970) *Zasady nauczania chemii* [W:] *Metodyka nauczania chemii*, Warszawa.

- Cieśla P., Nodzyńska M.: (2007) *Kitchen or laboratory-chemistry for gourmets*, [w:] Technical Creativity In School's Curricula With The Form Of Project Learning »From Idea To The Product«, Portorože, s. 173-177.
- Cieśla P., Nodzyńska M., Paško J.R.: (2005) *Production of steel as an example of the form of project learning at secondary school level*, [w:] Technical Creativity In School's Curricula With The Form Of Project Learning »from the kindergarten to the technical faculty« From idea to the product, Portorož, Slovenia, s. 74 -76.
- Cieśla P., Paško J.R.: (2008) *Wpływ koncepcji nauczania chemii z I połowy XX w. na obecne tendencje*, [w:] Current Trends in Chemical Curricula, Charles University In Prague- Faculty of Science, Prague, s. 5-9.
- Gasiorowska Z.: (1932) *Przyroda w szkole metodą zamierzeń*. Praca Szkolna nr 4.
- Nodzyńska M.: (2002) *Metoda projektów w nauczaniu przyrody*, [w:] Streszczenia Konferencji naukowo-dydaktycznej dla nauczycieli nauk przyrodniczych, Toruń, s. 9.
- Nodzyńska M.: (2003) *Metoda projektów w nauczaniu przyszłych nauczycieli*, [w:] Pregraduální příprava a postgraduální vzdělávání učitele chemie, Ostrava, s. 162-167.
- Nodzyńska M.: (2005) *Using the project method in excursions of educational character*, [w:] Technical Creativity In School's Curricula With The Form Of Learning »from the kindergarten to the technical faculty« From idea to the product, Portorož, Slovenia, s. 44- 46.
- Nodzyńska M.: (2007) *Metoda projektów w nauczaniu przyszłych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych*, [w:] Innowacje w edukacji akademickiej, tom VI, nr 1, s. 77-82.
- Nodzyńska M.: (2010) *Pojęcia i ich definicje - Kształtowanie definicji podstawowych pojęć chemicznych w procesie edukacyjnym zgodnie z zasadami językoznawstwa kognitywnego*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego.
- Nodzyńska M., Paško J.R.: (2002) *Wpływ rozwoju koncepcji teoretycznych nauczanie pojęć w chemii* [w:] Aktualni Otázky Vyučky Chemie XII, Hradec Králové, s.128-130;
- Nodzyńska M., Paško J.R.: (2004) *Dlaczego teorię kwasów i zasad Arrheniusa należy zastąpić teorią Brønstedta i Lowry'ego* [w:] Chemické rozhl'ady 5/2004 IUVENTA Bratislava, s. 128-131.
- Paško J.R.: (1998) *Nauczanie chemii historyczno-strukturalne czy funkcyjne* [w:] Materiały międzynarodowego seminarium problemów dydaktyki chemii t VII Opole s. 21-23.
- Paško J.R.: (2002) *Atomy historia czy rzeczywistość* [w:] Aktuální otázky výuky chemie, Gaudeamus, Hradec Králové, s. 125-127.
- Paško J.R.: (2003) *Czy trudności w nauczaniu chemii można upatrywać w jej tajemniczości?* [W:] Pregraduální příprava a postgraduální vzdělávání učitele chemie, Ostrava.
- Paško J.R.: (2004) *Pewne fakty w procesie kształcenia chemicznego są pomijane bo burzą nasze wyobrażenia*, [w:] Sborník prací Pedagogické Fakulty Masarykovy Univerzity v Brně č. 179 Řada přírodních Věd č. 24, Masarykova univerzita, Brno, s. 206-209.
- Paško J.R., Kucharska-Żądło M.: (2005) *Wpływ historycznego rozwoju pojęcia wartościowości na jego brzmienie w podręcznikach szkolnych* [W:] Aktualni otázky vyučky chemie. Hradec Kralove.
- Skarżyński J.: (1931) *Jak uczyć metodą projektów*. Praca Szkolna nr 5.
- Stanisławski J.: (1929) *Nauczanie metodą projektów*. Chowanna.
- Szymański M.: (2000) *O metodzie projektów*. Żak, Warszawa.
- Szczypiński P.: (1932) *Ogródek szkolny w Hołoblach*. Dziennik Urzędowy Kuratorium Okręgu Wołyńskiego.
- Szypiska M.: (1932) *Przyroda w szkole metodą zamierzeń*. Praca Szkolna nr 5-6.
- Wasilewski M.: (2002a) *Rozwój pojęcia wartościowości w XX wieku*. [W:] Profil ucitele chemie Gaudeamus Hradec Kralowe.
- Wasilewski M.: (2002b) *Półtora wieku ewolucji pojęcia wartościowości*. [W:] Profil ucitele chemie Gaudeamus Hradec Kralowe. spektroskopia spektroskopia

OD ALCHEMII DO CHEMII W DATACH



Anna MICHNIEWSKA
Patrycja PIKUZIŃSKA
Kamila PIWOWARCZYK
Paulina PLUTA



Alchemia – przednaukowa praktyka łącząca elementy zawarte obecnie w chemii, fizyce, sztuce, samotycozy, psychologii, metalurgii, medycynie, astrologii, mistycyzmie i religii. Wspólnym celem alchemików było odkrycie metody transformacji ołowiu w złoto (kamień filozoficzny), lekarstwa na wszelkie choroby (panaceum) oraz eliksiru nieśmiertelności. Alchemię można uważać za bezpośredniego przodka współczesnej chemii. Alchemia symbolizowała to także część rytuału "nieomniulskiej podróży" symbolizująca między innymi ascezę prowadzącą do masonskiej gnosis wiedzy dla wjaśnirniczozy.

Tales z Miletu

VI w. p.n.e. – wszystko co istnieje, powstało z wody

Empedokles z Agrigentu

IV w. p.n.e. – wszystkie ciała powstają w wyniku zmieszania tych 4 elementów

Demokryt z Abdry

IV w. p.n.e. – atomistyczna teoria materii

Arystoteles

IV w. p.n.e. – teoria czterech żywiołów

Boles z Mendela (Pseudo Demokryt)

I w. p.n.e. – przemiana jednych metali w inne, a przede wszystkim ołowiu w złoto

NASZA ERA

Maria Prophetissa (Maryja Prorokini), zwana Żydówką

I wiek n.e. – wynalazek aparatu destylacyjnego

Zsaimo

III wieku n.e. – opis metody otrzymywania octanu ołowiu(II) znanego ze słodkiego smaku i trujących właściwości.

Ge Hong

I w. n.e. – opisał on przemiany alchemiczne za pomocą których można było uzyskać środki zapewniający wieczną młodość i nieśmiertelność oraz posiadać nadprzyrodzone zdolności. Opisał także przemianę rtęci i cynobru w złoto

Dżalir Ibn Hajjan

VI/III w. – opis właściwości chlorku amonu i sposoby otrzymywania białej ołowianej. W wyniku procesu destylacji otrzymał kwas octowy z octu; potrafił wyprodukować roztwór kwasu azotowego(V). Ustalił, że rtęć jest metalem mimo iż jest ciężkie w temperaturze pokojowej. Badając siarkę poza ustaleniem jej palności zastanowił go jej złoty kolor. Opierając się na tym fakcie wysnuł wniosek, że siarka i rtęć połączone w odpowiednich proporcjach dadzą złoto, oraz postawił tezę, że te dwa pierwiastki stanowią podstawę dla innych metali.

Ar-Razi

IX/X w. – badania nad zastosowaniem gipsu przy złamaniach, opisywał on swoje W celu uzyskania złota do doświadczeń z rtęcią i siarką używał dodatkowo soli kuchennej.

Ibn Sina(Awiceenna)

XVI w. – Ocalił teorie przemiany metali w złoto, był największym i najsłynniejszym lekarzem aż do czasów nowożytnych.

Pseudo-Geber

XIV w. – opisał kwas siarkowy(VI) oraz podał metodę otrzymywania słęznego kwasu azotowego(V).

Andreas Libau zwanego Libaviusem

XVI w. – opisał sposób otrzymywania kwasu solnego, chlorku cyny(IV), siarczanu(VI) amonu. U niego po raz pierwszy znajdujemy opis wody królewskiej, oraz sposób rozpoznawania minerałów na podstawie kryształów uzyskanych po odparowaniu roztworu.

Johanna R. Glauberta

XVII w. – opisał sposób wytworzenia kwasu solnego przez działanie kwasem siarkowym(VI) na chlorek sodu. W wyniku tego procesu uzyskał $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ i odkrył jego działanie przeczyszczające. Glaubert nazwał tę sól sał mirabile (cudowna) i twierdził, że jest to lek na wszelkie dolegliwości czyli tak poszukiwany przez alchemików panaceum.

Hennig Brand

XVII w. – wyodrębnił czysty fosfor

1661r. – koniec alchemii poczętek chemii

Roberta Boyle'a dzieło The Skeptical Chymist (1661), w którym wyraźnie rozgraniczył on chemię jako naukę od przednaukowych badań alchemicznych. Kluczowe znaczenie tej pracy polegało na postulatcie wyraźnego oddzielenia opisu wyniku prowadzonych badań i wynikających z tych badań bezpośrednich wniosków od ich filozoficzno-ascetycznych interpretacji.



Chemia (grec. χημία chemia) – nauka badająca naturę i własności substancji, a zwłaszcza przemiany tych substancji, gdy się je ze sobą zmiesza. Współcześnie wiadomo, że przemiany substancji wynikają z praw, według których atomy łączą się poprzez wiązania chemiczne w mniej lub bardziej trwałe cząsteczki chemiczne, a także praw według których wiązania pękają i tworzą się ponownie prowadząc do przemian jednych związków w drugie co jest nazywane reakcjami chemicznymi. Chemia zajmuje się także rozróżnieniem własnościami substancji wynikającymi bezpośrednio z ich budowy atomowej.

1697 – G. E. Stahl ogłosił hipotezę flogistonu.

1748 – W. M. Lomonosow odkrył zasadę zachowania masy.

1777 – A. L. Lavoisier wyjaśnił, że spalanie to proces łączenia się substancji z tlenem.

1793-1811 – sformułowano i ogłoszono prawa stechiometryczne: prawa stosunków równoważnikowych (J. B. Richter w 1793 r.), stosunków stałych (J. Proust w 1799 r.), stosunków wielokrotnych (J. Dalton w 1803 r.) i stosunków objętościowych (J. L. Gay-Lussac w 1811 r.).

1803 – J. Dalton sformułował teorię atomistyczną, która przyjmuje istnienie atomów.

1811 – A. Avogadro wysunął hipotezę o istnieniu cząsteczek jako najmniejszej ilości substancji zdolnej do występowania w stanie wolnym.

1828 – F. Wöhler obalił teorię "vis vitalis" ("siły życiowej") w wyniku otrzymania związku organicznego ze związku nieorganicznego.

1833 – M. Faraday ogłosił prawa elektrolizy.

1835 – J. J. Berzelius opublikował elektrostrostatyczny związek chemiczny.

1840 – G. H. Hess wykazał związek między efektami cieplnymi reakcji umożliwiając sformułowanie I i II zasady termodynamiki.

1858 – S. Cantizaro ogłosił założenie o niepodzielności atomów i podzielności cząsteczek.

1861 – A. M. Butlerow wykazał zależność właściwości chemicznych związków organicznych od struktury ich cząsteczek.

1865 – F. A. Kekulé podał strukturę cząsteczki benzenu.

1867 – G. M. Guldberg i P. Waage odkryli prawo działania mas.

1869 – Dymitr I. Mendelejew ogłosił tabelaryczny układ pierwiastków (tablica Mendelejewa, składnik tej aplikacji).

1883 – W. H. Nemst stworzył teorię ognia galwanicznego.

1884 – H. L. L. Le Chatelier odkrył regułę przokory.

1886 – Odkrycie praw dotyczących ciśnienia osmotycznego.

1887 – S. A. Arrhenius sformułował teorię dysocjacji elektrolitycznej.

1887 – F. M. Raoult odkrył prawa rządzące roztworami ciełymi.

1896 – A. H. Becquerel odkrył naturalną promieniotwórczość uranu.

1913 – N. Bohr podał planetarny model atomu wodoru.

1916-19 – W. Kossel, G. N. Lewis i I. Langmuir stworzyli teorię wiązań chemicznych.

1919 – E. Rutherford dokonał sztucznej przemiany jądrowej.

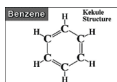
1923 – P. J. Dabney i E. Hücker opracowali teorię elektrolitów mocnych.

1927 – E. U. Condon, W. Heitler i M. Polanyi wyjaśnił istoty wiązania między atomami wodoru w jego cząsteczce.

1935 – H. Eyring i M. Polanyi opracowali teorię kompleksów aktywnych.

1965 – R. B. Woodward i R. Hoffmann opracowali reguły dotyczące przebiegu tzw. reakcji uzgodnionych.

1967-87 – Znaczący postęp w dziedzinie syntezy stereoselektywnej dzięki D. J. Cramowi, J. M. Lehnowi i C. J. Pedersenowi.



Krótki zarys rozwoju nauk ścisłych na przestrzeni wieków

Natalia Regulska, Anna Frączek, Marta Mamica

Marek Łakomy, Krzysztof Bodnicki, Łukasz Nowak

Cała nasza wiedza przyrodnicza wyrosła z obserwacji. Od zarania swego istnienia człowiek obserwował przyrodę. Pierwotnie wykorzystywał różne substancje w stanie naturalnym, potem nauczył się je przetwarzać. W ten sposób powstały rzemiosła takie jak metalurgia, garncarstwo i przygotowanie potraw, które wymagały zastosowania ognia. Z nich rozwinęła się chemia [Mierzecki, 1985].

W kręgu kultury europejskiej pierwsze próby uogólniania obserwacji pojawiły się w VI w. p.n.e., wśród plemion greckich zamieszkujących zachodnie wybrzeża i wyspy dzisiejszej Turcji oraz półwysep Peloponez. Na początku wyodrębniły się dwa różne poglądy na istotę przyrody. Filozofowie z wysp Jońskich tzw. naturaliści lub przyrodnicy opierali się na obserwacjach przyrody i szukali uogólnień dotyczących powstawania i przemian wszechświata, odrzucając przy tym interpretację mitologiczną. Drugą grupę stanowili eleaci z Elei, którzy uważali, że prawdę można poznać tylko za pomocą rozumu. Kolejną grupę stanowili filozofowie skupieni wokół Pitagorasa. Dokonali oni odkrycia, że napięte struny współbrzmiały ze sobą harmonijnie, tylko jeśli ich długości pozostają względem siebie w stosunku niewielkich liczb całkowitych. Dało to podstawę do przekonania, że świat można opisać za pomocą liczb. Pitagorejczycy wprowadzili więc matematykę do opisu zjawisk. W III i IV w. n.e. głównym ośrodkiem naukowym była biblioteka i muzeum w egipsko-greckiej Aleksandrii. W pismach uczonego Zosimosa znajdujemy po raz pierwszy termin „CHEMIA”. Jego pochodzenie do dziś nie jest jednoznacznie ustalone. Zgodnie z jedną z hipotez miał on pochodzić od nazwy ‘chemi’, oznaczającej Dolny (Czarny) Egipt - kraj, który dzięki rozwojowi metod balsamowania zwłok bez wątpienia był jedną z kolebek chemii. Za twórcę sztuki chemicznej uważany był egipski bóg Toth, utożsamiany z greckim bogiem Hermesem (stąd w średniowieczu nazwano chemię nauką hermetyczną, który to termin w zmienionym znaczeniu używany jest do dzisiaj). Inna hipoteza łączy termin „chemia” z greckim słowem ‘chymea’ - oznaczającym sztukę wytapiania metali lub słowem ‘chymos’ - oznaczającym „sok” spływający z rozgrzanych rud. Według ostatniej hipotezy termin „chemia” ma pochodzić od hebrajskiego rdzenia ‘chm’ - oznaczającego coś, co jest gorące [Bergandy, 1997].

We wczesnym średniowieczu, arabowie dodali rodzajnik ‘al-’ do Zosimosowskiego terminu „chemia”. Chemicy arabscy zwani alchemikami zajmowali się również medycyną. Rozwijali oni naukę greckiego filozofa Galena o stosowaniu produktów roślinnych jako leków. W nauce uznaje się jednak, że alchemia trwała znacznie dłużej niż średniowiecze. Należy przy tym odgraniczyć zdobycze praktyki chemicznej osiągnięte w czasach średniowiecznych od światopoglądu alchemików. Głównym osiągnięciem praktycznej chemii średniowiecza był rozwój techniki rozdzielania i oczyszczania substancji. Już pod koniec czasów starożytnych znano destylację. W średniowieczu poznano różne rodzaje krystalizacji czy sublimacji. Wskutek tego chemię nazwano w średniowieczu nauką spagiryiczną lub hermetyczno-spagiryiczną (z gr. spao - dzielić, ageiro - łączyć). Metody rozdzielania pozwoliły wyodrębnić kilka nowych substancji, przede wszystkim podstawowe kwasy nieorganiczne i alkalia, a także antymon i fosfor. Kwasy otrzymano przez prażenie mieszanin soli i skraplanie wydzielających się przy tym oparów, uważane za „duchy” tych soli. Tak więc np., aby uzyskać wodę królewską, rozpuszczającą „króla metali” – złoto, prażono mieszaninę saletry i salmiaku. Głównym mitem średniowiecznej alchemii było istnienie tzw. kamienia filozoficznego. Miał to być sztucznie wytworzony, subtelnym biały proszek, a z drugiej strony można go było traktować, jak symbol umiejętności i zdolności alchemika. Alchemia została ściśle powiązana z medycyną. Uważano bowiem uzdrawianie chorych za proces analogiczny do oczyszczania metali. W XVI w. wyłoniła się z niej jatrochemia, zwana też

chymijatrią (na gruncie tej nauki powstała farmacja). Jej twórcą i głównym przedstawicielem był alchemik szwajcarski Theophrastus – Bombast von Hohenheim, który przyjął pseudonim Paracelsus. Wprowadził on do lecznictwa substancję mineralną [Mierzecki, 1985].

Do końca XIII w. zaczęto wnioski rozumowe weryfikować na podstawie obserwacji, a wyniki obserwacji przedstawiać w formie geometrycznej. Przykładano coraz większą wagę do tego sposobu analizy zjawisk, uznając opis ilościowy za cenniejszy od jakościowego. Tendencję tą ilustrują opublikowane w połowie XV w. rozważania Kopernika, który na podstawie obserwacji ruchów Księżyca i obliczeń matematycznych wykazał, że geocentryczny opis ruchu planet jest prostszy niż model geocentryczny. Przyjęte przez Kopernika kołowe tory planet były zgodne z Ptolemejskimi teoriami ruchów po idealnych okręgach. Rozwój aparatu matematycznego zwiększył rolę doświadczenia w jego nowym znaczeniu. W średniowieczu przez termin „doświadczenie” rozumiano obserwację zjawisk w warunkach naturalnych. Galileusz ustalał celowo warunki doświadczenia, by analizować ich ilościowe skutki. Wysiadał on wnioski z celowo zaplanowanych doświadczeń. Rozwijał on sposób rozumowania starożytnych pitagorejczyków, szukając matematycznej harmonii wszechświata. W następnym stuleciu Isaac Newton zwrócił uwagę na duże znaczenie dedukcji, podkreślał on przy tym, że wnioski muszą być potwierdzone przez doświadczenie. Na początku XVIII w., już w czasie rozpowszechniania się metod ilościowych sformułowana została pierwsza teoria chemiczna – teoria flogistonu. Porządkowała ona obserwowane reakcje chemiczne. Istotnym przejawem stałe zwiększającej się roli podejścia ilościowego było sformułowanie na przełomie XVIII i XIX w. ilościowych praw chemii. Pierwszym z nich było prawo zachowania masy, nigdy przez nikogo nie kwestionowane, a sprawdzone dopiero na początku XX w. [Brock, 1997].

W pierwszej połowie XIX w., dzięki skonkretyzowaniu pojęcia pierwiastków chemicznych, nastąpił ogromny rozwój chemii nieorganicznej. Odkryto i zsyntetyzowano wiele nowych związków oraz opracowano nowe metody analizy i syntezy. W okresie tym z surowców naturalnych, a także z produktów przeróbki węgla, wyodrębniono wiele nowych związków, które dziś zaliczamy do aromatycznych. Nauczono się wprowadzać do nich inne pierwiastki i grupy pierwiastków. Uzyskano też na drodze syntezy związki chemiczne, występujące do tego czasu tylko w organizmach żywych. Tak więc obok rozwijającej się wciąż chemii mineralnej zaczęła się rozwijać chemia związków węgla, zwana coraz częściej chemią organiczną. W chemii zaczęto stosować coraz częściej zdobycze nauk fizycznych. Oprócz dawniej stosowanych metod rozdzielania substancji: destylacji i krystalizacji oraz metod wagowych; mechanika, elektryczność, optyka i termodynamika zaczęły być również pomocne w opisie procesów chemicznych. Doprowadziło to do wyodrębnienia chemii fizycznej jako odrębnej gałęzi chemii. Mimo ogromnego rozwoju praktycznego zastosowania nauk ścisłych uczeni byli często zniechęceni. Wydawało się im, że poznano już wszystkie istotne i niewzruszone prawa przyrody i że mogą oni co najwyżej jeszcze udoskonalać urządzenia techniczne zwiększające dokładność pomiaru, lub wytwarzać nowe materiały. Nie przywiązywano dużej wagi do kilku nierozwiązanych do końca problemów, jak np. uporządkowanie linii widm atomowych, zjawiska optyczne w rurach próżniowych, zagadnienie promieniowania ciała doskonale czarnego, czy też prędkość Ziemi względem eteru kosmicznego [Mierzecki, 1985].

Rozwiązanie właśnie tych lekceważonych problemów spowodowało na przełomie XIX i XX w. zasadniczy przewrót w naukach przyrodniczych. Znalezione doświadczalne dowody złożonej struktury atomu. Albert Einstein udowodnił teoretycznie możliwość zamiany korpuskularnej formy materii na formę energetyczną. Dzięki rozwojowi metod statystycznych odżywała Demokrytowska koncepcja tłumaczenia zjawisk makroskopowych przez nieobserwowane bezpośrednio zjawiska mikroskopowe. Prace Erwina Schrödingera i Wernera Heisenberga nad metodami mechaniki kwantowej doprowadziły do opracowania nowych metod matematycznych opartych na teorii operatorów i macierzy. Rozwój analitycznego poznawania poszczególnych gałęzi wiedzy jest już tak zaawansowany, że coraz częściej widoczna staje się tendencja odwrotna

do dotychczasowej - syntetycznego, holistycznego spojrzenia na świat. Kolejno łączą się w całość poszczególne gałęzie nauki. Coraz częściej zdajemy sobie sprawę, że analityczne rozpatrywanie poszczególnych zjawisk i dziedzin, słuszne na pewnym etapie poznawania przyrody zaczyna być obecnie niewystarczające [Brock, 1997; Mierzecki, 1985].

Literatura:

Bergandy W.: (1997) *Od alchemii do chemii kwantowej. Zarys historii rozwoju chemii*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.

Brock W.H.: (1997) *Viewegs Geschichte der Chemie* (Originaltitel: The Fontana History of Chemistry, übersetzt von Brigitte Kleidt und Heike Voelker). Wiesbaden: Vieweg.

Mierzecki R.: (1985) *Historyczny rozwój pojęć chemicznych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Natalia Regulska¹, Anna Frączek¹, Marta Mamica¹

Marek Łakomy¹, Krzysztof Bodnicki¹, Łukasz Nowak²

¹Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

²Instytut Filologii Germańskiej

Uniwersytet Jagielloński

Kraków, PL

Teaching of natural science basis - from ancient to modern times

Eliza Maria Chodkowska

Introduction

A history of humankind can be presented on the basis of different criteria. One of the most important is a development of natural science knowledge. This importance is a result of a function of understanding the nature in a context of human needs which are satisfied through a study of nature including:

- cognitive needs- the environment raises a natural curiosity of experiencing and understanding,
- safety needs- including individual and species safety,
- a need of achievements (discovering, inventing etc.).

A progress of humankind is mutually connected with its advance in natural science knowledge: a progress of humankind determined and determines a development of natural science knowledge as far as a development of natural science knowledge determined and determines a progress of humankind.

The most important engine and mechanism of natural science knowledge development is its teaching. That is why a transfer of natural science knowledge appeared at very early stages of civilization's development and in each place where it tended to be the fastest. At the same time in numerous cultures a transfer of natural science knowledge was connected with the beginning of individual education as it was started in a period of life in which in nowadays terms a primary socialization or early education takes place. It concerns all the subsequent époques: ancient times, Medium Ages, early modern period and present times.

Early natural science education in ancient times

In ancient Egypt natural science knowledge similarly to other kind of knowledge (reading, writing, counting) was reserved to the ruling class: officials and priests. Schools constituted often an element of temples' complex, thus knowledge acquired there remained in a straight relationship with the religious aspect [Ornstein & Levine, 2008]. Natural science knowledge was particularly important in the professions playing special roles in the society of those times. The medical education was started early, a child was entrusted to adequate institutions (Houses of Life) organized in the temples. The next stage was learning of practical skills under master's (often father's) supervision [Gordetsky & O'Brien, 2009]. Also, the astronomers were educated, with time and thanks to knowledge transfer they managed to achieve a specialist knowledge permitting to create a solar calendar, division of the year into 365 days and precise predicting of sun and moon eclipses [Sarma, 2000]. One more profession demanding a familiarity with natural world was alchemist-metallurgist job, alchemists were working on metal alloys, enamels, dyes and with time they passed into a research over the methods of gold production [Zwoźniak, 1978].

In ancient Greece two streams of natural science education appeared. In the first- practical stream- a child was prepared for a given profession, which very often took place in a family house. The second- theoretical stream served to gather knowledge for satisfaction of cognitive needs and concerned teaching of natural philosophy. Yet the first philosophers, such as Thales, Pythagoras and Leucippus had their students to whom they transferred their conceptions concerning the rules governing the world. From Vth century BC sophists- a kind of roaming teachers appeared and they were teaching among other disciplines also some elements of natural science knowledge [Cordasco, 1976]. Platonic Academy formed in Athens in 387 BC educated boys starting from 6th years old in many disciplines including mathematics, astronomy and natural science. Another important school is which a knowledge in natural science strictly connected with natural philosophy was taught was Lyceum- founded by Aristotle. The students there were educated owing to a created by Aristotle rule of science empiricism- they had to understand that universal truths may be acquired on a way of observation and later deduction [Ornstein & Levine, 2008].

In ancient India natural science knowledge was taught in monastery and civil schools following two directions: theoretical knowledge as a part of general education and practical knowledge- medical, chemical (metal alloys, dyes) and astronomical knowledge. In secular institutes which developed the most in the years 200 BC till 400 AD it was possible to learn many practical professions like medicine. The most famous among those institutes were in Nalanda, Takshasila and Vikramsila. The range of studies there was very wide, comprising many of science and natural science subjects [Rama Rao, 1997]. The art of cure called Ayurveda taught in India is practiced all over the world till modern times [Pullaiah, 2006].

In ancient China early education was started with fighting techniques learning and philosophical books study. The only science subject taught at this level of school education was arithmetic. A control of school program on a national level was developed already in the times of Han dynasty, that is in the period from 206 BC to 221 AD. Thanks to such a system also children from the most poor families could, once finished a general school, continue their education on a higher, specialist level. On the basis of early education other skills (including natural science education) were learnt- the theoretical knowledge was taught and abilities were learnt [DiCicco, 2003]. The effect of such teaching was above all a development of innovatory as for those times knowledge concerning botany, zoology, mineralogy, metallurgy and astronomy [Needham, 1986].

Natural science education in Medium Ages

In Medium Ages the development and transfer of natural science knowledge underwent a recession. In Europe at that time religious teaching was dominating which caused a narrowing of education areas- natural science knowledge was transferred only for practical aims like professions' learning in a limited range. Only university education enabled advance of one's natural science knowledge through medicine or natural philosophy studies. Thus at that time in Europe no early natural science education existed. Education, also in natural science and science domains, both in practical and philosophical dimensions started to develop intensively together with a formation of first universities, that is in the period from XI to XII century. Till the time of first universities formation all education system was concentrated in the institutions belonging to the catholic church. Medieval universities which were attended by young people from 15 years old up, provided students with education in the domains of law, theology, but also philosophy (including natural philosophy) and medicine. The medieval natural philosophy comprised the explanation of observed phenomena- thus it was precursory to the present natural science subjects. Apart from that it was touching metaphysical and theological areas [Ornstein & Levine, 2008].

Natural science education was at that time developing better in Arabic countries than in European ones. It could be considered as a continuation of ancient times achievements- mostly in medicine and astronomy [Ornstein & Levine, 2008]. Teaching of natural science basis started early in Arabic „madrasah” schools and was purposed for the most skilled students [Szołginia, 1992]. Continuation of natural science education could proceed in academies and universities which were being formed in Arabic countries from IXth century- agriculture, chemistry, medicine, astronomy, geography and zoology could be studied there. The most famous educational centers of Arabic culture were at that time: Gundishapur Academy, in pre-Islamic times the main centre for science development in Sassanid empire and then a Muslim centre of education offering a possibility of studying science, philosophy, medicine and theology and House of Wisdom in Bagdad, existing from IXth to XIVth century, where such science and natural science subjects as: astronomy, mathematics, agriculture, medicine, chemistry, zoology and geography were taught, also a scientific research was conducted there [Modelski, 2003]. In IXth century Bimaristan schools of Islamic medicine were formed, the students could acquire there the diplomas giving them the rights to run a practice in the domains of Islamic medicine and they received a degree of medical science doctors. In Al-Azhar University formed in Cairo in Xth century a possibility of Islamic astronomy studies existed [Alatas, 2006].

Natural science education in early modern times

In XVIIIth century the Enlightenment brought a fast development of natural science knowledge both in Europe and in Asia - the foundations of modern medicine, chemistry and biology were formed in that period [Ornstein & Levine, 2008]. In Poland natural science education became then a part of early education. It was possible thanks to secularization of education and leaving apart theological-based kind of teaching. The first handbooks, including biology and chemistry handbooks were being created [Wislocki, 1868]. In contrary to Medieval époque in which the ideas of education were based on the past, the philosophers, scientists and teachers of Enlightenment were analyzing the present and projecting the future. An importance of rationalism and scientific method was emphasized as a mean of improving the present situation and creating a better future. The methods of scientific observations which enabled to discover in which way a world around us and the wider than this world universe work, were used. The teachers, while educating, were observing the children and especially their level of general development and chosen games and activities to create an adequate program of teaching. The reformers of education were assuming a foundation that teachers should base their work on the interests and needs of children [Ornstein & Levine, 2008]. In Poland, Commission of National Education created a Society for Elementary Books, which elaborated pioneer handbooks serving for general education. Within the framework on such handbooks, a Polish nomenclature for natural science and science was developed. All in all 27 handbooks were created, in which a scientific nomenclature for the domains such as physics, mathematics and chemistry was presented. The Commission itself was created in order to secularize primary and secondary education in Poland, because till that time the education was organized by catholic church and the education in the area of catholic theology was emphasized while the other matters were treated as inferior [Wislocki, 1868]. The Romanticism, a stream began in the middle of XIXth century gave a new shape to science and what follows to science transferring during the education process. The significant event in biology development was a formulation of evolution theory by Darwin, in physics- electrodynamics development, in mathematics- creation of non-Euclidean geometry and in chemistry- a birth of a new domain of that science- organic chemistry [Bossi & Poggi, 1994].

Modern education- chosen systems

In Great Britain the education in all free of charge state schools is regulated by the National Curriculum comprising 12 subjects. The subject named generally as „science” includes elements of physical, chemical and biological knowledge and it is, similarly to mathematics and English language, obligatory at every stage of education. Natural science education starts from 5 years old. The first stage of natural science teaching includes four units: the ways of investigating the surrounding, life and its forms, materials and their properties and physical processes. Primarily a general subject called “science” may transform into particular subjects, including biology and chemistry [<http://curriculum.qcda.gov.uk>].

In Russia obligatory education starts from 6 year old. First, primary stage includes teaching of natural science knowledge within integrated education. The aim of this early education is not to acquire concrete information concerning certain domains, but: developing of general skills of learning, which would determine pupil’s further progresses in acquiring of knowledge and making aware of a interdependency between individual domains of knowledge which would serve to integrate the subjects into one entity [http://www.russia-ic.com/education_science/].

In China - obligatory education lasts from 7 year old. From the beginning to the end teaching of natural science knowledge in a primary school is concentrated in one subject. The most of school learning time (about 60%) is devoted to Chinese language and mathematics, while natural science lessons constitute 4% of total learning time. In the course of further education, in secondary school, a general subject covering natural science is divided into biology, chemistry and physics [<http://www.edu.cn/>].

In Poland first stage of education includes integrated education with natural science elements. In the second stage of education in the primary school, in IV-VI classes a partial division of the material into particular subject of teaching is performed, and the knowledge concerning biology, chemistry, geography and physics are combined into one common subject called "natural science". Natural science is taught for nine hours weekly in a three-years period of education [Dz.U. Nr 15, poz. 142, 2002, z późn. zm.].

Modern natural science education versus civilization challenges

In nowadays world a demand for natural science knowledge in different domains of life increases. Thus it is important not only to teach the basis of present knowledge and possible results of human's and created by humankind modern technology interference with natural environment, but also understanding of a further context of interactions between science, technology, society and environment. It enables a transfer of natural science knowledge together with a knowledge about its impact on particular domains of life and inversely, to show the social contexts which determined or are still determining the directions of technology development or trends in natural science research. The response to those challenges are innovative education systems. One of the most known among them is STSE (Science, technology, society and environment education) applied in some schools of Great Britain, USA and Canada. The foundations of that system are based on the assumptions that natural science and science education aim is not only to support a student with knowledge, but also to make students understand a wider context of interactions between science, environment, society and technology. It is then necessary to transfer natural science and science knowledge together with a knowledge about the impact of science on different areas of life: both positive and negative impact and about the methods of decreasing those negative results. In STSE system four main stages of educational process are included. First of them is understanding and appreciating of science and technology impact on social life and of social life impact on science and technology development, the second one is understanding of mechanisms which decide about particular decisions concerning the directions of natural science research development and forming an ability to calculate advantages and disadvantages connected with such decisions, the third one is forming of one's opinion concerning science-technology-society-environment matters and the last fourth stage is preparing to undertake particular action and realizing then adequately to social needs [Hodson, 2003].

An important base of early natural science education is a direct contact of a child with natural environment which is around. A system basing on this assumption is known as „outdoor education”, that is education outside the walls of a school. The main aim for conducting of those forms of activities is a formation of child's understanding of the world around and thus finding its own place in the world of nature. The process of learning is realized by experiment- personal experiencing of the world- outside the classroom, in the nature. That kind of education requires engagement of all senses- a child gets to know the nature through its look, voices, smells, shapes, taste- for example of some fruits. „Outdoor education” unites a few disciplines of knowledge (chemistry, biology, geography, physics). Thanks to learning a relationship between a child and its natural environment is being formed [Priest, 1986]. „Outdoor education” is included into curriculum of natural science teaching in most of the developed and developing countries, however a range and the way of its realization is various and depends on the available means, teachers' preparation and parents' expectations as far as financial funds. Countries in which this element of natural science education in the most included into educational system are: United States, America and Great Britain [Gilbertson et al., 2006].

Conclusions

Natural science education has had a long history over the thousands of years. It is a way leading from a helplessness and fears of a human attempting to discover its environment to survive in it till the sense of human mind's power and consciousness of its impact on world's presence and future and a sense of sensibility connected with that.

The most important directions of those changes were:

- from elite to popular natural science education,
- from learning of action enabling the use of natural science knowledge to increase one's efficacy in certain performances, through its use in satisfying of cognitive needs (natural philosophy) to the integrated teaching of natural science theory and practice,
- from pure natural science education to natural science and ecological education which associates teaching with upbringing directed to form behaviors, consciousness and natural science and ecological culture,
- from anthropocentric to biocentric orientation- directing of acquired knowledge and skills based on it not only to fulfill human's needs, but above all to protect and support the environment of which a human being forms a part and thus the environment depends on human's action.

On analyzing the directions of changes in natural science education we should perceive a decrease of age of its beginning in modern times. It is connected with a development of pre-school and early school integrated education in which natural science and ecological knowledge takes a significant part. It is at the same time a big chance for early development of natural science talents and interests which in modern world are a basis for education preparing to many priority professions- medical, agricultural, chemical and biotechnological ones and additionally are an important factor deciding about individual and group life's quality.

It does not signify however that a decrease of natural science education beginning age, as far as its enrichment in new containing, methods and means gives measurable effects which would be transferred into later school achievements and a choice of further professional education at natural science faculties (biology and chemistry-based studies).

Also the changes in ecological consciousness which is based on understanding of natural science world and mutual dependences taking place between a man and its environment are proceeding relatively slowly. This natural science education and ecological upbringing remains still one of the main challenges of modern education, as far as a priority social matter in a local, national and global dimension.

Literature:

- Alatas S.F. (2006): *Current Sociology, From Jami'ah to University: Multiculturalism and Christian-Muslim Dialogue*. 54, 112-132.
- Bossi M. and Poggi S. (1994): *Romanticism in Science: Science in Europe, 1790-1840*. Boston: Kluver, 47.
- Cordasco F. (1976): *A Brief History of Education: A Handbook of Information on Greek, Roman, Medieval, Renaissance and Modern Educational Practice*. Lanham: Rowman and Littlefield, 5-6, 9.
- DiCicco J.M. (2003): *The Development of Leaders in Ancient China, Rome and Persia*. PAQ SPRING, 6-41.
- Gilbertson K., Bates T., McLaughlin T., Ewert A. (2006): *Outdoor Education: Methods and Strategies*. Champaign: Human Kinetics, 3-14.
- Gordetsky J., O'Brien J. (2009): *Urology and the Scientific Method in Ancient Egypt*. *Urology*, 3, 476-479.
- Hodson D. (2003): *Time for action: Science education for an alternative future*. *International Journal for Science Education*, 25, 645-670.
- Modelski G. (2003): *World Cities - 3000 to 2000*, Washington DC: Faros.
- Needham J. (1986): *Science and Civilization in China vol. 3 Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth*. Taipei: Caves Books Ltd., 208.
- Ornstein A.C., Levine D.U. (2008): *Foundations of education*. Boston: Houghton Mifflin Company, 62-63, 65-73, 75-79, 87-88.
- Priest S. (1986): *Redefining outdoor education: A matter of many relationships*. *Journal of Environmental Education*, 17, 13-15.

- Pullaiiah T. (2006): *Biodiversity in India vol. 4*. New Delhi: Daya Books, 83.
- Rama Rao P. (1997): *India: Science and Technology from Ancient Time to Today. Technology in Society*, 19, 415-447.
- Sarma N. (2000): *Diffusion of astronomy in the ancient world*. Endeavour, 24, 157-164.
- Szolginia W. (1992): *Architektura*. Warszawa: SIGMA NOT, 98.
- Wisłocki W. (1868): *Nauka języka polskiego w szkołach polskich przed Kopczyńskim*. Lwów, 4-6.
- Zwoźniak Z. (1978): *Alchemia*. Warszawa: Krajowa Agencja Wydawnicza, 15-16.
- <http://www.edu.cn/>.
- <http://curriculum.qcda.gov.uk/>.
- http://www.russia-ic.com/education_science/.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 12 lutego 2002 r. w sprawie ramowych planów nauczania w szkołach publicznych (DzU Nr 15, poz. 142, 2002).

Eliza Maria Chodkowska

Department of Food Chemistry and Toxicology

Faculty of Biology and Agriculture

Rzeszów University, PL

Methodology of Chemistry at schools – from alchemy to computers

Martin Bílek

Introduction

The orientation of natural science instruction (including chemistry) towards methodological tools in natural science cognition, i.e. empirical methods (e.g. observation, measurements, school chemical experiment), and theoretical methods (e.g. modelling), originates not only from its basis and subject of chemistry as a scientific discipline, but mainly from the characteristics of the methodology. For example methodology of chemistry was developed in long time with start in alchemy, continued through iatro-chemistry and chemistry to modern chemistry with computer technology equipped laboratories (see Fig. 1 – 6).



Figure 1 Alchemy lab from the age of Rudolph II.

(photo by M. Bílek)



Figure 2 Iatro-chemistry lab with typicalequipment



Figure 3 Chemistry lab of 18th century

(photo by M. Bílek)



Figure 4 Chemistry lab of 19th century



Figure 5 Chemistry lab of 20th century

(photo by <http://www.geology.cz/aplikace/fotoarchiv/fotoarchiv.php?foto=11957#mahled>)



Figure 6 Chemistry lab of 21st century

(photo by <http://www.faving.cz/files/images/reference/laboratore/01.jpg>)

When researching chemical features of matters or phenomena, it is necessary to join both empirical and theoretical processes in running a real experiment as the most powerful methodological means in natural science cognition. Its position is unsubstitutable even in the chemistry instruction, where it appears in various forms, e.g. it works as the demonstrational and pupils' experiment, and provides:

- motivation,
- starting information about the studied object,
- information on veracity of the learning content.

Following tasks are to be solved, so as experimental activities could be improved and a wide range of functions in the process of cognition was emphasized:

- defining single phases of observation focused on finding basic features of the observed objects or system,
- working out the process of cognition, including the thought experiment in chemistry, which is understood to be a certain form of modelling,
- analyzing an experiment as a method of cognition, mainly from the point of its function in the process of cognition,
- aiming at practical activities in running the experiment at problem-solving instruction.

Certain results have been received from the works which deal with the position and functions of current chemistry methodology elements and other natural sciences in their didactic systems. Following aspects and approaches may appear, e.g.:

- relation between the problem-solving principle and the system of experimental activities in chemistry instruction,
- mathematics and logic in the methodologically run chemistry instruction (mathematics as a methodological tool in the process of natural reality cognition),
- modelling and models in teaching chemistry and other natural science subjects,
- the issue of the development of material didactic means for methodologically oriented chemistry instruction etc.

This area also includes innovations of material didactic means. Attention is paid e.g. to those supporting school experiments with data administered by computer, computer simulations in the form of web applets, remote and virtual laboratories etc.

The subject of chemistry is again affected, as it was in late 1980s, by discussions on new content proposals, questions on the effectiveness of organizational forms, methods and procedures, adequacy of applied didactic means. It keeps on emphasizing general rules defined by Hellberg [1983] which call for:

- increasing the demands on abstract thinking in the process of instruction,
- removing unimportant items and emphasizing general character of single subjects,
- learning to understand the given subjects in relation to similar ones.

This requires increasing effectiveness and frequency in using the essential methodological tool of natural sciences, i.e. the school chemical experiment, and at the same time to apply new didactic means, mainly those on the digital basis (see differences in school chemical labs on Figures 7 and 8).



Figure 7 Traditional current school chemistry lab
(photo by <http://lide.uhk.cz/pdf/student/novakga1/obrazky/chem/laboratorV.jpg>)



Figure 8 Current chemistry lab with computers
(photo by M. Bílek)

Virtual environment enters everyday real life

Everyday real life brings more and more items of the virtual environment, new virtual worlds etc. Both children and adults are strongly motivated by experimenting, discovering and understanding things in their own way. School experiments are to be purposeful, i.e. clear, appropriated to pupils' age, simple, well organized and visible, safely provided. Is the remote or virtual (simulated) experiment able to meet these requirements? Challenges for research projects are to discover possibilities and their limits in the use of virtual environment supporting early science education, paying special attention to the early chemistry instruction. It means to research effectiveness of the computer simulations and natural science (chemical) animations applied in early science education (basic school, grades 8 – 9), either independently, or in various combinations with the real experiment. The core of the research is to assess relations, regularities and recommendations for meaningful and effective use of computer simulations and animations, remote and virtual laboratories, remote sensing, and to research pedagogical-psychological phenomena as pre-concepts, children's concepts, visual literacy etc.

Mathematics and natural sciences cannot exist without being supported by information and communication technologies (ICT). Digital technology has become their organic part and in important ways it enables discovering new pieces of knowledge, principles and shifts in current theories. This fact is realized by most teachers, students and pupils at all levels of the educational system. For the presented reasons the today's Science teacher is expected to master not only the field and subject, but also have basic knowledge in Informatics and the applied software. It is quite demanding because of a wide range of hardware and software products used in science and technical practice and their continuous development. Progress in digital technologies and their applications in natural science and technical fields are rapid, so it cannot be expected teachers will minutely master most of the offered products. What is expected, it is general knowledge and orientation in principles, and paying more attention to perspective information systems according to the subject they teach [Cyrus, Slabý and Bílek, 1997]. New didactic means, both material and non-material, and their application into the instructional process of certain subjects in theory and practice belong to the field didactics (subject didactics, i.e. former theory of instruction, field methodology). The current concept of subject didactics (subject methodology), and contemplated interdisciplinary didactics [Trna, 2005] take into consideration the latest results of development in new technologies. Thus it is insufficient to define the subject didactics as the combination of a subject and didactics only, but it is necessary to discover wider relations and contexts. A new item has appeared connecting all subject didactics – technology of education. This new stimulus supported by serious research activities should facilitate the implementation of latest technologies and models into the instructional process. This is the only way how the educational sphere is able to keep abreast of development in society called "information".

Methodological aspects of natural science/chemistry education

Methodological aspects cannot be omitted even in applications of information technologies in the science (chemistry) instruction. Starting from this point of view, the basic and general methodological tools (methods) are as follows:

- empirical methods: simple and controlled observation, real experiment, work with empirical hypothesis,
- theoretical methods: thought experiment, modelling on different theoretical level (material, mental, mathematical, etc.), work with theoretical hypothesis.

Simultaneously it is possible to advocate that two sciences function each other as methodologies, mainly in situations when the science reflecting simpler fields of phenomena carries out the function of a methodological tool towards the other science which solves more complicated problems. Thus Physics is the methodological tool towards Chemistry, and Chemistry towards Biology. Sometimes another situation may appear - a more abstract science, e.g. Mathematics, is the methodological tool towards the other sciences [Hellberg & Bílek 2000].

The function of the interactive medium is not directly, but vicariously methodological. It enables to apply basic empirical and theoretical methods in a faster, more complex way, and to save their results to memory in long-term periods, and to provide information on the history of the studied phenomenon at any time. This is a substantial auxiliary tool allowing improving methodology of gaining new and applying still existing pieces of information.

When considering the above presented aspects, computers have importance in connection to any other basic empirical or theoretical methods, or in mutual relation between them. Above all, they can work as a database of information gained in continuous monitoring, or control processes on all quantitative levels – laboratory (micro-, semi micro-, macro-) instrumentation and operating. This is the main way of ICT implementation in natural science practice. They serve as the tool enabling [Hellberg & Bílek 2000]:

- numeric operations (similar to high-level calculator);
- monitoring, continuous assessing and saving data to memory after “live” observations (controlled observations) and real experimenting;
- modelling of these procedures – and working as their simulator; it assumes there exists a mathematical model of the appropriate methodological procedure; the model is the starting point in creating the appropriate simulating programme;
- a wide range of other possibilities in modelling activities which the computer is used in, especially to create the model, in case of simulations to apply the model, and interpret it;
- complicated examples, when a large extent of information on the given class of things, objects, matters, phenomena is inserted, and computers work advisors (experts) in the field – expert and knowledge systems.

The particularity of natural sciences, and especially chemistry, lies in the sphere of observation of the course of chemical experiments (sensoric area) and in forming conditions for their repeating and changing (motoric area). It is obvious that intellectual activities are a necessary part of every sensomotoric (or either sensoric, or motoric) activity. Both types of activities are applied in both procedures (theoretical and empirical) of learning any topic. The dominant (or initial) activities in the theoretical procedure are the intellectual ones, in the empiric procedure – sensomotoric activities. The simplified analogy of both procedures in displayed in the schema according to Čtrnáctová [1982] (see on the Fig. 9).

The schema proves that the procedure and evaluation of the chemical experiment are analogical. That is why pupils' activities when running and evaluating the experiment, and in theoretical explanation of the given pieces of knowledge are similar. The difference is shown in teacher activities, i.e. in the way of directing the appropriate phase of the educational process [Čtrnáctová, 1982]. The above mentioned pieces of knowledge are concretized in a model by

Hellberg [1983] which does not reflect basic methodological tools of cognition, but natural reality in the process of natural science education (Fig. 10).

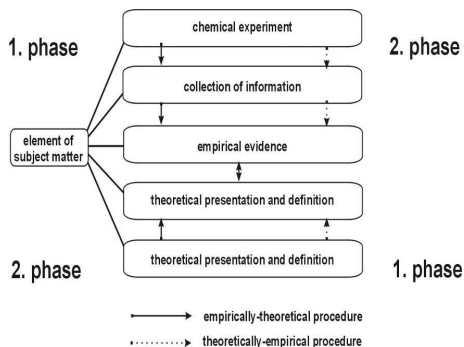


Figure 9 Two-phase schema of theoretical and empiric procedure [Čtrnáctová, 1982]

The following schema (Fig. 10) displays structuring into two fields. The sensory-concrete field of thinking is on the left, the concrete thinking is on the right. The fields may be also called “inductive-concrete thinking” and “deductive-concrete thinking”.

From the methodological point of view within the cybernetic model of information processing the analysis and description of brain centres is important - showing e.g. sense centres situated closely to centres of performing centres, and depending on them. Human senses read information from the surrounding world in the form of signals of various physical carriers. A sense organ is a transporter sensitive to a certain type of physical carrier. According to the quality and quantity of an incentive it produces and provides a processible order of electronic impulses for the central nervous system.

Besides the spectrum of senses, measuring apparatus also plays an important role in the process of collecting information about an object. In this case two types of apparatus must be distinguished:

- those which increase the contrast of the own monitored physical carrier in comparison with surrounding environment (e.g. microscope or binoculars for micro- and macro world),
- those which work as transducers from the physical carrier to another sense one.

According to these criteria any experiment means a motiveless intervention to the nature of the learning object towards making its features visible (Weber, 1984). Sensory proves belong to unique methods of so called revelatory learning, when the object itself does not provide required information before. Attention and its aiming are the first motiveless directed filter of entering information in the memory on the basis of curiosity (interest) of creating associations. Other factors are resourcefulness of the topic to be learned, which increases curiosity, protection against stress factors, which cause so called blocking of thinking (hormonal influence on nerve fibre synapse), learning style of an individual or in the course of life (motivation range narrows down as the time goes, it is anything but linear) etc. B. Weber created so called model of “economy of thinking” (Denkökonomik)“, where he emphasizes two partial functions of motivation:

- to those who learn - open the information channel,
- to those who teach - enable using the whole range of so called information filter of the learner by adequate choice of learning objectives and contents.

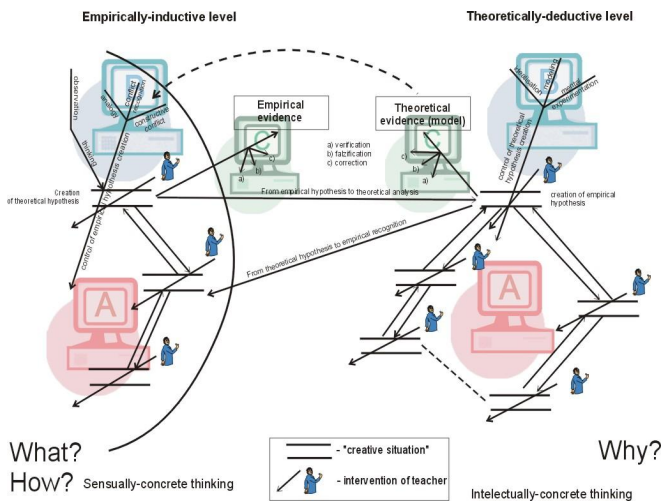


Figure 10 Model of basic methodological tools of learning natural reality in natural science education accompanied by various types of computer support [Hellberg, 1983, Hellberg & Bilek, 2000].

Thus good motivation is a basic pre-requity for successful learning and teaching, and, as Weber wonders, "... it is astonishing that the process runs without it, even if learners are under the stress (but the effectiveness must be lower)" [Weber, 1984].

Direct computer connection to school chemical experiment (Fig. 11) via various peripherals resulted in classification of single types of experiments with methodological aspects of their application in chemistry instruction at basic and secondary schools. The classification is not based on the criterion of demonstrative and school experiment, but the way which emerged the character and advantages (as we understand) of the applied technical device - the computer measurement system [e.g. Bilek, 1997].

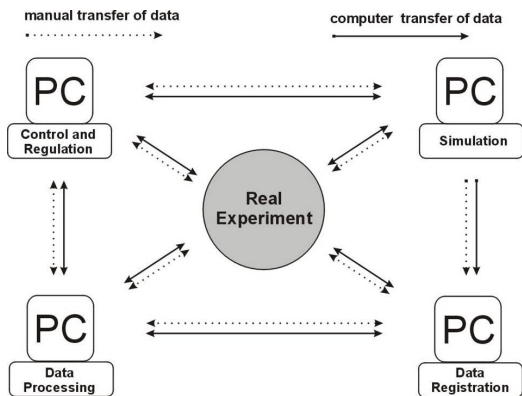


Figure 11 Computer application schema supporting natural science experiment [Bilek, 1997].

Resulting from the above mentioned, the following typology of computer supported chemical experiments was created.

Kinetic aspect of chemical experiments

School experiments are often run in the way of monitoring values before and after the reaction. Computer measuring systems enable simple and operational implementation of the kinetic aspect, i.e. to set and register values in the course of the reaction. This approach provides other advantages: it registers the received value in short intervals (shorter than 1 sec; a measurement by a laboratory thermometer requires approx. 30 sec. for reading and recording the value), or longer than 1 hour (long-term observation), it provides a parallel graphic record, saving and evaluation of experimental data. Chemical experiment systems usually use three ways of experimental data registration:

- Registration of the measured values in pre-defined time intervals
- Registration of the measured values in pre-defined time intervals of another value (independent variable on x axis, semi-automatic measurements, indication of the interval change on x axis e.g. by pressing any key, by clicking the mouse etc.)
- Registration of the measured value in relation to another value (automatic measurements, two-channel ones as minimum)

Velocity of measurements and frequency of experiments

The main advantages provided by computer measuring systems are the velocity of measurements and wide variability of the measuring apparatus. An immediate and simple replacement of sensors (or sensors and modules) changes a digital thermometer into digital pH-meter, etc. It enables to make numerous measurements, often not being limited by the measured value, and to analyze wider experimental topics. Several ways are offered:

- Methodological range of experiments
- Parallel (comparative) experiments
- Partial experiments
- Experiments within a topic
- Simultaneous experiments
- Emphasizing the elements of activation in the process of instruction

Computer measuring systems provide possibilities to express single phenomena in the quantitative way which have been described in the qualitative way. This is often applied in real life experiments, i.e. motivation element refers to experience of pupils-experimenters. The following methods of defining and verifying hypotheses, of quest to produce a concrete product or conclusion contribute substantially to forming intellectual and sensomotoric skills:

- Motivation experiment,
- Problem-solving method and chemical experiment,
- Project method and chemical experiment.

EXAMPLES OF COMPUTER SUPPORTED CHEMICAL EXPERIMENTS ON THE BASIS OF SCIENCE METHODOLOGY

When using virtual measuring devices on the basis of direct connection of the computer to the school chemical experiment via various peripherals, there have been classified various types of experiments with methodological aspects of their possible implementation in the chemistry instruction at primary and general secondary schools, e.g. [Bílek, 2005]. They substantially contribute to emphasizing the importance of the quantitative experiment and the frequency of its use in the chemistry instruction on all levels of the educational system. Instead of different classifications of the school chemical experiments, e.g. demonstrative and pupils' ones, the main attention in using the computer as a measuring device is paid to so called "kinetic aspect". It arises from the critical comments on running school experiments in such a way when pupils only determine the value of the measured item in the reaction system before and after the reaction. This way they can measure e.g. temperature by the laboratory thermometer, the pH value by the universal indicator paper, a subjective change the colour of the solution, creating a sediment etc.

Virtual, i.e. computer, measuring devices enable easy and operative introduction of the kinetic aspect to the running experiments, i.e. to determine and record changes in values during the chemical reaction. This approach brings in previous text mentioned advantages.

Applications of the virtual measuring devices in chemical experiments usually work in three modes of experimental data registration (mentioned kinetic aspects):

- registration of values of the measured item in advance selected time-intervals, or in the intervals given by the combination of the quality of hardware realization of scanning data and the resolving power of the screen,
- registration of values of the measured item in advance selected intervals of another item (so called the single-step mode measurements),
- registration the measured value in relation to another item (automatic measurements, two-channel ones at least).

The single-step mode measurements are often ignored. We consider applying this technology to be one of the most important challenges in the chemistry instruction [Bílek, 1997]. Based on our opinion we could recommend following examples.

The single-step mode measurements within one experiment

This application can be used in well-known semi-automatic titrations when the volume of the titrating agent influences the independent variable in the graphic representation (the titrating curve) – the selection of the added interval of the titrating volume and its registration, e.g. by clicking the “Start“, pressing a key etc. Numerous variations of traditional titrating curves were debugged, e.g. $\text{HCl} + \text{NaOH}$, or interesting applications for their further interpretations, e.g. histidin-dihydro-chloride + NaOH [e.g. Bílek, 1995].

The single-step mode measurements within the set of analysed samples

This approach can be applied in creating graphic records – diagrams. It enables to use various methods and organizational forms of instruction under school conditions (e.g. the project method, group instruction etc. Figure 13 displays the final objectified pH scale created by pupils from the “kitchen matters”. They worked in teams and formed their subjective pH scale of matters they considered by chemistry sour, and vice versa [e.g. Bílek, 1999].

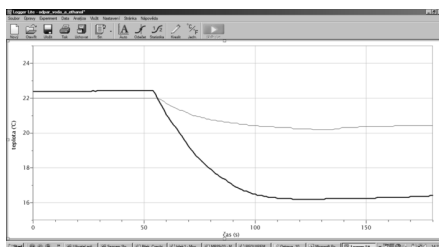


Figure 12

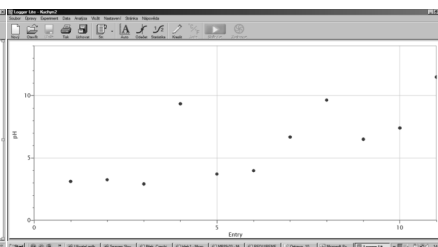


Figure 13

Figure 12 Example of values recording of the measured item in advance selected time-intervals in the computer measurement system Vernier [2010].

Figure 13 Measurements of pH of “Substances from the kitchen“ [Bílek, 1999] using the single-step mode in the computer measurement system Vernier [2010].

The single-step mode measurements within the set of experiments

This type of measurements can be used in the school application of the method of so called isomolar series in determining the stoichiometry of chemical reactions, e.g. $\text{NaOH} + \text{HCl}$ [Čípera & Bílek, 1997]. Figure 14 presents running of the given set of experiments (various matter ratios of reactants) and setting the maximum temperature for the stoichiometric course of the reaction.

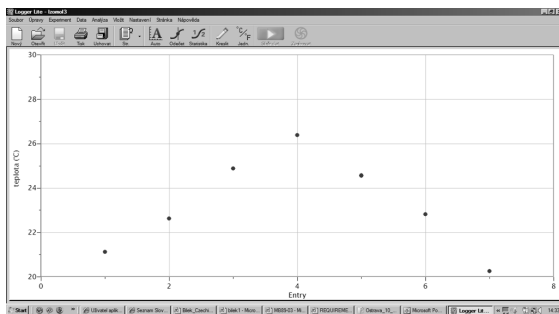


Figure 14 Method of isomolar series for confirming stoichiometry in the chemical reaction NaOH-HCl (Čípera and Bílek, 1997) using the single-step mode in the computer measurement system Vernier [2010].

Conclusion

As it has been indicated above, a computer and other information technologies can be used as useful supporting means of emphasizing methodological aspects of natural science instruction. According to Fig. 10, they are mainly as follows:

- support to running experiment and modelling (computer - A),
- support to directing empiric and theoretic hypotheses defining (computer - B),
- support to forming empiric and theoretic items of knowledge (computer - C).

Information and communication technologies play the role of traditional didactic means which aim at optimizing educational conditions, i.e. support planning, projecting, running and evaluating instruction so that the educational objectives were reached, and reached in an effective way. Opponents emphasize the factor of the learner, which is missing or considered a passive object of learning only. What we are trying to outline in this introductory part and together with other authors in following contributions is that the meaningful combination of the real and virtual environment in the natural science instruction is one of the crucial conditions in the process of innovation of school experimental activities.

Literature:

- Bílek, M. a kol. (2007): *Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů*. Hradec Králové: Miloš Vognar - M&V.
- Bílek, M. a kol. (1997): *Výuka chemie s počítačem*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Bílek, M. et al. (2009): *Interaction of Real and Virtual Environment in Early Science Education: Tradition and Challenges*. Hradec Králové : Gaudeamus.
- Bílek, M. et al. (1995): *IP-Coach a chemický experiment*. Liberec, Praha: CMA Foundation by Pepek a MFF UK.
- Bílek, M. (2003): *Didaktika chemie – výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové: Miloš Vognar - M&V.
- Bílek, M. (2005): *ICT ve výuce chemie*. Hradec Králové: SIPVZ a Gaudeamus.
- Bílek, M. (1999): *Metodologické aspekty počítačové podpory výuky přírodním vědám s konkretizací na výuku chemie* (Komentovaný soubor prací). [Habilitační práce]. Banská Bystrica: UMB.

- Bílek, M. (1996): *Počítačová podpora experimentálních činností ve výuce*. [Disertační práce]. Praha: PdF UK.
- Bílek, M. (1991): *Stanovení koncentrace potravinářského octa s využitím mikropočítače COMMODORE 64*, [In:] Chemický experiment a technika, počítače, video, ekologie - Sborník mezinárodního semináře o vyučování chemii. Hradec Králové: PF, pp. 49 - 51.
- Brockmeyerová - Fenclová, J. (1985/86): *Základní vědecké oblasti didaktiky fyziky a jejich metody*. Matematika a fyzika ve škole, 16, pp. 107 - 116.
- Čípera, J., Bílek, M. (1997): *Komplexní použití počítačů ve výuce chemie (Určování koeficientů reaktantů)*. *Technológia vzdelávania*, Nr. 7/97, pp. 12 - 15.
- Čtrnáctová, H. (1982): *Výběr a struktura učiva chemie*. Praha: SPN, 1982.
- Cyrus, P., Slabý, A., Bílek, M. (1997): *Informační technologie v přípravě středoškolských učitelů technických předmětů*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Fenclová, J. (1982): *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha: SPN.
- Frank, H. (1996): *Bildungskybernetik/Klerigkibernetiko*. Bratislava & München: Akademia Libroservo, Esprima & KoPäd.
- Hellberg, J., Bílek, M. (2000): *K současnému stavu a vývojovým tendencím výuky chemie ve vybraných zemích Evropské unie*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Hellberg, J. (1983): *Elementy metodologie vědeckého poznávání v didaktickém systému všeobecně vzdělávací školy*. [Doktorská disertace]. Hradec Králové: PF.
- Škoda, J., Doulík, P. (2005): *Popularizace výuky přírodovědných předmětů – nová výzva pro oborové didaktiky?* [In:] BÍLEK, M. (ed.): *Aktuální otázky výuky chemie/Actual Questions of Chemistry Education XV. – Sborník přednášek XV. Mezinárodní konference o výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus, pp. 421 – 426.
- Skoršepa, M., Kmeťová, J. (2005): *Posibilities of Internet in Chemical Experimentation*. [In:] Bílek, M. (ed.): *Internet in Science and Technical Education*. Hradec Králové: Gaudeamus, pp. 62 – 65.
- Trna, J. (2005): *Nastává éra mezioborových didaktik?* *Pedagogická orientace*, č.1, pp. 89 - 97.
- Turčáni, M., Bílek, M., Slabý, A. (2003): *Prírodovedné vzdelávanie v informačnej spoločnosti*. Edícia *Prírodovedec* č. 115, Nitra: FPV UKF.
- VERNIER: *Vybavení pro výuku přírodovědných oborů*. [online]. Accessible on WWW: <http://www.vernier.cz>, [cit. 31.07.2010]
- Weber, B. (1984): *Kybernetik der Lernvorgänge*. [Dissertation], Universität Hannover.

Martin Bílek

Department of Chemistry, Faculty of Science

University of Hradec Králové, CZ

Vývoj chemie jako vyučovacího předmětu (Od alchymie po komputery)

Jiří Rychtera

ÚVOD

Na úvod rozboru v názvu vymezené problematiky je třeba připomenout, že je nezbytné rozlišovat poměrně rigorózně mezi historií chemie jako praktické lidské činnosti a chemie jako vyučovacího předmětu. Přestože existence jedné kategorie bez druhé není možná (chemie zakládá obsahovou stránku, vyučování chemii je spojováno s metodologií efektivního přenosu vědomostí, intelektuálních a manuálních dovedností ze vzdělavatele na vzdělávaného), lze na vývoji pozorovat jisté odlišnosti, které jsou příčinou odlišné polohy na časové ose lidské historie. Příčinu lze mimo jiné spatřovat v přívlastku „efektivní“. Tento charakteristický znak úspěšné lidské činnosti ve vzdělávacím pojetí zahrnuje především hromadnou vzdělávací činnost nezbytně podpořenou výraznou organizovaností. Tyto atributy jsou spojovány s lidskou činností pozdější doby a proto počátky chemie jako vyučovacího předmětu spadají do doby mladší než je tomu u praktické chemie. Pro dobrou orientaci na vzpomínané časové ose lidské historie se jeví vhodné v úvodu nejdříve rekapitulovat stručně situace, ve kterých se koncipovala obsahová stránka, aby bylo možné úspěšně vnímat pochody, které následně charakterizují vývoj chemie jako vzdělávacího předmětu.

Bude se jednat o velmi stručný vstup, ve kterém v první řadě je nezbytné připomenout dlouhé, ale plodné období, které je v literatuře označováno jako období tzv. „praktické chemie“. V okamžiku, kdy si lidé začínají uvědomovat, že je přínosné znát nejen „technologický postup“, ale i princip děje se začínáme pohybovat v prostředí pseudoteorie, čili spekulace; Chceme-li stručně charakterizovat např. vznik chemie ve staré Číně, kde má zřejmě svůj původ její název, nebo dále si povšimnout přínosu Indie, musíme vzít v úvahu, že v těchto zemích vzniká první teorie prvků; nelze opomenout vliv Egypta a značnou pozornost je třeba věnovat Řecku, zejména aristotelovské filosofii a jejímu vztahu k přírodním vědám, a to proto, že představuje teoretické východisko alchymie. V tomto kontextu je třeba také zvažovat vliv Arábie, která převzala roli Řecka a v podstatě rozvíjela ranou řeckou alchymii jak po stránce teoretické (spekulativní), tak po stránce praktické. Jde o výrobní postupy, technologie apod.

„Vliv Arabů na evropskou alchymii byl značný. Poznatky arabských alchymistů se dostávají do Evropy dvěma proudy – ze západu přes Gibraltar a Španělsko; východní zdroj má svůj původ ve styku křesťanů a Arabů v průběhu křížáckých výprav. Mezi středověkými „alchymisty“ jsou průkopníci, kteří se orientovali na ověřování a prohlubování empiricky získaných poznatků, jež postupně vedly k pochybnostem o správnosti aristotelovského učení o živlech. Příkladem takového badatele byl Georgius Agricola, jehož dílo o báňské problematice a metalurgii bylo pro historickou hodnotu vydáno v USA ještě počátkem 20. století. V následujícím období dochází k první konkrétní spolupráci mezi českými a polskými alchymisty. Máme zde na mysli např. polského alchymistu Michała Sędziwoje (lat. Sendivogius 1565 – 1646), který působil od roku 1617 po dobu několika let jako hlavní dvorní rada na dvoře Rudolfa II.“ [Hellberg & Rychtera, 2004] Rudolf II, jak je obecně známo, patřil mezi mecenáše významných alchymistů a tak není divu, že na jeho dvoře se objevuje řada známých osobností. V [Hellberg & Rychtera, 2004] si můžeme připomenout i „českého lékaře, astronoma, matematika, biologa a botanika Tadeáše Hájka z Hájku (1525 – 1600), osobního lékaře Rudolfa II., který měl blízký vztah k polskému polyhistorovi Andrzejovi Dudičovi (1533 – 1589) a ten významně zasáhl jak do vědeckého, tak i rodinného života Tadeáše Hájka. Známa je rozsáhlá korespondence, která se v kopiích uchovala v archivu ondřejevské hvězdárny.“

„Dále si všímáme dalších osobností, které sehrály významnou roli a to jak ve fyzice, tak i biologii, ale i astronomii. Např. jde o Johannese Keplera (1571 – 1630), Tycho de Brahe (1546 – 1601), kteří také působili na dvoře Rudolfa II. Dále je to zejména Giordano Bruno (1548 – 1600) jako autor nového systému nazírání na svět. Jejich dílo plně koresponduje s dílem Poláka Mikuláše Koperníka (1473 – 1543), který je svým spisem „O obězích sfér nebeských“ k jejich revolučním myšlenkám inspiroval“ [Hellberg & Rychtera 2004].

Několik úvodních spekulací i potvrzených poznatků z dávné historie chemie jako vědní disciplíny by mělo pomoci vytvořit představu o stavu a úrovni chemie v období, od kterého začínáme odvíjet analýzu problematiky vyjádřené v názvu příspěvku.

VÝVOJ CHEMIE JAKO VYUČOVACÍHO PŘEDMĚTU

Jak jsme již uvedli v úvodu nelze ztotožňovat vývoj chemie jako vědní disciplíny s vývojem chemie jako vyučovacího předmětu. Vývoj chemie jako vědy se odráží především ve vývoji obsahové stránky vyučovacího předmětu, na vývoji cílů, metod i forem lze spatřovat významný podíl pedagogiky a psychologie, na změnách v úrovni materiálních didaktických prostředků se mj. odrážejí významně nové technologie materiálové, informační i komunikační. Po zhodnocení příspěvku všech hraničních disciplín, které se na vývoji chemie jako vyučovacího předmětu podílejí i s přihlédnutím k nezbytným zjednodušením, je možné rozdělit celé vývojové období do několika etap:

I. etapa (17. stol. – první polovina 18. stol.)

II. etapa (konec 18. a počátek 19. stol.)

III. etapa (70. léta 19. století)

IV. etapa: (Chemie ve školách všeobecně vzdělávacích v České republice – 20.stol)

a) do roku 1918 (vznik ČR)

b) období tzv. I. republiky (1918-1948)

c) období po 2. svět. válce (1948 – 1989)

d) období komputelizace (1989 – dosud)

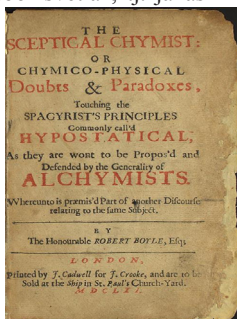
I. ETAPA (17. STOL – PRVNÍ POLOVINA 18. STOL.)

Na konci 16. a v průběhu 17. století se objevuje řada myslitelů, kteří se stávají výraznými kritiky neživotného a strnulého způsobu myšlení (tzv. fideismu), který charakterizuje upřednostňování víry před rozumovým poznáváním a jehož propagátorem byla v převážné míře církev. Mezi kritiky fideismu a protagonisty nových poznávacích postupů počítáme především Francise Bacona (1561-1626), zakladatele tzv. „novověkého“ empirismu, který za základní zdroj poznávání považuje smyslové zkušenosti. „Empirismus jako součást metodologie přírodních věd rozumí “empirií” čili zkušeností pouze opakovatelný pokus s měřitelnými výsledky“ [<http://cs.wikipedia.org/wiki/Empirismus>]. „Bacon byl především nadšeným propagátorem experimentální metody a vědecké indukce, která později sehrála významnou roli ve vývoji pojetí vyučování základům chemie. Ačkoliv z dnešních hledisek lze Baconovu metodologii jako produkt své doby podrobit rozsáhlé kritice, sehrála ve své době vysoce kladnou historickou úlohu v neposlední řadě i v tom, že silně ovlivnila myšlení zakladatele moderní didaktiky, českého pedagoga J. A. Komenského.“ [Hellberg, 1978] Mezi další kritiky scholastického fideismu lze počítat Giordana Bruna (1548 – 1600), který stál za vytvořením moderního vědeckého obrazu světa a který byl za své protikatolické a rouhačské myšlenky mučen a odsouzen k upálení a Galileia Galileiho (1564 – 1642), rovněž stíhaného inkvizicí, jehož experimentální činnost a používané metody badatelské činnosti včetně vyjadřování výsledků výzkumu jsou významným potvrzením myšlenek Francise Bacona.

Pro vývoj chemie jako vyučovacího předmětu je nezbytné analyzovat pedagogický systém navrhovaný J.A. Komenským (1592 – 1670). Jeho pedagogické názory výrazně ovlivňují i současné vzdělávání. Protože jeho dílo je předmětem soustavných analýz uvedeme zde

některé myšlenky, které prokazují významný vliv právě na koncipování předmětů vyučování: „Poprvé definoval pojem školní rok, školní prázdniny a školní týden. Ve třídách by měli být žáci stejného věku a stejné úrovně znalostí. Pokud je ve třídě větší počet žáků, doporučuje pro učitele pomocníka (ve třídách bývalo 80 až 100 žáků). Každá třída by měla mít svou místnost pro výuku, každý rok by měla mít učebnice, učitelé by měli mít poznámky, jak s učebnicí pracovat“ [http://cs.wikipedia.org/wiki/Jan_Amos_Komensk%C3%BD]. Hlavním cílem vyučování je pro Komenského příprava pro život, dalšími cíli pak „poznat sebe a svět – poznání ve vědách, uměních a řemeslech“, „ovládnout sebe – výchova mravní“ a „povznést se k Bohu – výchova náboženská“ [http://cs.wikipedia.org/wiki/Jan_Amos_Komensk%C3%B - [citováno 8.7.2011]. Komenským se za svých studií seznámil z řadou děl, které ovlivnily výrazně jeho další působení. „Se získaným rukopisem Koperníkova díla O oběžích nebeských sfér se pěšky vrátil přes Norimberk a Prahu na Moravu. Stal se představeným přerovské školy, kde byl před lety sám žákem. Jeho hlavním cílem bylo využít získaných vědomostí ve prospěch vlasti a Jednoty bratrské. Komenským si uvědomoval špatný stav soudobého školství, a proto svou činnost zaměřil na jeho zlepšení“ [http://www.mjakub.cz/?idm=37]. Jaký význam přikládal Komenským učebnicím je možno usoudit také z jeho zakázek, které realizoval v rámci nepřeberného množství nabídek celé řady států Evropy. „Komenským však z mnoha pozvání přijal nakonec nabídku Švédů, kterou tlumočil a zprostředkoval nizozemský obchodník a zbrojař Ludvík de Geer, aby pro jejich zemi navrhl reformu školství. Cestou do Švédska navštívil již potřeť Nizozemí, kde se setkal s francouzským filozofem René Descartesem. Na doporučení Švédů se usídlil v městě Elbląg. Zde pracoval s několika pomocníky na učebnicích pro školy. Stále více jej však přitahovala práce na pansofii“ [http://www.mjakub.cz/?idm=37 - citováno 8.7.2011]. V rámci pobytu ve východních Čechách, kde se skrýval v době pobělohorské, využíval každé příležitosti ke studiu literatury, která vedla k podpoře jeho humanistické orientace. „Na Komenského velmi zapůsobila návštěva zámecké knihovny ve Vlčicích, patřící Adamu Zilvarovi ze Silbersteinu (von Silberstein). Vedle jiných vzácných knih zde našel i knihu od saského gramatika Eliáše Bodina Didaktik oder Lehrkunst z roku 1621, která ovlivnila jeho další tvorbu“ [http://www.mjakub.cz/?idm=37].

Zvláštní pozornost je třeba věnovat názorům Komenského na přírodní vědy a jejich vyučování. V první řadě budeme citovat jeho myšlenku, která potvrzuje, že byl především pedagog a obsah učiva byl jen jednou ze součástí struktury didaktiky. „I v učení trojí se sbíhá: Věc, již se vyučuje; způsob, jímž se vyučuje; prostředek nějaký, učení aby pozorně vnímáno bylo, pohánějící. Věc, již se vyučuje, sluje předmět vyučování; Způsob vyučování metoda; Prostředek, učení pohánějící, kázeň, protože k učení pohání, kdo neučí se z vlastního hnutí“ [Komenským, 1874]. „Komenským se živě zajímal o vědecký rozvoj, i když řadu dobových objevů nedokázal přijmout. Nebyl exaktním přírodovědcem ani chladně uvažujícím matematikem - přesto si dnes ceníme toho, že dokázal varovat před jednostranným zneužitím vědy a před její dehumanizací. Jediným cílem vědy je přece pomáhat lidstvu, a proto “věda, která se neprojevuje činy, ať zhyne”. Komenským byl hrdý na lidské vynálezy a věřil, že přispějí k obecnému pokroku. Tomu měl napomáhat jím navrhovaný “sbor světla”, tj. jakási mezinárodní akademie věd, která by podporovala výzkum, výměnu i uplatnění vědeckých novinek“ [Kumpera].



Na vývoj chemie jako vyučovacího předmětu měly v tomto období významný vliv mj. ještě dvě výrazné osobnosti. V první řadě to byl Robert Boyle (1627 – 1691), který svým dílem přispěl ke koncipování chemie jako vědní disciplíny. „V jeho programové práci Preliminary discourses jsou jasně charakterizovány cesty vědeckého bádání. Základním kritériem pravdivosti vyslovených teorií je podle Boyla experiment“ [Hellberg, 1978]. Za stěžejní dílo, které vyšlo v roce 1661, je však považován *The Sceptical Chymist* (viz. obr. 1).

Obr. 1 Titulní list publikace „The Sceptical Chymist“

V tomto díle Boyle podrobil kritice tu část Aristotelova učení, která se zabývá stavbou hmoty a která ve svých principech sloužila jako ideové východisko alchymie. Poprvé zde používá název chemie místo alchymie a následně se přiklání ke korpuskulární stavbě látek. Používá také pojmy směs a prvek a Boylovu definici „prvku“ používají později i další autoři učebnic (např. Lavoisier). Z uvedených důvodů je publikace považována za základní kámen moderní chemie a Robert Boyle považován za duchovního otce chemie. Pro úplnost je třeba uvést, že Robert Boyle patří také k zakládajícím členům londýnské „The Royal Society“.

První učebnice chemie Cours de chymie vyšla v roce 1675 a jejím autorem byl francouzský lékař, lékárník a chemik Nicolas Lemery (1645 – 1715). Vyšla celkem ve třinácti vydáních a její německá verze byla používána i na českém území. Byla rozdělena na tři části: první část minerály a nerosty, druhá část látky rostlinného původu a třetí část látky původu živočišného. „Lemery definuje chemii jako umění oddělovat a studovat různé substance, které lze získat ze směsí“ [http://pl.wikipedia.org/wiki/Nicolas_L%C3%A9mery]. Autor učebnice nevěřil v alchymii, nezabýval se příliš teoretizováním, učebnice vycházela z chemického experimentu, jehož výsledky se snažil vysvětlit a systemizovat.

II. ETAPA (KONEC 18. STOL. – POČÁTEK 19. STOL.)

Předcházející období, které charakterizuje koncipování chemie jako vědy se projevuje především snahou o zabezpečení vědeckého obsahu podporovaného závěry z experimentální činnosti, snahou, aby poznatky, které popisují nezákladnější vlastnosti látek měly reálný charakter a bylo je možné uspořádat do systému. Koncepce vyučování je postavena na snahách o uplatnění efektivní metodiky výuky a naplnění jednoty empirického a racionálního předávání poznatků. Tyto charakteristické znaky statického pohledu na přírodní vědy se na konci 18. století začínají pozvolna měnit. Statické pojetí nazírání na přírodovědné disciplíny je postupně nahrazováno pojetím dynamickým, tj. pouhý popis věcí i jevů je obohacován o pozorování a vysvětlování změn v celém jejich vývoji a pohybu. Příčiny této evoluce lze spatřovat především v daleko výraznějším a rozsáhlejším výzkumu, přinášejícím velké množství nových poznatků, které prostřednictvím modernější přístrojové techniky umožňují dokonalejší pozorování s racionálně podporovaným odhalováním principů dějů. Nárůst teoretických poznatků přináší vznik nových teorií, ale současně se odráží i v praxi. Výsledkem je mimořádný rozvoj chemického průmyslu, zvláště pak průmyslu textilního, potravinářského, průmyslu zabývajících se výrobou hnojiv, chemie barviv apod.

Uvedené změny se zákonitě odrážejí i na změnách pojetí vyučování přírodním vědám, i když je nutné si uvědomit, že škola vždy v určité míře zaostává za vývojem vědy. Důvody jsou především ekonomické (nové učebnice, příprava metodických materiálů, vzdělávání vyučujících apod.), v některých případech je to i otázka konzervatismu. Přesto lze toto období z hlediska obsahu učiva a nových metodik považovat za velmi úspěšné. Svědčí o tom poměrně výrazné spektrum učebnic, které zpravidla charakterizuje nejen zaměření autora, ale i jím koncipovanou teorii. Některé z těchto učebnic i s jejich převažujícími charakteristikami si dovolíme uvést.

Učebnice „Traité Élémentaire de chimie“ vyšla v roce 1789 a jejím autorem byl A.L.Lavoisier (1743 – 1794). Je považována za první moderní učebnici chemie a je z ní patrna i metodika Lavoisierovy experimentální činnosti. Je známo, že Lavoisier upřednostňoval kvantitativní pokus a důsledně vycházel z uplatňování zákona zachování hmotnosti, který je v učebnici definován. V učebnici je také použita upřesněná Boylova definice prvku a celá struktura je poplatná kyslíkové teorii formulované na základě experimentů, které následně vedly k vyvrácení teorie flogistonové. Hellberg v [Hellberg, 1978] k této učebnici uvádí: „Didaktické požadavky Lavoisierovy lze shrnout: 1. nikdy neudělat ani jednoho kroku vpřed jinak, než od známého k neznámému, 2. nedělat žádné důsledky, které nevyplývají z pokusu nebo pozorování a 3. uspořádat chemická fakta a pravdy do takové soustavy, aby bylo usnadněno počáteční seznamování s nimi“.

V roce 1808 publikoval John Dalton (1766 – 1844) v učebnici „A New System of Chemical Philosophy“ svoji atomovou teorii. Není nutné zdůrazňovat, že se jednalo o revoluční krok v nazírání na stavbu látek, jehož důsledky se promítají až do dnešní doby. Základy této teorie jsou dnes obecně známé a patří k nim např. závěr, že hmota je složena z malých nedělitelných částic, kterým říkáme atomy případně, že atomy jednoho prvku mají stejnou hmotnost a shodné vlastnosti apod. K vzpomínaným důsledkům lze počítat např. vysvětlení kvantitativních vztahů při chemických reakcích formulovaných mj. v „Základních chemických zákonech“ nebo definování tzv. „atomové váhy“. Dalton vytvořil také soustavu chemických značek tehdy známých prvků a vzorců nejběžnějších sloučenin, návrh se však neujal. Závěrem je třeba připomenout, že vzpomínaná učebnice má charakter teorie, není učebnicí v pravém slova smyslu, tedy učebnicí pro začátečníky. Student musí znát dříve chemickou problematiku a na ni následně studovanou teorii aplikovat.

Podobným způsobem bychom mohli provést analýzy učebnic J.J. Berzelia (1779 – 1848), kde je jeho „Grundriss der Chemie“ založena na dualistické koncepci; CH.F.Gerhardt (1816 – 1856) založil své „Traité de Chemie organique“ na teorii unitární; S. Cannizzaro (1826 – 1910) na teorii atomové a molekulární;

„Přitom poznamenejme, že všichni jmenovaní autoři didaktických koncepcí se nevyhýbali ani úvahám čistě didaktickým, které se týkají netoliko části meritorní, tj. stránky obsahové, jinými slovy výběru příslušného učiva, ale i úvahám výslovně didaktickým až pedagogickým a prakticko-metodickým, tj. jak příslušné učivo optimálně zpřístupňovat poznávajícím subjektům. Tu nelze nezpomenout námi v tomto příspěvku zatím nezmiňovaného významného německého chemika Justuse Liebiga (1803 – 1873), který problematice vysokoškolské didaktiky chemie věnoval ne jeden dopis, adresovaný významným chemikům své doby a i dnes přístupný četbě v jeho „Liebig's briefe“, vydaných souborně v několika svazcích. A přitom si uvědomme, že jde vesměs o významné chemiky, kteří ovlivnili vývoj chemie zejména jako soustavy vědecké. Proto jejich chemicko-didaktické názory, často neméně významné pro formování didaktiky chemie jako praxeologické disciplíny, by se měly v určité podobě stát součástí výuky historie chemie na vysokých školách vzdělávajících učitele chemie. Uvedme, alespoň jeden výrazný případ: Již zmíněný Liebig je propagátorem tzv. „experimentální metody“ jako didaktického nástroje výuky chemie, v jeho době, zejména v podmínkách školy vysoké. Je též autorem zavedení pojmu cíle do procesu výuky chemie, včetně výchovného. Jistě byl v této záležitosti ovlivněn významným německým pedagogem Herbartem a nebyla mu neznámá ani díla J. A. Komenského“ [Hellberg, Rychtera, 2003]. Liebigův největší přínos vyučování chemii však spočívá ve vypracování první didaktické soustavy chemie.

III. ETAPA (70. LÉTA 19. STOL.)

Zvláštní pozornost ve smyslu vývoje chemie jako vyučovacího předmětu zasluží období, které následuje krátce po formulování periodického zákona v roce 1869. Výuka přírodním vědám na našich školách nabývá na významu, chemie se začíná zařazovat postupně do většiny středních škol, problémem však zůstává metodika. Většina popisného učiva a způsoby prověřování vedou k paměťové reprodukci učiva a pouhému popisu pozorovaných jevů na úkor uplatňování myšlenkových operací při hledání principů zkoumaných jevů. Zjednodušeně formulováno: bylo třeba propojení faktografického učiva s teoretickými základy.

Uvedený požadavek není jednoduché realizovat bez výrazných zásahů do didaktické soustavy, neboť charakter prezentovaného obsahu ovlivňuje významně použitou metodiku. Příležitost k řešení nastíněného problému lze spatřovat ve využití obecně formulovaného periodického zákona. Hellberg [Hellberg, 1978] k této problematice píše: „Význam Mendělejeva pro vysokoškolský i středoškolský didaktický systém spočívá v tom, že Mendělejevovi se podařilo najít obecně formulovaný zákon, na jehož základě bylo možno provést vědeckou klasifikaci chemických látek, která dávala návod, jak spojit popisný materiál s materiálem faktografickým.“

„Periodický zákon a periodický systém prvků však představuje i velkou heuristickou pomůcku, která nemohla neovlivnit metodiku vyučování chemii”. Sám Mendělejev (1834 – 1907) svoje představy o změnách metodiky výuky chemii spojené s proporcionalizací teoretického materiálu s popisným realizoval v učebnici „Základy chemie” [Mendělejev]. Tato učebnice, na které Mendělejev pracoval v letech 1868 – 1871, byla opakovaně vydávána a ovlivnila významně mnoho chemiků zaměřených na anorganickou chemii. V [http://ru.wikipedia.org/wiki/...] se uvádí, že práce na učebnici sehrála významnou roli při formulování periodického zákona (1869). Analyzujeme-li strukturu této učebnice jak je uvedena např. V [Hellberg, 1978] dojdeme mj. nejen k předpokládanému závěru, že se podařilo úspěšně propojit popisný materiál s teoretickým, ale především, že tato struktura je následně využívána jako efektivní paradigma při koncipování učebnic chemie s podobným charakterem učiva. Jako příklad zde můžeme jmenovat Šafaříkovu učebnici „Chemie anorganická” [Šafařík, 1878]. Periodický zákon tedy není jen obecně platným zákonem přírodovědným, ale lze jej z pohledu didaktických disciplín považovat za významný prostředek metodologický.

Kromě D.I. Mendělejeva ovlivnil metodologii výuky chemii v tomto období i německý chemik Wilhelm Ostwald (1853 – 1932). Byl to významný fyzikální chemik, nositel Nobelovy ceny z r. 1909 „za jeho příspěvek ke katalýze, chemické rovnováze a reakční rychlosti“ [http://cs.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Ostwald]. Stejný literární pramen uvádí, že se „zasloužil se o založení fyzikálně-chemické školy v Lipsku, pro kterou psal učebnice“ [http://cs.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Ostwald]. Učebnice byly většinou orientovány pro výuku fyzikální chemie a její popularizaci, přesto mezi jeho publikacemi najdeme i učebnici, jež je napsána pro žáky, kteří s chemií teprve začínají. Z tohoto pohledu nás W. Ostwald zajímá i jako didaktik chemie.

Učebnice „Škola chemie“ [Ostwald, 1905] je nejmladší spis Ostwaldův jak uvádí v úvodu překladatel. Je určena všem kdo s chemií začínají, o čemž svědčí i podtitul „K uvedení do chemie pro každého” a byla přeložena také do češtiny. Na obsahu učebnice poznáme, že autor je fyzikální chemik. Svědčí o tom názvy úvodních kapitol: 1. Látky, 2. Vlastnosti, 3. Látky a směsi, 4. Roztoky, 5. Tání a tuhnutí, 6. Výpařování a var, 7. Měření, 8. Hutnota, 9. Skupenství ... [Ostwald, 1905]. Autor uplatňuje v rámci celé učebnice důsledně heuristickou metodu, protože učebnice je psána jako scénář – žák klade otázky, učitel odpovídá nebo vysvětluje, případně přivádí žáka prostřednictvím dalších otázek k „objevení odpovědi“. Chemie je zde postavena na experimentálním základě, autor doporučuje zavést jen několik látek a na nich příslušné jevy vysvětlovat. Použité „modelové“ látky tedy nekomplikují poznávací proces. V rámci poznávání uplatňuje důsledně induktivní postupy, jako přípravu dovednosti zobecňovat. Vychází z pojmu látka a vlastnost látky – jsou to názvy úvodních kapitol, kde autor přibližuje také pojem chemie. Za zmínku stojí i název a obsah poslední 30. kapitoly s názvem Slunce. V ní naplňuje autor známou Komenského zásadu, že všemu se má vyučovat pro život a ne pro školu. Řeší zde energetické otázky života, problematiku fotosyntézy a dýchání, Slunce představuje jako zásadní zdroj energie na Zemi.

Závěrem lze konstatovat, že konec 19. století představuje pro didaktiku velmi plodné období, o čemž svědčí i zhodnocení tohoto období uvedené v [Hellberg, 1978]: „Ostwaldovy myšlenky nesporně ovlivnily i didaktické myšlení u nás, především pokud se týče posílení fyzikálně-chemické složky výuky, a to jak vysokoškolské, tak středoškolské Ostwaldova Škola chemie spoluvychovala i v českých zemích nové generace chemiků a fyzikálních chemiků. Nicméně teorie uspořádání chemického učiva vyplývající z periodického zákona Mendělejevova byla ve většině našich didaktických systémů chemie bezesporu řídicí”.

IV. ETAPA: (Chemie ve školách všeobecně vzdělávacích v České republice – 20.stol)

Charakteristika předcházejícího období se výrazně promítala i do vývoje chemie jako vyučovacího předmětu i v dalším období, které trvalo bezmála celé století a bylo bohaté také na výrazné společenské změny. V prvopočátcích můžeme pozorovat značný vliv německé školy didaktiky chemie, vyučuje

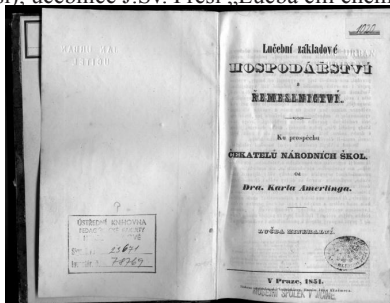
se většinou podle překladů německých učebnic nebo podle učebnic, kde se čeští autoři v německých učebnicích inspirovali. Tím je také zajištěno, že se v nezbytné míře uplatňuje Liebigova didaktická soustava chemie. Postupně však dochází k posilování vlivu metodické školy ruské, zastoupené především osobností D.I. Mendělejeva, který měl na českém území řadu spolupracovníků a přátel (např. Bohuslav Brauner) a jehož „Periodický zákon“ se uplatňoval v didaktických systémech jako řídicí teorie při uspořádání učiva. Celou IV. etapu lze rozdělit na čtyři období, ohraničená zpravidla změnami společenského uspořádání. Jedná se o tato období:

- a) do roku 1918 (vznik ČR)
- b) období tzv. 1. republiky (1918-1948)
- c) období po 2. svět. válce (1948 – 1989)
- d) období komputelizace (1989 – dosud)

Období do roku 1918 (vznik ČR)

Jedná se o přechodné období, které končí rozpadem Rakousko-Uherska a vznikem České republiky a jeho charakteristika je zčásti uvedena v úvodu kapitoly zabývající se problematikou IV. etapy. Nejvýznamnější znaky uspořádání shrneme do několika základních bodů, které jsou volně převzaty z [Hellberg, 1978]:

- 1809 – 1848 systém všeobecně vzděl. školství – tříletá škola triviální
 - čtyřletá škola hlavní
 - gymnázium (pětileté)
- 1848 – revoluční změny v systému vzdělávání; 4. ročník hlavní školy rozšířen na tři ročníky; zaveden přírodopis, v rámci fyziky se vyučuje i základům chemie
- 1849 – gymnázia rozšířena na 8 tříd (nižší a vyšší); učebnice J.Sv. Presl „Lučba čili chemie zkusná“ (1838); K. S. Amerling „Lučební základy hospodářství a řemesel“ (1851) atd. (viz. obr. 2)
- 1868 – Základní školský zákon – osmiletá šk. docházka (5 let obecná + 3 roky měšťanka); vznik reálných gymnázií; učebnice přírodopisu a chemie (učivo není logicky a vědecky systemizováno);
- 1890 – výrazný vliv německé metodické školy; vznikají i překlady německých učebnic (Liebig, Ostwald – Hofmann, Sýkora); učebnice Šafařika a Braunera (systemizace učiva chemie – vliv Mendělejeva).



Obr. 2 Titulní list učebnice Dr. K. Amerlinga

Období tzv. 1. republiky (1918 – 1948)

Po vyhlášení Československé republiky v r. 1918 zaměstnávají vedení republiky záležitosti spojené se stabilizací státoprávního uspořádání. Problematika německé menšiny v pohraničí, vyjasnění vztahů a územních nároků s Maďarskem a Polskem, připojení Zakarpatské Ukrajiny apod. to vše jsou záležitosti, které nedovolují se intenzivně věnovat vnitřnímu uspořádání na takové úrovni, jež by vedlo k výrazným proměnám původního systému. Uvedené konstatování platí i pro školství, což ve svých důsledcích představuje, že školství ČR vychází z tradic školství rakousko-uherského. Nezměnily se typy škol, neexistuje systematická metodická práce, případní autoři učebnic čerpají ze zahraničních zkušeností a přebírají zpravidla jak strukturální prvky tak i obsah učiva. Přes jistý pokrok spojený s vývojem vyučování chemii v 70. letech 19. století (Mendělejev, Ostwald), stále přetrvávají tradiční problémy spojené s nadměrným upřednostňováním paměťové reprodukce učiva. Výraznější změny se začínají objevovat kolem roku 1930, kdy došlo přes začínající hospodářskou krizi k jistým reformním snahám spojeným se vznikem pokusných škol. Hellberg k této problematice uvádí: „Pro československou školu v období 1. republiky, především školu měšťanskou, je charakteristická snaha o zavedení zásad

činné školy. Žáci mají samostatně provádět praktická cvičení a s jejich pomocí se zmocňovat nových poznatků. Doporučuje se induktivní způsob výkladu učiva. Osnovy z r. 1932 zdůrazňují svobodnou volbu metod. Na měšťanských školách zdomácní v daleko větší míře různé novodobé metodické postupy, často inspirované pokusnými školami Příhodovými.“ Nastartovaná reforma je však přerušena 2. světovou válkou.

Období po 2. svět. válce (1948 – 1989)

Poměrně dlouhé čtyřicetileté období mezi lety 1948 – 1989 charakterizuje hned na počátku převratný moment v podobě zákona o jednotné škole (zákon č. 95/1948 Sb.) a čtyři školské reformy. Analyzovat podrobně toto na změny bohaté období by vyžadovalo samostatnou publikaci a proto se musíme omezit pouze na stručné až heslovité charakteristiky těch nejvýznamnějších změn, které provázely jak vývoj školství obecně, tak vývoj chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu.

Uvedený zákon o jednotné škole představoval povinnost základní devítileté školní docházky pro veškerou mládež (5 tříd školy národní, 4 třídy školy střední) s možností pokračování ve čtyřletém gymnáziu. Cílem takto strukturovaného systému bylo zpřístupnění všeobecného vzdělání širokým vrstvám obyvatelstva s předpokladem dalšího zkulturnění.

Chemii se vyučovalo ve 3. a 4. ročníku střední školy a ve 2. 3. a 4. ročníku gymnázia. Vyučovalo se podle přísně závazných osnov, učebnice byly dílem několika vybraných autorů, prošly schvalovacím řízením a byly jednotné pro celé území ČR. Z dnešního pohledu jsou považovány za maximalistické po stránce obsahové. Z logického uspořádání učiva a jeho systému lze vnímat významný vliv sovětské metodické školy (Mendělejev, Butlerov...). Důraz byl také kladen na výchovnou stránku učebnic (socialistické vlastenectví a internacionalismus, světonázorová výchova apod.) Jako povinná součást výuky byly zavedeny laboratorní práce.

Přes nesporně pozitivní vývoj přichází nová školní reforma již v r. 1953, dále pak v roce 1960 a v roce 1982. Každá z těchto reform s sebou nesla drobné úpravy délky povinné docházky (v rozmezí osmi až deseti let) a zvýšení náročnosti učiva prostřednictvím výraznější teoretizace a tím i logické demotivace značného procenta žáků.

Pro vědecké výzkumné práce v oboru výchovy a vyučování a pro přípravu účelného využití jejich výsledků ve školství se zřizuje Výzkumný ústav pedagogický Jana Amose Komenského v Praze a jeho pobočka v Brně v r. 1945. Jako instituce zabývající se koncepcí všeobecného vzdělávání a otázkami jeho dalšího rozvoje v etapě počátečního vzdělávání působí dodnes. Výzkumný ústav pedagogický v Praze (VÚP) připravuje vzdělávací dokumenty celostátní platnosti pro mateřské školy, základní školy, základní školy speciální, základní umělecké školy, gymnázia a školy jazykové a poskytuje jim metodickou pomoc a konzultační i poradenský servis.

Od r. 1959 zavedena vysokoškolská příprava učitelů. V rámci této přípravy dochází k posilování didaktických disciplín v rámci učitelské přípravy.

Období komputizace (1989 – dosud)

V roce 1989 dochází ke změně společenského systému, který s sebou přináší řadu změn, jež zasahují i do školství. Uvedeme zde v heslech několik nejzásadnějších znaků současnosti, které se nezbytně odrážejí na charakteru a úrovni školství současnosti:

1. Výrazný vstup ekonomiky do vzdělávání
2. Nadměrná liberalizace školství (vznik nových středních a vysokých škol)
3. Zpochybňování významu specializované učitelské přípravy a výuky didakticky orientovaných disciplín
4. Snaha o přestavbu školského systému (Národní program vzdělávání, RVP a ŠVP...)
5. Vstup ICT a dalších nových technologií do vzdělávání (komputizace)

Vzhledem ke skutečnosti, že období pod označením že období IV. etapy pod označením d je současností případně jen nedávnou historií ponecháme na čtenáři, aby sledoval vývoj školského systému a tím i záležitosti kolem dalšího vývoje chemie jako vyučovacího předmětu. Budou jistě předmětem analýz v blízké i vzdálené budoucnosti a právě komparace dosažených výsledků potvrdí či zpochybní oprávněnost nastoupených cest.

Literatura:

- Hellberg, J., Rychtera, J. (2004): *Analýza historie přírodovědeckých disciplín z pohledu česko-polských vztahů* [In:] Dějiny vědy a techniky 12, Národní technické muzeum Praha, s. 126, ISBN 80-7037-136-6 .
- Hellberg, J., Rychtera, J. (2003): *Místo historie chemie v učebních plánech pregraduální učitelské přípravy s ohledem na její profesionalizační funkci*, [In:] Dějiny vědy a techniky 11, Národní technické muzeum Praha, s. 137.
- Boyle, R. (1930): *Works I*, London, s. 157.
- Ostwald, W. (1929): *Der skeptische Chemiker*, Leipzig.
- Komenský, J.A. (1948): *Didaktika velká*, Brno.
- Liebig, J. (1878): *Chemische Briefe*, Heidelberg.
- Hellberg, J. (1978): *Vývoj chemie jako vyučovacího předmětu vysoké a všeobecně vzdělávací školy*, PdF Hradec Králové, 1. vyd., s. 261.
- Mendelejev, D. I. (1869 - 1871): *Osnovy chemii*. Petersburg.
- Ostwald, W. (1905): *Škola chemie – uvedení do chemie pro každého*. Praha, nakl. E. Weinfurth, s. 150.
- Komenský, J.A. (1874): *Didaktika analytická*; Praha, nakl. Fr.A. Urbánek, s. 57.
- Kumpera, J. *Poselství J.A. Komenského pro vzdělanost a humanitu dneška*. Dostupné na <http://www.vialucis.cz/Komensky.htm> [citováno 8.7.2011]
- Karpenko, V. (1988): *Alchymie dcera omylu*; Práce, Praha, 328 s. ISBN 24-056-88
- Šafařík, V. (1878): *Chemie anorganická*. Praha, SLAVÍK & BOROVIČ, 256 s.
- http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B5%D0%B2_%D0%94%D0%BC%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%98%D0%B2%D0%B0%D0%B%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87 [citováno 8.7.2011]
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Nicolas_L%C3%A9mery [citováno 8.7.2011]
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Jan_Amos_Komensk%C3%BD [citováno 8.7.2011]
- <http://cs.wikipedia.org/wiki/Empirismus> [citováno 8.7.2011]
- http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Boyle [citováno 8.7.2011]
- <http://www.mjakub.cz/?idm=37> [citováno 8.7.2011]
- http://cs.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Ostwald [citováno 8.7.2011]

Jiří Rychtera

Katedra Chemie, Pedagogické Fakulty

Univerzity Hradec Králové, CZ

Historia obrazowanie w naukach przyrodniczych

Małgorzata Nodzyńska

Najstarszymi znanymi rysunkami zawierającymi informacje przyrodnicze (pomijamy tu naskalne obrazy zwierząt, gdyż nie do końca wyjaśniono ich rolę) są mapy. Co ciekawsze nie są to mapy okolic w których żyli ludzie ale mapy nieba. Najstarsze znalezione mapy nieba znajdują się na ścianach jaskiń w Lasaux [Whitehouse, 2000; Wolkiewicz].



Rysunek 1. Mapa nieba w jaskini Lasaux [za http://issuu.com/lightmediation/docs/the_lascaux_cave__a_prehistoric_sky-map_3390; dostęp 2.11.2009]

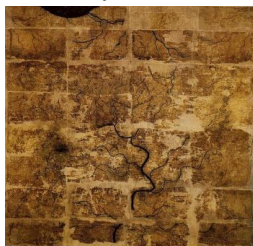
Podobne mapy odnaleziono też w jaskini Cuevas de El Castillo (datowane na 12.000 p.n.e) w hiszpańskiej jaskini Nawarry (14.000 p.n.e.) [Utrilla, 2009] i na stanowisku Pavlov na Morawach (25.000 p.n.e.)



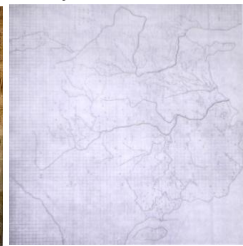
Rysunek 2. Mapa miasta z 80 budynkami i ulicami, będąca prawdopodobnie projekcją miasta i okolic Catal Huyuk w Anatolii (Turcja), w pobliżu którego zostało odkryte w 1963 r. [za <http://www.ancient-wisdom.co.uk/turkeycatalhuyuk.htm> - dostęp 06.03.2011]

Prawdopodobnie najstarsza (6200 p.n.e.) znana nam mapa ziemi to malowidło ściennie przedstawiające mapę miasta z okolic Catal Huyuk w Anatolii (Turcja). Kolejne znane nam mapy pochodzą ze starożytnej Babilonii, zostały wykonane za pomocą dokładnych pomiarów geodezyjnych technik np. gliniane tabliczki znalezione w Ga-Sur, pokazuje mapę doliny rzeki pomiędzy dwoma wzgórzami. (2500-2400 w p.n.e.) [Brian Harley, 1987]. W Chinach pierwsze mapy wykonano prawdopodobnie już około 2000 lat p.n.e. wykonywano je na drewnie, jedwabiu i na papierze. W III w. p.n.e. powstała w Chinach pierwsza wielka mapa świata. W II w. n.e. istniało już w Chinach biuro kartograficzne [Mei-ling, 1993].

Rysunek 3a.



Rysunek 3b.



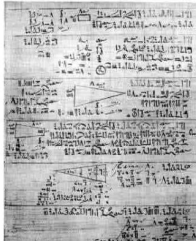
Rysunek 3a. mapa na jedwabiu (202 pne - 9 ne przedstawiająca królestwa w południowych Chinach (uwaga: południe jest na górze, na północ na dole)

Rysunek 3b. Mapa Yu Ji Tu rzeźbiona w kamieniu w 1137 r. przedstawia wybrzeża Chin i system rzeczny, mapa zawiera podziałkę. źródło wikipedia – dostęp 11.11.2009 http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_cartography#cite_note-9

Mapami posługiwano się także w starożytnym Egipcie, jednak zachowane przykłady map są dość rzadkie np.: Turin Papyrus Map (datowana ok. 1300 r. p.n.e.), ukazuje kopalnie srebra i złota wraz z lokalizacją osiedli górniczych, studni, sieci dróg i innych ważnych obiektów.



Rysunek 4. Turin Papyrus Map [źródło: Harrell, 1992a, 1992b].



Wizualizacja nie dotyczyła tylko problemu zapisu otaczającej człowieka przestrzeni. Rysunki pojawiały się również jako uzupełnienia, wyjaśnienia obliczeń geometrycznych np. na papyrusie spisany przez Ahmеса (tzw. papirus Rhinda datowany 2000 p.n.e.).

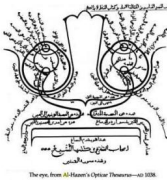
Rysunek 5. Papirus Rhinda [źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Papirus_Rhinda - dostęp 13.11.2010]

Kolejny typ rysunków wyjaśniających prawa fizyki spotykamy w dziełach Euklidesa („Elementy”, „Optyka”). W dziełach tych opisano pierwsze teoretyczne założenia na temat przedstawiania różnych przedmiotów za pomocą rysunku z zastosowaniem perspektywy ilustrując je rysunkami.



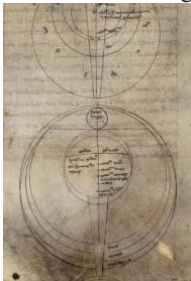
Rysunek 6. Jeden z najstarszych zachowanych fragmentów „Elementów” Euklidesa, datowany jest na około 100 n.e. [źródło: Bill Casselman. “One of the Oldest Extant Diagrams from Euclid”. University of British Columbia.]

W pracach Ali Al-hazen, (965-1038), arabskiego fizyka, matematyka i astronoma z Basyry umieszczone są rysunki nie tylko dotyczące soczewek, zwierciadeł, perspektywy i zasad działania kamery obscura, są tam też rysunki np. ukazujące budowę oczu.



Rysunek 7. Rysunek przedstawiający budowę oczu z „Optice Theaurus” z 1038 r. [źródło: <http://simerg.com/literary-readings/literary-reading-fatimid-scientist-al-hazen-inspired-by-the-spirit-of-the-quran/>] dostęp 06.03.2011

Także dzieła Rogera Bacona (ok. 1214-1292), angielskiego filozofa, który opisał soczewki wypukłe i przewidział różne ich zastosowania (mikroskop, teleskop) były ilustrowane.



Rysunek 8. Strona książki „Optic” Bacon [Źródło http://en.wikipedia.org/wiki/Roger_Bacon] dostęp 11.11.2009

Również w dziele Erazm Ciołka (polskiego mnicha, fizyka, matematyka, filozofa, twórcy podstaw psychologii spostrzegania) z zakresu optyki pt. „Perspectiva” (1273 r.) ilustracje objaśniają zagadnienia optyki geometrycznej, załamanie odbicie światła.



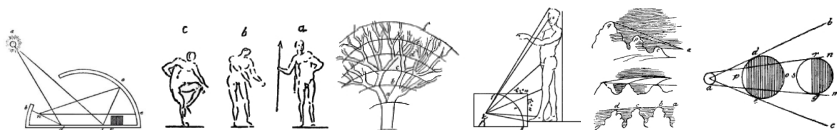
Rysunek 9. Rysunek z „Perspectiva” [Witelo, 1977] [źródło <http://kpbc.umk.pl/dlibra/docmetadata?id=40361&from=publication&> - dostęp 14.08.2010]

Rysunki pojawiały się także w dziełach typu encyklopedycznego zarówno jako miniatury jak i jako ilustracje opisywanych roślin, zwierząt czy zjawisk.

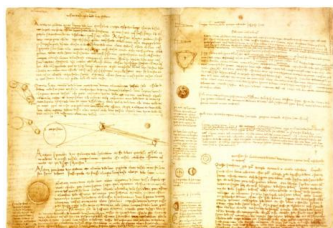


Rysunek 10. Strona z Skarbca wiedzy, francuskiej encyklopedii napisanej przez Brunetto Latini, pisarza i polityka włoskiego. Fragment rozdziału O małpach. [źródło wikipedia: http://pl.wikipedia.org/wiki/Brunetto_Latini, - dostęp 04.12.2009], Wydanie w tłumaczeniu polskim: B. Latini, Skarbiec wiedzy, tłum. M. Frankowska-Terlecka i T. Giermak-Zielińska, Warszawa 1992.

Szczególną rolę rysunkowi przypisywał włoski malarz, architekt, myśliciel Leonardo da Vinci (1452-1519). W swoich notatkach i studiach często posługiwał się rysunkiem wyjaśniając w ten sposób opisywane zjawiska.



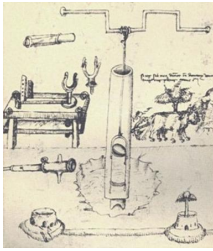
Rysunek 11 Rysunki Leonarda z jego traktatu o malarstwie. [źródło: http://commons.wikimedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci - dostęp 14.08.2010]



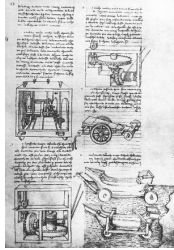
Rysunek 12. Strony z tzw. Kodeksu Leicester zawierające rysunki Leonarda (w 1980 r. nazwę zmieniono na Kodeks Hammera). [źródło http://pl.wikipedia.org/wiki/Kodeks_Leicester – dostęp 14.08.2010]

Rysunki Leonarda często były wynikiem jego badań np. nad budową organizmów lub machin. Leonardo rozwinął znany wcześniej z notatek Marino Taccola (1382 - 1453) i Francesco di Giorgio (1439 - 1502) tzw. rysunek przekrojowy [Ferguson 1999].

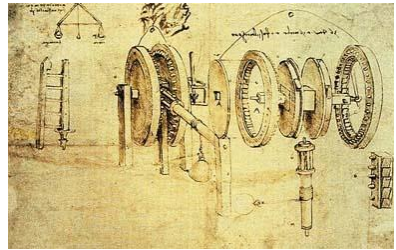
Rys. 13a.



Rys. 13b.



Rys. 13c

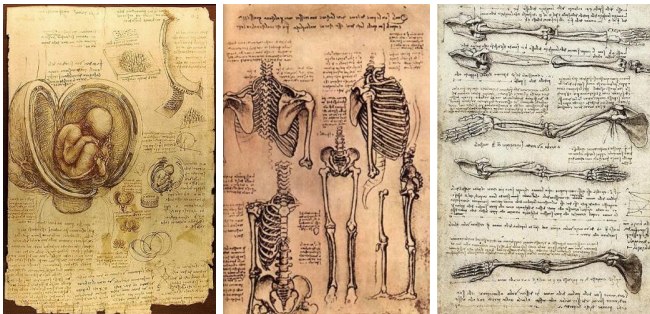


Rysunek 13a. Pierwszy europejski rysunek pompy wykonany przez Taccole 1450 r. [Hill, 1996] [źródło: <http://en.wikipedia.org/wiki/Taccola> – dostęp 14.08.2010]

Rysunek 13b. Strona notatek Francesco Giorgio Martini – 1470 [Center for Palladian Studies in America] [źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Francesco_di_Giorgio – dostęp 14.08.2010]

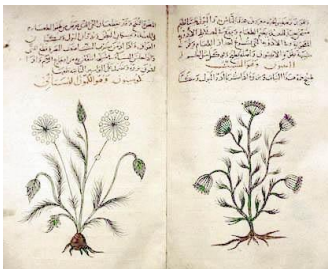
Rysunek 13c. Jeden z pierwszych przykładów przekrojowego rysunku Leonarda wyjaśniający ruch posuwisto-zwrotny [Laurenza, Taddei & Zanon, 2006] [źródło http://en.wikipedia.org/wiki/Exploded_view – dostęp 14.08.2010]

Leonardo zastosował tę metodę prezentacji w innych badaniach, w tym w anatomii człowieka [Laurenza, Taddei & Zanon, 2006].



Rysunek 14. Rysunki przekrojowe Leonarda da Vinci ukazujące ludzkie ciało. [źródło: http://commons.wikimedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci – dostęp 14.08.2010]

Rysunki dokładnie przedstawiające budowę roślin i zwierząt były coraz bardziej popularne. W XVI w. w Europie zaczęła się rozpowszechniać sztuka tworzenia zielników (herbariów) zapoczątkował ją włoski fizyk i botanik Luca Ghini z Bolonii oraz jego uczniowie Andrea Cesalpino i Ulisses Aldrovandi (Piekiełko, 1981).



Rysunek 15. Strony z herbarza Dioskurydesa Materia Medica z XIV w. arabskiej kopii, opisujące właściwości lecznicze roślin; Arabska kopia Materia Medica. Cumin & dill. c. 1334. Kathleen Cohen, Muzeum Brytyjskie. [źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Pedanius_Dioskurydes – dostęp 14.08.2010]

Zielniki były tak popularne, że pomiędzy zachowanymi do dziś odnaleźć można także XV w. mistyfikacje np. Manuskrypt Voynicha, zawierający rysunki nie istniejących roślin!



Rysunek 16. Strona Manuskryptu Voynicha [źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Manuskrypt_Voynicha – dostęp 14.08.2010]

Pierwsze drukowane i ilustrowane zielniki do Polski trafiły bardzo szybko. Były tu także wykonywane, czego przykładami są znane zielniki Falimirza z 1534 roku, Hieronima Spiczynskiego z 1542 r. oraz najwcześniejszy wówczas w Europie, liczący ponad 1500 arkuszy, zielnik Szymona Syreńskiego z roku 1613.



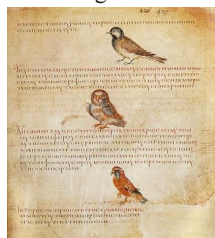
Rysunek 17. Karta z zielnika Syreniusza (Syreńskiego) z 1613 [źródło: <http://www.zielnik-syreniusza.art.pl/index.php?section=1> – dostęp 14.08.2010]



Rysunek 18. Herbarz Polski, To jest o Przyrodzeniu Zioł Y Drzew Rozmaitych, Y Inszych Rzeczy do Lekarstw Należących, Księgi Dwoje, Doctora Marcina Urzędowa, Kanonika niekiedy Sędomierskiego; y Iaśnie oświeconego Hrabie Pana, Pana Iana z Tarnowa, Kasztellana Krakowskiego, y Hetmana Wielkiego Koronnego, etc. Medyka. (1543-1553)

Do końca XVIII w. termin herbarium (wprowadzony przez Tourneforta w 1694 r.) zarezerwowany był dla określenia drukowanych i ilustrowanych dzieł o roślinach, następnie termin ten przeniesiono na zbiory zasuszonych roślin.

Analogicznie do herbariów opisujących rośliny i przedstawiających ich obrazy pojawiły się księgi opisujące różne zwierzęta, często także ilustrowane.



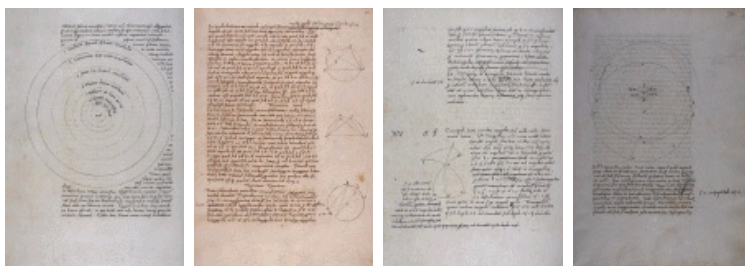
Rysunek 19. Arabska kopia herbarza Dioskuridesa Materia Medica z XIV w.; Arabska kopia Materia Medica. Cumin & dill. c. 1334. Kathleen Cohen, Muzeum Brytyjskie. [źródło: http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Vienna_Dioscurides] dostęp 13.11.2009]

Na przełomie XV i XVI w. ilustrowano także książki naukowe – przedstawiając za pomocą ilustracji pojęcia, dowody. Np. Albrecht Durer (1471-1528) niemiecki malarz i rytownik w swoim dziele „Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheit” opisując zasady rysunku perspektywicznego ilustruje je przykładami.



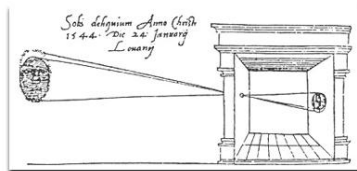
Rysunek 20. Obrazy Alberta Durera opisujące zasady perspektywy. [źródło (<http://www.bsb-muenchen.de>) – dostęp 14.08.2010]

Także Mikołaj Kopernik w swoim dziele De revolutionibus orbium coelestium (wydane w 1543r.) często uzupełnia tekst ilustracjami wyjaśniającymi opisywane pojęcia czy zjawiska.



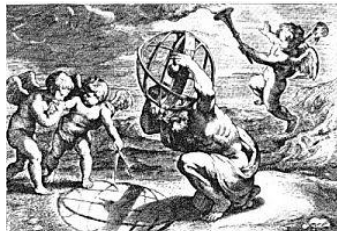
Rysunek 21. Obrazy stron manuskryptu Kopernika [za http://www.bj.uj.edu.pl/bjmanus/revol/titlpg_p.html – dostęp 14.08.2010]

Rola ilustracji była tak wielka, że gdy Regnier Gemma Frisius (1508-55) niderlandzki astronom, matematyk i kartograf zaobserwował przy pomocy kamery obscura zaćmienie Księżyca w 1544 r., zilustrował je w wydanym rok później dziele „De Radio Astronomia et Geometrica”.



Rysunek 22. Zaćmienie słońca wg Regniera Gemma Frisiusa [źródło <http://www.geoforum.pl/?menu=46816,46855,47014&link=teledetekcja-chronologia-chronologia-do-1900> – dostęp 14.08.2010]

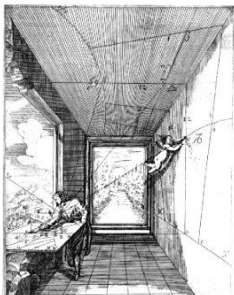
Na początku XVII w. w rysunkach ilustrujących teorie naukowe lub doświadczenia zaczęły się pojawiać putta. Do ich sukcesu w tej roli przyczynił się sławny malarz flamandzki Peter Paul Rubens. Był on bowiem także grafikiem i współpracował z wydawcami z Antwerpii, np. projektując strony tytułowe książek. W 1613r. w oficynie drukarskiej Balthazara Moretusa ukazał się traktat optyczny „Opticorum libri sex” profesora François de Aguilóna. Początek każdej z książek, Rubens ozdobił grafikami, które zapowiadały ich treść.



Rysunek 23. Zasady rzutowania na rycinie Rubensa. Francois de Aguilon, „Opticorum libri sex” (Antwerpia, 1613)

Anielska umiejętność latania pozwalała na realistyczne przedstawianie sytuacji, które w innym przypadku były by niemożliwe np. przeniesienie linie narysowanych na podręcznej płaszczyźnie na wysoką ścianę i sufit podczas wykreślania ściennego zegara słonecznego.

Instrukcja, jak wykreślić taki zegar, została przedstawiona w książce Emanuela Maignana „Perspectiva” wydanej w Rzymie w 1648r.



Rysunek 24. Konstruowanie ściennego zegara słonecznego z pomocą aniołka. Emanuel Maignan, „Perspectiva” (Rzym, 1648)

Także Heweliusz ozdabiał swoje dzieła astronomiczne zastępami aniołków. Kompletny katalog gwiazd gdańszczanina ujrzał światło dzienne jako „Wysłannik Astronomii”, (w 1690 r.). „Wysłannikowi” towarzyszył atlas nieba o tytule „Firmament Sobieskiego, czyli Uranografia”.



Podobnie jak wszystkie wcześniejsze dzieła Heweliusza, atlas otrzymał staranną i efektowną szatę graficzną. Rysunki figur gwiazdozbiorów wykonał gdański artysta i wybitny malarz Andreas Stech, od lat współpracujący z astronomem, zapewne to on rysował postacie aniołków.

Rysunek 25. *Johannis Hevelii Prodomus astronomiae exhibens fundamenta, quae tam ad novum ... correctioem stellarum fixarum catalogum construendum, quam ad omnium planetarum tabulas corrigendas ... spectant ... quibus additus est uterq[ue] Catalogus stellarum fixarum, tam major ad annum 1660, quam minor ad annum completum 1700, accessit ... Tabula motus Lunae libratorii bina secula proxime ventura prolongata ...* [źródło: cyfrowa biblioteka narodowa <http://www.polona.pl/dlibra/doccontent?id=4330&dirids=1>]

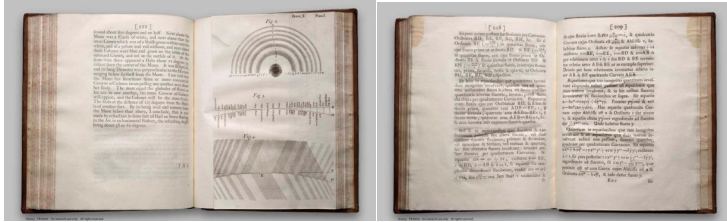
Pojawianie się aniołków [Włodarczyk, 2006] w dziełach naukowych wiąże się prawdopodobnie z dziejami Towarzystwa Jezusowego. Jezuici bardzo zaangażowali się w rozwój szkolnictwa, tworząc w Europie największą w historii Kościoła sieć szkół. Nauki przyrodnicze i matematyka stanowiły dużą część ich programu, w którym ważne miejsce znajdowały obserwacje i eksperymenty.



Przywiązywali oni też dużą wagę do ilustracji w podręcznikach i książkach. Wynikało to z przekonania, że ryciny przyciągają czytelników i pomagają tłumaczyć zjawiska, oraz z wiary w siłę znaku i metafory, także przy opisie przyrody. Konflikt z monarchiami Europy doprowadził w 1773 r. do kasacji stowarzyszenia. Wraz z jezuickim szkolnictwem z uczonych ksiąg zniknęły aniołki - zostały zastąpione anonimowymi dłońmi, które bez wdzięku, choć skutecznie przeprowadzały niezliczone doświadczenia w obficie ilustrowanych dziełach takich uczonych, jak Jean-Antoine Nollet, Alessandro Volta czy Christian Wolff.

Rysunek 26. W zastępstwie aniołków: w badaniach nad wpływem elektryczności na wzrost roślin i zwierząt uczonemu pomagają anonimowe dłonie. Jean-Antoine Nollet, „Recherches sur les causes particulieres des phenomenes electriques” (Paryż, 1764)

Jednak już w roku 1704 w dziele Izaaka Newtona „Optyka” liczba ilustracji jest niewielka.



Rysunek 27. Strony „Opticks” - 1704 – Izzaka Newtona - London - The Warnock Library [źródło: <http://www.rarebookroom.org/Control/nwtopt/index.html>]

Także w pierwszej powszechnej encyklopedii – francuskiej Encyclopédie (1772), której edytorami byli Jean d’Alembert i Denis Diderot ilustracji nie była zbyt wielka: na 28 tomów zawierających 71.818 artykułów było tylko 2.885 ilustracji.

Również w pierwszej polskiej encyklopedii powszechnej „Nowe Ateny” ks. Benedykta Chmielowskiego ilustracje nie pojawiały się zbyt często (1745-1746r.).

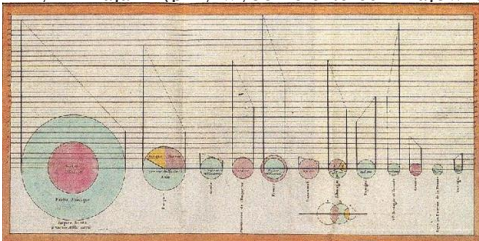


Rysunek 28. Rysunek smoka z „Nowych Aten” ks. Benedykta Chmielowskiego [źródło <http://literat.ug.edu.pl/ateny/0046.htm> – dostęp 14.08.2010]

Rysunki pojawiające się w dziełach przyrodniczych to nie tylko odwzorowania rzeczywistości czy schematy to również różnego rodzaju wykresy i grafy. Wykorzystywanie tych sposobów zapisu informacji w formie graficznej nauki przyrodnicze zawdzięczają statystyce. Swoje początki statystyka wywodzi z tradycji dokonywania spisów powszechnych, czyli zbierania informacji na temat ludności. Ślady spisów ludności można znaleźć w już Biblii w Starym Testamencie w: Księdze Liczb 1, Drugiej Księdze Samuela 24, Księdze Nehemiasza 7 oraz w Nowym Testamencie w ewangelii wg św. Łukasza 2 i Dziejach Apostolskich 5. Spisy powszechne były systematycznie przeprowadzane na terenie starożytnego Rzymu. Do ok. połowy XIX wieku termin statystyka oznaczał podany w tabelarycznej formie zbiór danych na temat stanu państwa. W XIX w. posiadanie podstawowych danych w formie tabel okazało się niewystarczające co spowodowało wprowadzenie zapisu graficznego informacji. Za twórcę metod graficznych w statystyce uważa się szkockiego inżyniera i ekonomistę Williama Playaira (22.09.1759 – 11.02.1823) [FitzPatrick, 1960]. Wymyślił on trzy rodzaje schematów:

- w 1786 r. wykres liniowy i wykres słupkowy,
- natomiast w 1801 wykres kołowy [Friendly, 2008].

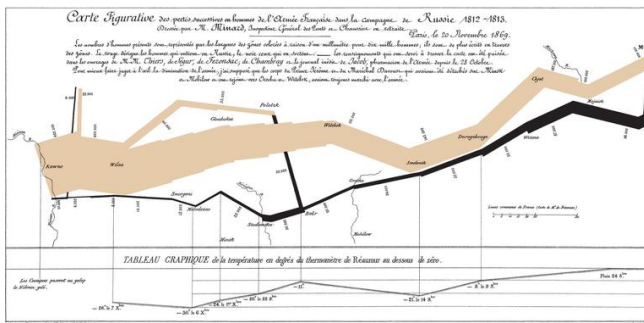
Do najbardziej znanych jego wykresów jest wykres porównujący podatki Wielkiej Brytanii z innymi krajami (przy wyborze czterech krajów Wielka Brytania jest jedynym, w którym linia podatków jest wyższa od linii ludności).



Rysunek 29. Wykres obrazujący stosunek populacji ludzkiej do podatków - Playfair, William “Statistical Breviary”, London, 1801 [źródło http://en.wikipedia.org/wiki/William_Playfair – dostęp 14.08.2010]

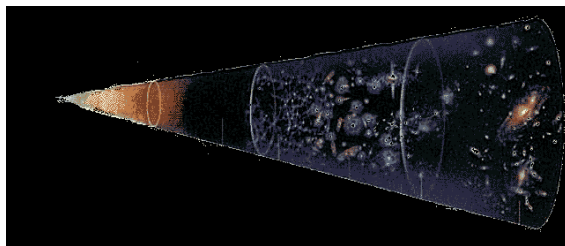
Kolejnym pionierem wykorzystania grafiki w inżynierii i statystyki był Charles Joseph Minard (27.03.1781 – 24.10.1870). Najbardziej znanym jego dziełem jest Carte figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813, mapa opublikowana w 1869 r. ukazująca przebieg kampanii rosyjskiej Napoleona w 1812 r. Wykres pokazuje kilka zmiennych w jednym dwuwymiarowym obrazie:

- lokalizację armii, kierunki, w których poruszają się poszczególne oddziały;
- zmniejszanie liczebność armii;
- temperatury w czasie kampanii.



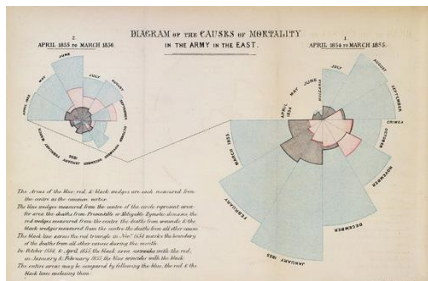
Rysunek 30. Graficzna wizualizacja marszu Napoleona. Autor: Charles Minard [źródło http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Joseph_Minard; dostęp 04.12.2009]

Obecnie tego typu obrazy zwane są linią czasu lub taśmą czasu i są często używana w edukacji aby pomóc uczniom zrozumieć wydarzenia i trendy dla specyficznego tematu.



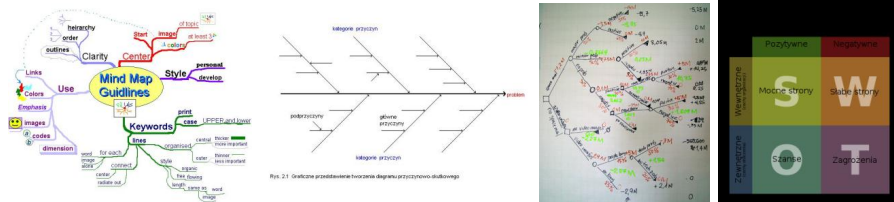
Rysunek 31. Rysunek linii czasu ukazujący rozwój wszechświata [źródło: www.fizyka.net.pl/astronomia/astronomia_k2.html - dostęp 14.08.2010]

Kolejną nowością w XIX w. były diagramy Nightingale zwane czasami „skrzydłem nietoperza”, za ich pomocą ukazywał on np. śmiertelność żołnierzy w obozach.



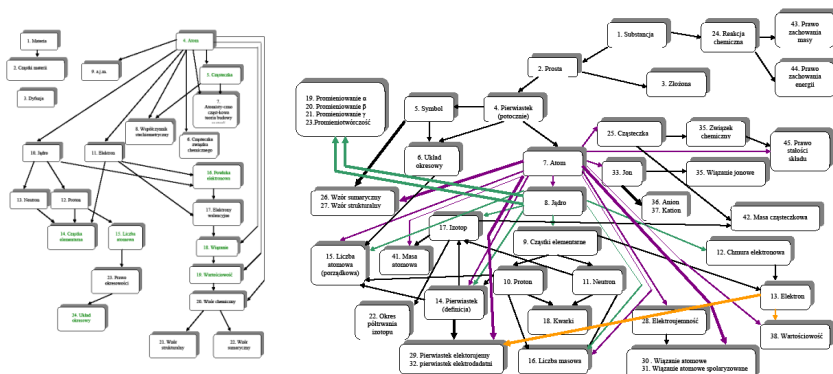
Rysunek 32. Diagramy Nightingale’a - “Schemat przyczyn zgonów w armii na Wschodzie” opracowany przez Florence Nightingale, wydrukowany w “Notes on Matters Affecting the Health, Efficiency, and Hospital Administration of the British Army and sent to Queen Victoria in 1858”. Legenda na rysunku wyjaśnia: Kliny na rysunku: niebieski, czerwony, czarny są mierzone od środka koła. Niebieski kliny oznaczają przypadki śmiertelne, którym można zapobiec (np. od chorób zakaźnych), czerwony kliny oznaczają śmierć od ran, i czarne kliny to zgony z innych przyczyn. [źródło http://en.wikipedia.org/wiki/Pie_chart - dostęp 14.08.2010]

Obecnie zapis graficzny coraz częściej służy do porządkowania informacji czy nawet odczuć. Jako typowe przykłady tego typu praktyk można wskazać np.: mapy myśli, mapy pojęć, wykres Ishikawy, dywanik pomysłów, drzewo decyzyjne, analiza SWOT, ...



Rysunek 33. Przykłady wymienionych powyżej metod graficznego porządkowania informacji. [źródło wikipedia dostęp 06.03.2011]

W dydaktyce jako przykład zastosowania zapisu graficznego do analizy informacji może posłużyć ‘metoda grafów’ pozwalająca na analizę struktury podręcznika.



Rysunek 34. Analiza metodą grafów dwóch podręczników (działy dotyczące budowy materii) – opracowanie własne.

Jak można zobaczyć z przedstawionych powyżej rozważań obraz od samego początku towarzyszy człowiekowi w jego próbach opisu otaczającego go świata i praw nim rządzących – od prostych odwzorowań (np. zielniki) poprzez zapisy symboliczne (np. mapy, schematy) po skomplikowane wykresy graficznie łączące wiele zależności.

Literatura:

Center for Palladian Studies in America. (1841): Inc. *Palladio's Literary Predecessors*. The treatise was not printed until, in Turin.

Ferguson E. (1999): *Engineering and the Mind's Eye*.

FitzPatrick P. (1960): *Leading British Statisticians of the Nineteenth Century*. Journal of the American Statistical Association, Vol. 55, No. 289, s. 38-70.

Friendly M. (2008): *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*. s. 13-14.

Harle J., (1987): *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*.

Harrell J., Brown V. (1992a): *The oldest surviving topographical map from ancient Egypt*. Journal of the American Research Center in Egypt 29, s. 81-105.

- Harrell J., Brown V. (1992b): *The world's oldest surviving geological map - the 1150 BC Turin papyrus from Egypt*. Journal of Geology 100 , s. 3-18.
- Hill D. (1996): *A history of engineering in classical and medieval times*. London: Routledge.
- Laurenza D., Taddei M., Zanon E. (2006): *Leonardo's Machines*.
- Mei-ling H. (1993): *The Qin Maps: A Clue to Later Chinese Cartographic Development*. Imago Mundi Volume 45.
- Piekietko A. (1981): *Dwa osiemnastowieczne zielniki ze zbiorów Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego*. Wrocław: Ossolineum.
- Utrilla. (2009): *A palaeolithic map: engraved stone blocks from the Late Magdalenian in Abauntz Cave (Navarra, Spain)* . Journal of Human Evolution 57 (2) , strony 99-111.
- Whitehouse D. (2000): *Ice Age star*. BBC News [za: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/871930.stm>.]
- Witelo E. C. (1977): *Perspectiva; Perspectivae liber primus; Witelo's Perspectiva; Witelonis Perspectivae liber primus = Book I of Witelo's Perspectiva (1230-1280)*. Wrocław: Ossolineum.
- Włodarczyk J. (2006): *Nauka po anielsku*. Wiedza i Życie.
- Wolkiewicz C. [Pobrano 11. 11., 2010 z lokalizacji http://www.archeociel.com/Accueil_eng.htm]

Małgorzata Nodzyńska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Muzeum przyrodnicze - poszukiwanie znaczeń na przestrzeni wieków

Anna Ludwik

Institucja muzeum istnieje bez mała 200 lat, samo gromadzenie różnych kolekcji to już ponad 2000 lat historii. Idea muzeum wywodzi się z kolekcjonerstwa, czyli świadomego gromadzenia przedmiotów o jakimś konkretnym zakresie merytorycznym. Pierwsze definicje określające kolekcjonera pojawiły się w 1581r. W wieku XVII możemy napotkać na stwierdzenie, którego autorem jest Jean de la Bruyere mówiące o tym, że kolekcjoner ma zamiłowanie do tego co rzadkie, jedyne. Krzysztof Pomian (1996r.) określał kolekcjonera jako niegroźnego szaleńca, który prowadzi próżniaczy tryb życia. Natomiast kolekcja według tego właśnie autora to zbiór przedmiotów, które są czasowo lub stale wyłączone z funkcji użytkowych i przechowywane są w bezpiecznym miejscu, przeznaczone do oglądania. Tematyka przedmiotów, które były kolekcjonowane zmieniała się przez wieki. Możemy wyróżnić tu kilka etapów: etap kolekcjonowania skarbów, jest to najstarszy etap do V w. p.n.e. ; jest to mało świadectwo, wiadome jest, że kolekcjonowane przedmioty były to te, które miały duże wartości materialne i walory praktyczny, ich jakość plastyczna odgrywała rolę podrzędną. Kolejny etap to etap antycznych skarbów – V w. p.n.e. do V w. zbierano przedmioty, które odznaczały się dużą wartością materialną, były istotne ideologicznie, miały charakter historyczny np. pamiątki po władcach. Kolejny jest to etap średniowiecznych skarbów – V – XIV w. kryteria doboru były podobne jak w antyku, tu zwracano uwagę na chrześcijańskie wartości skarbów. Etap od XIV – do XVII w. wyznaczył już nowe kryteria, którymi były wartości estetyczne i historyczne. Nastąpił początek kolekcjonerstwa sztuki współczesnej, rozwinęła się powszechna świadomość historyczna. Od XVI w. trwa etap, gdzie w muzeach liczy się walor dydaktyczny kolekcjonowanych eksponatów. Instrumenty naukowe – stały się przedmiotem kolekcjonowania od przełomu XVI/XVII w. Muzea i muzealnictwo zrodziło się na bazie kolekcjonerstwa właśnie. Przyjmuje się powszechnie, że wiek XVIII przyniósł otwarcie zbiorów dla publiczności, udostępnienie kolekcji królewskich oraz prywatnych. W opracowaniach historycznych [Hudson, 1987; Schafer, 1993; Pommier, 2003] zdarzenia te uważa się za narodziny muzeów, choć wiadomo, że kolekcje uporządkowane, klasyfikowane i udostępniane do celów naukowych istniały już w XVI w. [Pomian, 1996]. Wiek Wielkich Muzeów to XIX w. to wówczas stała się popularna koncepcja muzeum-świątyni, prezentującej najważniejsze kreacje artystyczne człowieka.

W literaturze możemy się natknąć na wiele definicji określających muzeum, niektóre z nich stale ewoluują. Polska ustawa o muzeach (21 listopada 1996r.) podaje następującą definicję: „Muzeum jest jednostką organizacyjną, nie nastawioną na osiągnięcie zysku, której celem jest sprawowanie opieki nad zabytkami, informowanie o wartościach i treściach gromadzonych zbiorów , upowszechnianie podstawowych wartości historii, nauki i kultury polskiej oraz światowej kształtowanie wrażliwości poznawczej i estetycznej oraz umożliwienie kontaktu ze zbiorami poprzez działania określone w art. 2, który mówi o tym, że muzeum realizuje cele określone w art. 1 poprzez:

- gromadzenie zabytków w statutowo określonym zakresie,
- katalogowanie i naukowe opracowanie zgromadzonych muzealiów,
- przechowywanie gromadzonych zabytków, w warunkach zapewniających im właściwy stan zachowania i bezpieczeństwo, oraz magazynowanie ich w sposób dostępny do celów naukowych,
- zabezpieczenie i konserwacje muzealiów oraz w miarę możliwości zabezpieczenie zabytków archeologicznych nieruchomych oraz innych oraz innych nieruchomych obiektów kultury materialnej i przyrody,
- urządzenie wystaw,
- organizowanie badań i ekspedycji naukowych, w tym archeologicznych,
- prowadzenie działalności edukacyjnej,
- udostępnianie zbiorów dla celów edukacyjnych,

- zapewnienie właściwych warunków zwiedzania i korzystanie ze zbiorów,
- prowadzenie działalności wydawniczej.

Ustawa została znowelizowana 24 maja 2007 r. Nowelizacją było poszerzenie pojęcia „muzeum”. Do zapisu brzmiącego „celem muzeum jest gromadzenie i ochrona naturalnego i kulturowego dziedzictwa ludzkości o charakterze materialnym” dodano słowo - „i niematerialnym”. Pozwala dyrektorom muzeów zrezygnować - całkowicie lub częściowo – z jednego w tygodniu „darmowego” dnia zwiedzania wystaw czasowych. Nakazuje im jednak utrzymać zasadę jednego w tygodniu „dnia bez biletów” dla ekspozycji stałych. Zawiera też zapis umożliwiający muzeum popieranie i prowadzenie działalności artystycznej i upowszechniającej kulturę [za: <http://fakty.interia.pl/polska/news/sejm-znowelizowal-ustawe-o-muzeach,915451> – dostęp 01.03.2011r].

W nowej podstawie programowej do szkół podstawowych i gimnazjów obowiązującej od 1września 2009 r. często pojawiają się zalecenia, aby wiedzę dotyczącą nauk przyrodniczych na wszystkich szczeblach edukacji uczniowie zdobywali poprzez praktyczne działanie. W ten nurt wpisuje się doskonale edukacja muzealna. Lekcje muzealne pozwalają na bliższe niż w szkole zapoznanie się z danym zagadnieniem, pozwalają także na holistyczne ujęcie tematu. Takie właśnie spojrzenie ułatwia uczniom nie tylko zdobywanie nowej wiedzy, ale także zintegrowanie wcześniej zdobytych wiadomości z różnych przedmiotów w jedną całość [Nodzyńska, 2008, 2009].

Jedną z najbardziej popularnych definicji jest definicja muzeum wg Rievera z roku 1984: „Muzeum jest instytucją trwałą, o charakterze niedochodowym, służącą społeczeństwu i jego rozwojowi, dostępną publicznie, która prowadzi badania nad świadectwem ludzkiej działalności i otoczenia człowieka, gromadzi zbiory, konserwuje je i zabezpiecza udostępnia je i wystawia, prowadzi działalność edukacyjną i służy rozrywce” [Riviere, 1989].

Muzea przyrodnicze są zaliczane według powszechnie stosowanych typologii do kategorii museum of science [Jakubowski, 2001]. Obok funkcji związanej z gromadzeniem i dokumentacją zbiorów, muzeom przypisuje się zadania oświatowe związane z popularyzacją i upowszechnieniem nauki. Postrzeganie muzeum w kategoriach „epistemologicznej celi” nie wyczerpują jednak możliwości jakich obecnie dostarcza. Widz coraz częściej jest zapraszany do udziału w tworzeniu ekspozycji, nadawania funkcji przedmiotom i testowania pomysłów [Potyrała 2011].

Dla zapytania w Googlach „lekcje w muzeum” otrzymujemy: na stronach polskich ok. 23900 odnośników i 27100 na stronach czeskich do poszczególnych muzeów i ich propozycji lekcji muzealnych [Nodzyńska & Bilek, 2009].

Wiek XXI pobudza do refleksji na temat funkcjonowania i istnienia muzeów. Przez ostatnie lata jesteśmy świadkami ewolucji elektronicznej, nieograniczonych możliwości zapisywania danych przez komputery czy Internet. Wcześniej informacje były przechowywane w muzeach bibliotekach czy archiwach, obecnie każdy z nas może sobie stworzyć własny zbiór danych. Potencjalnie każda większa baza danych może spełniać role muzeum z jakiejś dziedziny. Powszechność i niesamowita łatwość transferowania i przechowywania dźwięków, filmów, obrazów, ich udostępnianie, uzupełnienie nowymi informacjami i wynikami badań stwarza nieograniczony wręcz potencjał wirtualizacji zbiorów. Wirtualizacja jest to szerokie pojęcie odnoszące się do rozwiązań programowych i sprzętowych umożliwiających oddzielenie wykorzystywanych zasobów sprzętowych od systemów i aplikacji, które z tych zasobów korzystają. Mówiąc mniej formalnym językiem wirtualizacja umożliwia „przesłonięcie” wykorzystywanego sprzętu przed systemami, które z nich korzystają i w ten sposób uniezależnienie tych systemów od faktycznie wykorzystywanego sprzętu [za: http://wirtualizacja.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1:co-to-jest-wirtualizacja&catid=2:what-is-virtualization&Itemid=2 – dostęp 02.03.2011r.]. 2010 był dobrym rokiem dla wirtualizacji – o wirtualizacji mówiło się wprawdzie mniej, ale za to więcej było wdrożeń. Projekty wirtualizacji stały się większe, a tendencja wzrostowa wydaje się nie mieć końca. Niemal każdy ekspert przewiduje, że

wirtualizacja i cloud computing będą głównymi obszarami inwestycji IT w 2011 roku [Janus, 2010]. Wirtualizacja już od paru lat jest pojęciem osiągającym coraz to większe znaczenie w obszarze działalności muzeów.

„Wirtualizacja” w odniesieniu do pojęcia muzeum nabiera nowego znaczenia. Muzeum przez lata swojego istnienia łączone było z czymś materialnym, z realnym dającym się „dotknąć” oryginałem lub chociażby idealną kopią w bardzo szerokich dziedzinach takich jak sztuka, historia nauka, przyroda. Zbierano unikaty, które następnie będzie można zaprezentować szerokiej publiczności.

Nadawano im szczególną rangę, poddawano działaniom które miały na celu stworzenie ich nie tylko pamiątkami przeszłości ale czymś bardzo wyjątkowym. Konserwacja, badania, kontekstualizacja zbiorów i śladów materialnej przeszłości otwierała przed odbiorcą kultury jedyną możliwość „cofnięcia się w czasie” i zapoznania z dawnymi dziejami, zwyczajami. Dawała nam jedną z niewielu możliwości wyrobienia sobie własnego poglądu na minione czasy.

Pod koniec XX w. powszechnym stało się pojęcie „dziedzictwa materialnego” które z czasem włączone zostało przez ICOM do obszaru działania muzeów. Przez niematerialne ślady działalności człowieka możemy rozumieć zapisy przekazów ustnych. Opowieści, jako część kultury i wiedzy są istoty tego typu zbiorów, ich notacja to nie tylko zapis odręczny ale głównie są one rejestrowane w sposób medialny.

Tu możemy zaobserwować zbliżenie się do siebie pojęcia „niematerialności muzealiów” oraz wirtualizacji [Krasuski & Łoś & Szostakiewicz, 2005]. Wirtualizacja jest to pojęcie odnoszące się do abstrakcji zasobów w różnych aspektach komputeryzacji. Umożliwia efektywniejsze wykorzystanie istniejących zasobów sprzętowych środowiska informatycznego poprzez dowolne (w ramach możliwości sprzętowych czy programowych oraz założeń projektowych) modyfikowanie cech wirtualizowanych zasobów, dostosowując je do wymagań użytkownika [Lifu Wang & Kyung Ryong Dyu, 2004].

W latach 90-tych XX wieku pojawiło się pojęcie muzeum wirtualnego, które może prezentować swoje zasoby, zbiory za pośrednictwem nowego medium. Muzea wkrótce po powstaniu stały się wyznacznikiem tego trendu to Wirtualne Muzeum Sztuki Japońskiej [za: <http://web-japan.org/museum/menu.html>] czy Wirtualne Muzeum Kanady [za: http://www.virtualmuseum.ca/English/index_flash.html]. Bardzo ważną rolę odegrał amerykański National Institute of Standard and Technology, który otworzył witrynę Virtual Museum [za: http://www.virtualmuseum.ca/English/index_flash.html] dzięki której ukazał metody, standardy i sposoby rozpowszechniania zbiorów.

Muzea wirtualne posługują się cyfrowymi odpowiednikami realnych eksponatów, często wytwarzanymi właśnie na potrzebę konkretnej wystawy czy prezentacji. „Dziedzictwo niematerialne” zostało uznane przez instytucje i stowarzyszenia muzealne za domenę kolekcjonowania więc obiekty cyfrowe stały się materiałem kolekcjonerskim, naukowym edukacyjnym”.

Pierwszym muzeum wirtualnym w Polsce było Muzeum Powstania Warszawskiego dla szerokiej publiczności zostało otwarte 2 października 2004 roku. Na powierzchni ok. 1800 m. kw. znajduje się wystawa zawierająca liczne informacje, fotografie, teksty oraz filmy. Wirtualne muzeum oglądamy okiem interaktywnej kamery, poruszającej się według określonych ścieżek [Wąsacz, 2008].

Temat wirtualnych muzeów staje się coraz bardziej popularny i coraz bardziej powszechny w naszej kulturze. W marcu 2010 r. w ramach projektu „Wirtualne muzea Małopolski” zaplanowano powstanie pracowni digitalizacji zbiorów oraz portalu internetowego. Najciekawsze eksponaty będzie można oglądać w formacie trójwymiarowym. Będzie można obiekty obracać, przybliżyć, przeczytać ich opis. Na nowej platformie internetowej, która powstanie w ramach regionalnego

portalu "Wrota Małopolski", dostępne będą także gry, quizy i lekcje muzealne. Obok placówek znanych, jak Muzeum Narodowe w Krakowie czy Muzeum Tatrzańskie w Zakopanem, do tworzenia wirtualnego zasobu przystąpiły muzea regionalne i lokalne m.in. Muzeum Podhalańskie w Nowym Targu czy Muzeum Ziemi Koszyckiej [za: <http://polskajestfajna.wp.pl/kat,1022911,title,Wirtualne-muzea-Malopolski,wid,12043777,wiadomosc.html?ticaid=1bd82>].

Przemiana jaka się dokonuje nie ma charakteru tylko zmiany medium, ale zmiany przez odbiorcę sposobu odczuwania zjawisk fizycznych i obiektów. Muzea wirtualne odnoszą w tym momencie wielki sukces. Są obiektami dostępnymi, ciekawymi dla ludzi żyjących już przecież w XXI wieku. Odnoszą one wielki frekwencyjny triumf. W 2001 r. w czasie sesji poświęconej miejscu muzeum w globalnej wiosce Hans Belting mówił o muzeum jako medium. Zwrócił uwagę, że za zmianą formy przekazu idzie jednocześnie zmiana treści co niweluje granice pomiędzy tzw. kulturą wysoką a niską. Wedle społecznych interpretacji pragmatyzmu amerykańskiego (John Dewey, Richard Shusterman), sztuka wysoka to tyle co sztuka elit, zwłaszcza inteligencji XIX i pocz. XX wieku w Europie, natomiast sztuka „niska” to tyle, co sztuka popularna. Europie kulturą niską nazywa się tradycyjnie kulturę popularną lub kulturę masową [Skowroński]. Tego typu podejście jest to tzw. „making culture” [Message, 2006]. Do działań jakimi powinno się parą muzeum dochodzi jeszcze tworzenie kultury, rzeczywistości, sztuki, która jest realizowana w wirtualnym obszarze. Muzea przekształcają się w instytucje w „centra interpretacji” [Tilden, 1977]. Jest to trend, który jest bardzo pożądany przez publiczność. Co dzieje się zatem ze „starymi muzeami”? Czy pozostaje im funkcja tworzenia mitów? [Bendyk, 2007]. Bardzo ważnym elementem edukacji muzealnej jest również kształcenie nauczycieli przedmiotów przyrodniczych i inżynierskich tak aby w swojej edukacyjnej działalności wykorzystywali ofertę muzeów, wcześniej o tym zapominano i nauczyciel mógł liczyć sam na siebie oraz ewentualnie na działalność danego muzeum [Nodzyńska & Bilek, 2009; Nodzyńska & Paśko 2010]. Nowocześnie rozumiana edukacja przyrodnicza musi uwzględniać wielość podejść i kontekstów edukacyjnych, różnorodność praktyk komunikacyjnych i współpracę między osobami zaangażowanymi w przetwarzanie informacji naukowej w świecie realnym i wirtualnym. Aktywność społeczna i komunikacyjna nauczycieli i uczniów musi być sposobem na podtrzymywanie relacji interpersonalnych i rozwiązywanie problemów w świecie rzeczywistym. Dydaktycy biologii poszukują nowych sposobów wykorzystania istniejących przestrzeni edukacyjnych do promocji kształcenia przyrodniczego [Potyrała, 2011]. Jedno jest pewne różnice między wirtualnym a realnym muzeum są ogromne i nie mam tu na myśli jedynie strony technicznej tych obu przedsięwzięć.

Literatura:

- Belting H. (2001): *Das Museum als Medium* [w:] *Das Museum als Global Village. Versuch einer Standortbestimmung am Beginn des 21. Jahrhunderts*, ICOM Deutsches Nationalkomitee, Frankfurt a. M. – Berlin – Bern – Bruxelles – New York– Oxford – Wien, s. 25-36.
- Bendyk E. (2007): *Laboratorium społecznej komunikacji* [w:] *Muzeum jako świetlany przedmiot pożądania*, Łódź, s. 43-50.
- Hudson K. (1987): *Museums of Influence: Pioneers of the last 200 years*, Cambridge.
- Jakubowski K.J. (2001): *Tendencje rozwojowe polskiego muzealnictwa przyrodniczego* [w:] *La Lettre de l'OCIM*, nr 76, s. 38-53.
- Janus R. (2010): *Wirtualne prognozy na 2011* <http://www.virtualfocus.pl/raporty/wirtualizacja-serwerow/wirtualne-prognozy-2011>, – dostęp 01.03. 2011r.
- Krasuski T., Łoś J., Szostakiewicz M. (2005): *Wstęp do wirtualizacji*, Warszawa
- Lifu Wang, Kyung Ryong Dyu. (2004): *Feasibility of Exploiting Virtual Machines for Grid Computing* *Dep. of Computer Science*, Arizona State University Tempe.

- Message K. (2006): *New Museums and the Making Culture*, Oxford – New York
- Nodzyńska M. (2008): *Edukacja Muzealna* [w:] Edukacja przyrodniczo–techniczna w muzeach polskich i czeskich – przewodnik, Kraków.
- Nodzyńska M., Bilek M. (2009): *Edukacja przyrodniczo-techniczna w muzeach polskich i czeskich - przewodnik po muzeach*, Kraków.
- Nodzyńska M. (2009): *Učení se v přírodovědných a technických muzeích: návrh na realizaci tématické exkurze do polského Krakova* [W:] Muzejní didaktika přírodovědných a technických předmětů: přírodovědná a technická muzea a možnosti jejich využití ve vzdělávání (red. Bilek M. & All) Hradec Králové: Gaudeamus, S. 153-163.
- Nodzyńska M., Paško J.R. (2010): *Dydaktyka muzealna: przygotowanie nauczycieli* [W:] Rola i zadania dydaktyk przedmiotowych w kształceniu nauczycieli (red. Kwaterna A., Cieśla P.): Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny, S. 180-184
- Pomian K. (1996): *Zbieracze i osobliwości*, Warszawa s. 321.
- Pommier F. (2003): *Le musée, temple spectaculaire. Une histoire du projet muséal*, Lyon.
- Potyrała K. (2011): *Muzeologia-historia i rozwój znaczeń w kontekstach edukacyjnych, Kreatywny nauczyciel-wskazówki i rozwiązania*, Kraków s. 37.
- Riviere G.H. (1989): *La muzeologie selon*, Paris.
- Schafer R. (1993): *L'Invention des musées*, Paris.
- Tilden F. (1977): *Interpreting our Heritage*, wyd. 3, Chapell Hill.
- Wąsacz M. (2008): *GazetaPomorska.pl*, kwiecień.
- <http://fakty.interia.pl/polska/news /sejm-znowelizowal-ustawe-o-muzeach,915451> – dostęp 01.03. 2011r.
- <http://museum.nist.gov/exhibits/rabinow/index.html> – dostęp 01.03. 2011r.
- <http://polskajestfajna.wp.pl/kat,1022911,title,Wirtualne-muzea-Malopolski,wid,12043777,wiadomosc.html?icaid=1bd82> – dostęp 01.03. 2011r.
- <http://skowronski.krzysztof.w.interii.pl/Kultura%20wysoka%20a%20kultura%20niska.htm> – dostęp 01.03. 2011r.
- <http://web-japan.org/museum/menu.html> – dostęp 01.03. 2011r.
- http://wirtualizacja.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1:co-to-jest-wirtualizacja&catid=2:what-is-virtualization&Itemid=2 – dostęp 01.03. 2011r.
- http://www.virtualmuseum.ca/English/index_flash.html – dostęp 01.03. 2011r.

Anna Ludwik

Zakład Edukacji, Komunikacji i Mediacji Przyrodniczej, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Spektroskopia - od zwierciadła po komputer

Iwona Stawoska

Małgorzata Nodzyńska

Wstęp

Obraz w chemii pełni nie tylko rolę wyjaśniającą czy opisową. Często jest wynikiem naukowego eksperymentu na podstawie, którego naukowcy wyciągają wnioski dotyczące np. odkrycia nowych pierwiastków, wewnętrznej budowy materii, składu chemicznego substancji czy nawet budowy odległych gwiazd. Nauką, o powstawaniu i interpretacji widm – czyli zarejestrowanych obrazów powstających w wyniku oddziaływań promieniowania na materię jest spektroskopia. Powstała ona wraz z rozwojem spektroskopowych technik analitycznych, jej znaczenie jednak znacznie wykracza poza same te techniki.

Rys historyczny

Pierwsze badania, które zalicza się do prapoczątków spektroskopii, to badanie zwierciadła sferycznego przez Euklidesa (300 pne). Kolejne prace badawcze dotyczyły: załamania światła (Cleomedes, 50); opracowania szczegółowych tabel refleksji i załamania światła (Klaudiusz Ptolemeusz, 139); opisanie charakteru refleksji (Alhazen, ~1010); wyjaśnienia pochodzenia tęczy (Teodoryk z Freibergu, 1304). Ok. roku 1500 Leonardo da Vinci wymienia po raz pierwszy termin „dyfrakcja” w swoich notatnikach. Kolejne odkrycia i wynalazki, które przyczyniły się do rozwoju spektroskopii to: pierwszy teleskop (Hans Lippershey, 1608); obserwacja nieba teleskopem (Galileo Galilei, ~1608); pierwszy mikroskop (Zacarias Joannides ~1609); odkrycie prawa załamania światła (Willebrord Snell van Royen, ~1620); teoretyczne opisanie prawa załamania światła (Kartezjusz, 1637). W 1667r. Robert Boyle jako pierwszy zauważył pierścienie zakłóceń, obecnie znane jako pierścienie Newtona. A w 1669r. Rasmus Bartholin odkrył dwójłomność w kryształach szpatu islandzkiego (kalcyt), której niestety nie umiał jeszcze wytłumaczyć, ponieważ natura światła nie była jeszcze znana.

Mimo, że chromatyczny rozkład światła był znany ludzkości od dawna, choćby poprzez występującą w przyrodzie tęczę, dopiero badania Isaaka Newtona w drugiej połowie XVII w. ukazały, że białe światło słoneczne może być rozproszone w ciągłej serii kolorów. Isaak Newton od 1670 do 1672 wykładał optykę na uniwersytecie w Cambridge i w tym czasie badał refrakcję światła, udowadniając, że pryzmat może rozszcześcić białe światło w widmo barw, a potem soczewka i drugi pryzmat powodują ponowne uzyskanie białego światła z kolorowego widma. Wprowadził on termin “widmo” przy opisywaniu tego zjawiska. Badanie światła przez Newtona przyjmuje się za początki spektroskopii jako nauki.

Korzystając z wykonanych przez Ole Rømera w roku 1667 obserwacji księżyców Jowisza, Christiaan Huygens jako pierwszy obliczył prędkość światła (220 tys. km/s)¹. W 1728r. James Bradley odkrył aberrację światła², gdy chcąc odkryć zjawisko paralaksy rocznej mierzył zmiany deklinacji gwiazdy γ (gamma) Draconis. John Dollond stwierdziwszy, że współczynnik załamania światła dla różnych długości fal jest zależny od gatunku szkła, zbudował w roku 1757 pierwszy obiektyw, z flintu i szkła kronowego, który dawał obrazy achromatyczne, tj. niezabarwione na brzegach. Kolejne odkrycie datowane na 1777r. przypisywane jest Carlowi Scheele, który zauważył ciemnienie chlorku srebra pod wpływem światła o różnych kolorach.

1. Błąd wynoszący ok. 25% nie umniejsza wagi tego osiągnięcia, ponieważ od czasów Arystotelesa uważano, że światło ma nieskończoną prędkość.

2. To zjawisko astronomiczne polegające na pozornym ruchu położenia kąтового ciał niebieskich w cyklu rocznym.

Stopniowo stawało się jasne, że słoneczne promieniowanie ma składniki poza widoczną częścią widma. Stało się tak m. in. dzięki badaniom William Herschela, który to w 1800r. umieścił termometr rtęciowy w widmie optycznym uzyskanym z pryzmatu. Eksperyment ten pozwolił mu zmierzyć ilość energii cieplnej przenoszonej przez poszczególne kolory światła. Okazało się jednak, że termometr najbardziej rozgrzewa się, gdy znajdzie się na nieoświetlonym polu poniżej czerwonego koloru. W związku z tym Herschel doszedł do wniosku, iż istnieje niewidzialne dla oka promieniowanie "podczerwone", które transmituje ciepło w postaci niewidocznej fali świetlnej. W taki sposób właśnie dokonał on odkrycia promieniowania IR. W 1801r. podobne obserwacje, ale tym razem w ultrafiolecie przeprowadził Johann Wilhelm Ritter. Badania te były prekursorami radiometrycznych i fotograficznych pomiarów światła. Także w 1801r. Thomas Young odkrył w maju interferencję światła, czym zapoczątkował badania nad falową teorię światła (szczegółowy opis tego zjawiska wydał dopiero w roku 1807). Thomas Young znalazł jako pierwszy przybliżone wartości długości fal świetlnych. Wy tłumaczył także ugięcie światła jako efekt interferencji między falami światła przechodzącymi pomiędzy otworem uginającym, a falami odbitymi od brzegów otworów.

Kolejne odkrycie w 1802r. dokonał Wiliam Hyde Wollaston. Badając rozszczepienie widma światła słonecznego zastosował szczelinę i pryzmat, a w efekcie tego zauważył czarne prążki przecinające tęczę. Był on więc pierwszą osobą, która zauważyła ciemne struktury w widmie słonecznym. W latach 1811-1813 Francisc Arago prowadził usilne badania mające na celu potwierdzenie teorii falowej. W ramach prowadzonych eksperymentów odkrył obrotową polaryzację kwarcu, polaryzację światła rozproszonego oraz zbudował pierwszy filtr polaryzacyjny.

W 1814r. Joseph von Fraunhofer wynalazł siatkę dyfrakcyjną, która rozprasza światło w taki sam sposób, jak czyni to pryzmat, ale ma dodatkowe zalety – w pryzmacie szklanym rozproszenie zależy od rodzaju szkła, z którego został wykonany, utrudnia to porównanie różnych pomiarów spektralnych i bezwzględnej miary długości fali. Problemów tych nie ma przy zastosowaniu siatki dyfrakcyjnej. Również w 1814 roku, Joseph von Fraunhofer badając dyspersję szkieł optycznych wykrył, niezależnie od Wollastona, prążki o różnej intensywności i zaczął ich systematyczną analizę oraz mierzenie długości fali im odpowiadających. W tym samym roku dobudował on do szczeliny i pryzmatu teleskop, a następnie zrobił przyrząd, nazwany spektrometrem. Kilka lat później Fraunhofer przypisał prążkom konkretne długości fali. W sumie stwierdził istnienie ponad 570 linii i nazwał podstawowe linie literami od A do K, zaś słabsze pozostały - od tej pory datuje się początek spektroskopii jako ścisłej dziedziny naukowej. Fraunhofer studiował także widma gwiazd i planet tworząc podwaliny dla astrofizyki. Mimo ogromnych osiągnięć, Fraunhofer nie wiedział skąd pochodzą linie widma. Dopiero w 33 lata po jego śmierci, Kirchhoff ustalił, że każdy pierwiastek i związek chemiczny ma swą niepowtarzalną częstotliwość i badając widma nieznanych substancji, można ustalić ich skład chemiczny.

XIX wiek obfitował w odkrycia dotyczące światła. W 1818r. Fresnel wyjaśnił polaryzację światła. W 1826r. Balard odkrył fotograficzną czułości bromku srebra, natomiast w pierwszej połowie XIX wieku wielu badaczy, takich jak: J.F.W. Herschel, W.H.F Talbot, C. Wheatstone, A.J. Angstrom, oraz D. Alter, prowadziło badania widm różnych substancji. Jako źródła światła używali płomienie, łuki elektryczne i iskry. Źródła te emitowały jasne linie widmowe, które były charakterystyczne dla pierwiastków umieszczonych w płomieniu. W 1826r. Talbot i Herschel badali zmiany barwy ognia, gdy sole sodu, potasu, litu i strontu zostały wprowadzone do płomienia. Następnie w 1832r. J.K. Herschel opisał specyficzne zabarwienie płomieni po dodaniu do nich soli metali. Była to pierwsza obserwacja spektrochemiczna, na podstawie której ustalono, że widma emisji zawierają jasne linie.

Kolejne przełom miał miejsce w roku 1837 - Knox odkrył, że występuje zmiana przewodnictwa selenu wraz ze zmianą oświetlenia. W 1840r. J.M. Petzvala zbudował obiektyw,

który charakteryzował się bardzo dużą jasnością i kątem obrazu. Był bardzo popularny do końca XIX wieku. Jeszcze w latach 50 XX w. używano go często jako obiektywu portretowego w wielkoformatowych kamerach studyjnych.

1842r. Doppler odkrył efekt polegający na powstawaniu różnicy częstotliwości fali wysyłanej przez źródło fali oraz zarejestrowanej przez obserwatora, który porusza się względem źródła. Efekt ten nazwano jego imieniem. Odkrycie Dopplera stosowane jest w spektroskopii astronomicznej: ponieważ światło każdej gwiazdy charakteryzują linie widmowe, które są zależne od znajdujących się w nich atomów, bada się zmianę częstotliwości lub długości fali emitowanej przez gwiazdę względem linii widmowych otrzymanymi na Ziemi i jeżeli np. gwiazda oddala się od obserwatora (będącego na Ziemi), to wszystkie jej linie widmowe będą przesunięte w kierunku czerwieni.

Pierwszym eksperymentem ujawniającym związek światła z magnetyzmem było odkrycie w 1845r. przez Michaela Faradaya tzw. 'zjawisko Faradaya', które polega na tym, że pole magnetyczne może obrócić płaszczyznę polaryzacji światła. W 1848r. Foucault odkrył, że płomień sodowy (emitujący żółtą linię) absorbuje tę samą żółtą linię pochodzącą z łuku umieszczonego za tym płomieniem. Była to pierwsza demonstracja widma absorpcyjnego w laboratorium. Dwa lata później (w 1850r.) wykazał on, że światło „podróżuje” wolniej w wodzie niż w powietrzu, tak jak wcześniej przewidziano to w teorii falowej.

W 1855r. szwedzki fizyk i astronom, jeden z twórców spektroskopii - Anders Jonas Ångström stwierdził, że gorące gazy emitują światło o tej samej długości fali, przy której absorbują (w niskiej temperaturze). Określił on ok. 1000 linii absorpcyjnych w widmie słonecznym³, udowodnił istnienie wodoru na Słońcu, zapisał długości fali w 10^{-8} cm (1 Å), jako pierwszy badał widma zorzy polarnej.

W 1859r. rozpoczęły się pionierskie prace Gustav Robert Kirchhoffa. Od 1861r. we współpracy z Bunsenem stworzył podstawy technik spektroskopowych; wyjaśnił pochodzenie ciemnych linii w promieniowaniu słonecznym przez absorpcję korony słonecznej; odkrył nowe pierwiastki: cez i rubid (nazwa cez pochodzi od łacińskiego słowa niebieski ,gdyż ten kolor przeważał w jego widmie; nazwa rubid również pochodzi od łacińskiego słowa - czerwony zgodnie z barwą jego widma). W toku swojej pracy sformułował on 3 prawa spektroskopii (tzw. prawa Kirchhoffa):

- gorący obiekt (ciało stałe) emituje promieniowanie ciągłe,
- gorący gaz emituje linie widmowe,
- gorące ciało stałe emituje umieszczone w gazie daje (prawie) ciągłe widmo - tj. z liniami absorpcyjnymi.

Gustav Robert Kirchhoff sformułował również prawo promieniowania temperaturowego mówiące, że w ustalonej temperaturze stosunek zdolności emisyjnej ciała do jego zdolności absorpcyjnej jest uniwersalną funkcją, taką samą dla wszystkich ciał. Ze względów historycznych funkcję tą nazywa się funkcją Kirchhoffa.

Gustav Kirchhoff i Robert Bunsen odkryli później, że każdy pierwiastek chemiczny jest związany z danym zestawem linii spektralnych i wydedukowali, że ciemne linie w widmie Słońca były wytworzone przez te pierwiastki, które znajdowały się w wyższych warstwach Słońca, ale niektóre z zaobserwowanych struktur były wynikiem absorpcji przez tlen cząsteczkowy w atmosferze ziemskiej. Uznając, że każdy atom i cząsteczka ma swoje charakterystyczne widmo, Kirchhoff i Bunsen z stworzyli ze spektroskopii naukowe narzędzie do badania atomowej i cząsteczkowej struktury i powołali do życia nową dziedzinę nauki - analizę spektralną umożliwiającą badania składu substancji. Jej techniki są stosowane obecnie do analizy zarówno ziemskich jak i gwiazdnych obiektów. Analiza spektralna nadal jest jedynym sposobem badania pierwiastków chemicznych obecnych w gwiazdach.

3. W 1869 opublikował pierwszą mapę widma słonecznego pt. "Recherches sur le spectre solaire".

Wprowadzone przez Jamesa Clerka Maxwella w 1861r. równania Maxwella pokazały, że pole elektryczne i magnetyczne poruszają się w próżni z prędkością światła w postaci fali. Doprowadziło go to do wniosku, że światło jest falą elektromagnetyczną. 1873r. przedstawił on swój "Traktat o elektryczności i magnetyzmie."

Pionier spektroskopii - William Huggins, od 1866r. badał w swym obserwatorium ciała niebieskie przy pomocy analizy spektralnej, przy czym pierwszy zastosował do nich metodę Dopplera. Porównując widma ciał niebieskich odróżnił mgławicę od galaktyk. Niemiecki fizyk, współzałożyciel znanych zakładów optycznych Carl Zeiss Stiftung – Ernest Abbe w 1873r. opisał ograniczenia w zakresie obrazowania optycznego, wprowadził nowe teorie i wzory matematyczne, rewolucjonizując wyrób soczewek⁴. Był konstruktorem wielu przyrządów optycznych.

Zastosowanie spektroskopu do badań naukowych pozwoliło na odkrycie nowych pierwiastków. Francuski chemik Paul E. Lecoq de Boisbaudran w roku 1875 odkrył nowy pierwiastek w rudzie cynku, który nazwał galem od słowa Galia – Francja. Dzięki wynalazkowi Louisa Georges'a Gouy'a (w 1877r.), który skonstruował pierwszy nebulizator pneumatyczny, stało się możliwe badanie wprowadzania cieczy do płomieni. Henry Rowland (w 1882r.) poprawił siatkę dyfrakcyjną, kresząc ją na powierzchni zwierciadła wklęsłego (z 800 rysami na 1 mm).

W 1885r. Johann Jakob Balmer opracował wzór na częstości linii emisyjnych atomów wodoru w zakresie widzialnym: $v \sim R(1/n_2 - 1/n_1)$ gdzie stała Rydberga $R=109\,677,581\text{ cm}^{-1}$ oraz $n_1=3,4,5,\dots$; $n_2=2$). Następnie Johannes Robert Rydberg i Walther Ritz opracowali wzory dla innych prostych widm. Gabriel Lippmann w 1891r. stworzył metodę reprodukcji barw⁵, opartą na zjawisku interferencji światła, która niestety nie znalazła zastosowania w praktyce.

W 1895r. została wynaleziona przez fizyków niemieckich Hansa Geitela i Juliusa Elstera fotokomórka próżniowa. Odkryli oni, że promienie katodowe mogą być emitowane z katody po oświetleniu jej dowolnym światłem, a natężenie tych promieni jest wprost proporcjonalne do natężenia padającego światła. Obecnie fotokomórki wykorzystuje się w badaniach naukowych do pomiarów światła emitowanego przez różne substancje i cząsteczki oraz w urządzeniach kontrolnych. Służą też do liczenia przedmiotów lub w alarmowych systemach przeciwwłamaniowych.

Angielski fizyk Joseph John Thomson w 1897r., w wyniku badań nad promieniami Roentgena odkrył elektron. Wśród wielu jego zasług należy wymienić, fakt, iż był on pierwszym konstruktorem spektrometru masowego. Pod koniec XIX wieku Heinrich Rudolf Hertz zbudował oscylator elektryczny (tzw. oscylator Hertza) i używając go po raz pierwszy wytworzył fale elektromagnetyczne. Następnie stwierdził tożsamość fizyczną fal świetlnych i fal elektromagnetycznych oraz ich identyczną prędkość rozchodzenia się. Przyjmuje się, że dzięki swoim pracom Hertz stworzył podstawy rozwoju radiokomunikacji⁶.

Końcówka XIX wieku to liczne odkrycia Maxa Plancka z zakresu: termodynamiki, promieniowania termicznego, energii, dyspersji, optyki, teorii względności, a przede wszystkim teorii kwantów. W roku 1889 odkrył stałą fizyczną nazwaną następnie jego nazwiskiem (stała Plancka), co dało początek mechanice kwantowej. W 1900 zaproponował on wyjaśnienie widma promieniowania ciała doskonale czarnego oparte na założeniu, że emisja fal elektromagnetycznych odbywa się porcjami (kwantami) o energii $E=h\nu$.

Również kolejny XX obfitował w liczne odkrycia. Jednym ze słynniejszych naukowców tej epoki był Albert Einstein. 1905r. wyjaśnił efekt fotoelektryczny⁷ oraz przedstawił ogólną i

4. Przedtem soczewki produkowano metodą prób i błędów, nigdy nie mając pewności, czy soczewka będzie zdatna do użytku.

5. Za co w 1908r. otrzymał Nagrodę Nobla.

6. Dla uczczenia tych osiągnięć jednostkę częstotliwości nazwano od jego nazwiska hercem (Hz).

7. Za co w 1921r. otrzymał Nagrodę Nobla.

szczególną teorię względności, w której prędkość światła jest niezależna od ruchu. Był on też współtwórcą korpuskularno-falowej teorii światła oraz odkrywcą emisji wymuszonej. Kolejne wyjaśnienia dotyczące promieniowania były autorstwa Nielsa Bjerruma. W 1912r. stwierdził on, że absorpcja promieniowania przez cząsteczkę wynika z pobierania energii oscylacyjnej i rotacyjnej w ściśle określonych ilościach (kwantach). Rok później (w 1913r.) teoria budowy atomu Neilsa Bohra⁸, wyjaśnia linie prostych widm wodoru (Balmer'a, Rydberg'a i Ritz'a). Również w 1913 roku Johannes Stark⁹ odkrył tzw. Efekt Starka - zjawisko polegające na rozszczepieniu oraz przesunięciu linii spektralnych atomu lub cząsteczki, wysyłających lub absorbujących kwanty świetlne wywołane oddziaływaniem pola elektrycznego¹⁰. Od roku 1917r. Arthur H. Compton zajmował się badaniem rozpraszania promieni Roentgena. W 1923r. opublikował wyniki swoich prac, w których wyjaśniał, że rozpraszanie jest spowodowane zderzeniami pojedynczych kwantów promieniowania z elektronami¹¹.

W latach 1925-27 nastąpił gwałtowny rozwój kwantowej teorii budowy atomu, która była opracowywana przez wielu ludzi w tym: Wolfganga Pauliego¹² (zakaz Pauliego), Wernera Heisenberga (zasada nieoznaczoności), Erwina Schrödingera (równanie falowe), Louisa de Broglie'a, Maxa Borna (funkcja falowa jako prawdopodobieństwa), Jordana i Paula Dirac M (relatywistyczne równanie falowe). W (1928r.) Neils Bohr zaproponował tzw. Zasadę Komplementarności (zgodnie z nią zjawiska mikroświata nie dają się w pełni opisać terminami znanymi nam z makroświata, konieczne są wzajemnie uzupełniające się (komplementarne) opisy, np. opis falowy i cząsteczkowy).

Kolejne badania oraz odkrycia miały miejsce po okresie wojennym. I tak:

- w latach 1945-46 amerykański fizyk Edward Mills Purcell odkrył jądrowy rezonans magnetyczny (ang. Nuclear Magnetic Resonance – NMR), niezależnie dokonał tego samego odkrycia Felix Bloch¹³. Odkrycie tego zjawiska spowodowało rozwój spektroskopii NMR.

- ok. 1945 - Rudolf Luneberg wprowadzili metody Fouriera w optyce.

- 1947 - Willis E. Lamb odkrył tzw. przesunięcie Lamb'a.

- w roku 1948, Dennis Gabor¹⁴, próbując udoskonalić mikroskopię elektronową, stworzył pierwsze, niedoskonałe jeszcze hologramy, następnie w latach 1948–1951 opracował metodę otrzymywania obrazów trójwymiarowych (holografia), która jednak mogła być zastosowana w praktyce dopiero po wynalezieniu lasera w 1963r.

- w 1948r. Shin'ichirō Tomonaga niezależnie od Richarda Feynmana i Juliana Schwingera opracował relatywistyczną elektrodynamikę kwantową¹⁵. Kolejnym odkryciem Feynmana, również w roku 1948 było wynalezienie, metody upraszczania obliczeń przy rozwiązywaniu zagadnień, oddziaływania cząstek poprzez rysowanie diagramów obrazujących proces (tzw. diagramy Feynmana) i przypisywanie im odpowiednich wyrażen matematycznych. Metoda ta wkrótce stała się jednym z podstawowych narzędzi w badaniach cząstek elementarnych.

- 1949r. P.R. Bates i Agnette Damgaard przedstawili przybliżone rozwiązanie promieniowej części równania Schrödingera.

W latach pięćdziesiątych Aleksander Prochorow wraz z Charlesem Townesem i Nikołajem Basowem rozpoczęli fundamentalne prace w dziedzinie elektroniki kwantowej, które doprowadziły do skonstruowania oscylatorów i wzmacniaczy bazujących na zasadzie działania masera i lasera¹⁶.

8. Za co w 1922r. otrzymał Nagrodę Nobla.

9. Za co został w 1919 uhonorowany Nagrodą Nobla.

10. Zjawisko to wykorzystuje się do pomiaru elektrycznego momentu dipolowego cząsteczek.

11. W roku 1927 otrzymał za tę pracę Nagrodę Nobla.

12. W 1945 za to odkrycie otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki.

13. Obaj za to odkrycie dostali Nagrodę Nobla w 1952r.

14. Za badania nad hologrfią w 1971 otrzymał Nagrodę Nobla.

15. Za co w 1965r. wspólnie otrzymali Nagrodę Nobla.

16. Za co w 1964 otrzymali Nagrodę Nobla.

W 1953r. Frits Zernike otrzymał Nagrodę Nobla za przedstawienie metody kontrastu fazowego, a w szczególności za odkrycie mikroskopu kontrastowo-fazowego, który pozwala na oglądanie wnętrza żywej komórki. 1954r. Alan Walsh wynalazł spektrometr absorpcji atomowej (AAS). 1960r. Theodore Maiman zademonstrował pierwszy działający laser - laser rubinowy.

W latach 60-tych Alfred Kastler wraz z Jeanem Brosselem prowadzili badania w zakresie fizyki kwantowej dotyczące interakcji pomiędzy światłem, a atomami i spektroskopią. W swoich eksperymentach Kastler używał techniki nazwanej przez siebie "optycznym pompowaniem". Łączyła ona elementy rezonansu optycznego i magnetycznego, co pozwoliło one na pełne zrozumienie teorii działania laserów i maserów¹⁷.

Po roku 1967 Charles Townes rozwinął badania astronomii podczerwieni, które zaowocowały wykryciem lodu i amoniaku w obłokach międzygwiazdnych. 1975r. Roger Berneron wykazał szerokie możliwości zastosowania GD-OES (Glow Discharge Optical Emission Spektrometry), czyli techniki badania gradientu rozkładu wszystkich pierwiastków (łącznie z wodorem) w warstwach powierzchniowych badanego materiału. 1978r. wyprodukowano pierwsze komercyjnie urządzenie GD-OES.

Zastosowanie wybranych metod spektroskopowych

Obecnie badania spektroskopowe są jednymi z podstawowych, które pojawiają się w bardzo dużej liczbie publikowanych obecnie prac naukowych z zakresu chemii i innych nauk przyrodniczych. Dane doświadczalne uzyskane dzięki takim pomiarom pozwalają m.in. na pośrednią interpretację położenia atomów, grup atomów bądź elektronów w cząsteczkach. Umożliwiają również charakterystykę oddziaływań zachodzących pomiędzy różnymi ugrupowaniami/związkami chemicznymi, czy też określenie kinetyki i mechanizmów badanych reakcji.

W literaturze można spotkać różnorakie kryteria podziału obecnie dostępnych metod spektroskopowych. Najbardziej popularne jest uwzględnienie faktu pochłaniania bądź też emitowania fotonów przez substancję, która oddziałuje z promieniowaniem. Takie podejście pozwala mówić o:

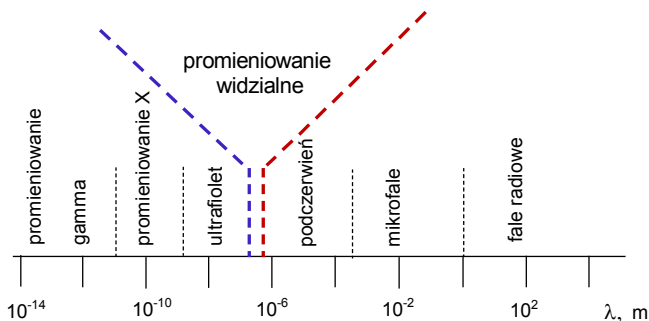
1. spektroskopii absorpcyjnej
2. spektroskopii emisyjnej (do której zaliczana jest też spektroskopia rozproszenia, a więc widmo ramanowskie).

Rozważając energię cząsteczek oraz możliwości przejść pomiędzy różnymi poziomami energetycznymi, można dokonać podziału spektroskopii na:

1. elektronową
2. oscylacyjną
3. rotacyjną
4. elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR)
5. jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR)

Kolejnym kryterium podziału spektroskopii jest zakres widmowy promieniowania elektromagnetycznego, Schemat 1, który umożliwia wyszczególnienie radiospektroskopii, spektroskopii mikrofalowej, spektroskopii w podczerwieni (IR) oraz spektroskopii w obszarze widzialnym i nadfiolecie (UV-Vis). Szczególnym przypadkiem będzie tutaj widmo ramanowskie, ponieważ wzbudzone jest ono w zakresie UV-Vis, ale pozwala na analizę oscylacji w badanych cząsteczkach związków chemicznych.

17. Za wkład w rozwój metod optycznych w spektroskopii atomowej otrzymał w 1966 Nagrodę Nobla.



Schemat 1. Widmo promieniowania elektromagnetycznego – rysunek schematyczny.

Przedstawione na powyższym schemacie zakresy promieniowania elektromagnetycznego nie są zdefiniowane ostrymi granicami, a jedynie zakresami umownymi. Światło widzialne natomiast stanowi tylko bardzo niewielką część całego widma i obejmuje w przybliżeniu promieniowanie o długości fal od 380 nm do 780 nm..

Zaprezentowane wcześniej dwa pierwsze kryteria podziałów metod spektroskopowych mogą się ze sobą zająbiać (np. spektroskopia elektronowa może być zarówno spektroskopią absorpcyjną, jak i emisyjną), natomiast drugą i trzecią charakterystykę można ze sobą połączyć i przedstawić w postaci następującego schematu, Schemat 2.

Typy spektroskopii			
Radiospektroskopia	Mikrofalowa	W podczerwieni (IR)	W zakresie promieniowania widzialnego i nadfioletu (UV-Vis)
NMR	EPR Rotacyjna	Oscylacyjna (Widmo Ramana)	Elektronowa

Schemat 2. Typy spektroskopii. Przyporządkowanie ze względu na zakres widma promieniowania elektromagnetycznego oraz formy energii cząsteczek. [Kęcki, 1975]

Pomiary spektroskopowe wiążą się z koniecznością posiadania specjalistycznej aparatury pomiarowej oraz umiejętnością interpretacji uzyskanych widm.

Krótka charakterystyka wybranych metod spektroskopowych

Cząsteczki i posiadane przez nie różne formy energii

Wszystkie cząsteczki znajdujące się w fazie gazowej, ciekłej czy też stałej obdarzone są energią, przejawiającą się w postaci ruchu. Rozważając nieuporządkowane przemieszczanie się cząsteczek w przestrzeni, które zderzając się przekazują sobie energię kinetyczną, mówimy o tzw. ruchu translacyjnym lub o ruchu Browna. W fazie stałej następuje jego uporządkowanie, a bezładny ruch zamieniony zostaje na drgania wokół położenia równowagi, które ustają zupełnie w temperaturze zera bezwzględnego ($0^{\circ}\text{K} = -273,15^{\circ}\text{C}$). Wyróżnia się następujące formy energii cząsteczek:

- energię translacji, która jest wielkością proporcjonalną do temperatury w skali bezwzględnej,
- energię rotacji, będącą efektem wirowania cząsteczki wokół własnej osi,
- energię osylacyjną, wynikającą z faktu drgania zębów atomowych połączonych ze sobą nie

całkowicie sztywnymi, ale raczej sprężynującymi wiązaniami. Ruchy te nazywane są oscylacjami wokół położenia równowagi.

- energię elektronów, będącą sumą energii kinetycznej wynikającej z ruchu elektronów, jak i potencjalnej przyciągania elektronów przez jądra oraz odpychania przez sąsiednie elektrony.

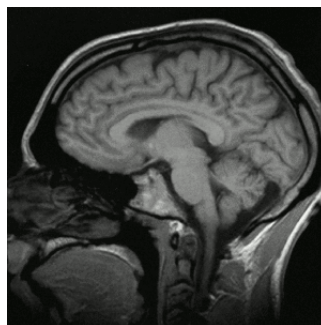
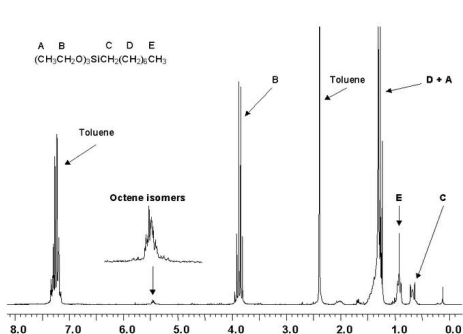
Radiospektroskopia

Jedną z niezwykle dynamicznie rozwijających się technik spektroskopowych wykorzystywanych w laboratoriach chemicznych czy fizycznych (i nie tylko) jest technika spektroskopii Magnetycznego Rezonansu Jądrowego, NMR (ang. Nuclear Magnetic Resonance). Metoda ta pozwala na badanie własności cząsteczek posiadających jądra magnetyczne o niezerowym spinie ($I \neq 0$), poprzez obserwację częstości rezonansowego pola elektromagnetycznego, po przyłożeniu zewnętrznego pola magnetycznego.

Elementem podstawowym spektrometrów NMR, oprócz odbiornika sygnałów NMR, przetwornika analogowo-cyfrowego czy komputera jest przede wszystkim magnes (najczęściej nadprzewodzący, pozwalający na uzyskanie pola nawet do 20T), którego rolą jest wytworzenie jednorodnego i silnego pola magnetycznego. Ponadto spektrometry NMR posiadają odpowiednie źródła promieniowania elektromagnetycznego (obecnie najczęściej źródła impulsowe) o częstościach z zakresu radiowego. Stąd też spektroskopia NMR nazywana jest metodą zakresu radiowego.

Zagadnienia teoretyczne leżące u podstaw zarówno tej, jak i niżej wspomnianych technik spektroskopowych są szczegółowo wyjaśnione w licznych podręcznikach akademickich i nie wydaje się tutaj celowe ich przytaczanie.

Z pewnością natomiast należy podkreślić zasługi tej metody spektroskopowej, która nie ogranicza się tylko do czysto chemicznych (badanie struktury związków chemicznych), czy biochemicznych badań (np. oznaczanie zawartości wody w produktach spożywczych), ale przyczynia się także diagnostyki pacjentów, u których konieczna staje się ocena prawidłowej/nieprawidłowej budowy wybranych tkanek i narządów (często mózgu). W tej ostatniej dziedzinie omawiane zjawisko stosuje się w jednej z technik tomograficznych, jest to tzw. obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (ang. MRI, magnetic resonance imaging). Na podkreślenie zasługuje tutaj również fakt, iż metoda MRI jest metodą nieinwazyjną, co często ma kluczowe znaczenie w diagnostyce medycznej.



Rys. 1. Przykład widma ^1H NMR, wykonanego z użyciem aparatu Bruker DRX500, w CBMiM PAN, w cieczy (*Trietoksy-1-oktylosilan zanieczyszczony toluenem i izomerami okteny*).

Rys. 2. Przykład przekroju strzałkowego ludzkiego mózgu wykonana techniką MRI

Rysunki za http://pl.wikipedia.org/wiki/Spektroskopia_NMR (dostęp 14.07.2011).

Spektroskopia mikrofalowa

Przeprowadzenie pomiarów w spektroskopii absorpcyjnej wymaga spełnienia konkretnych warunków tzw. reguły wyboru.

Pierwszym z nich, niezależnym od metody spektroskopii absorpcyjnej, która zostanie wybrana jest fakt, iż energia fotonu pochłoniętego przez cząsteczkę musi pasować do odległości pomiędzy poziomami energetycznymi, czyli: $\Delta E = h\nu$.

Promieniowanie mikrofalowe powoduje wzbudzenie rotacji molekuł, a warunkiem uzyskania absorpcyjnego widma rotacyjnego jest, aby cząsteczka, która pochłonie foton o energii zgodnej z różnicą poziomów rotacyjnych, czyli foton promieniowania należący do obszaru mikrofalowego, posiadała trwały moment dipolowy, $\mu \neq 0$, w przeciwnym razie nie może zostać pobudzona do rotacji przez promieniowanie elektromagnetyczne (nie oznacza to jednak, iż nie wykonuje rotacji). Jednak jeśli $\mu = 0$ ewentualne rotacje takich molekuł nie są obserwowane w absorpcyjnym widmie rotacyjnym).

Ostatni warunek mówi natomiast o tym, iż w efekcie absorpcji fotonu, cząsteczka może się przemieścić tylko na poziomy sąsiedni, $\Delta J = \pm 1$, (J – kwantowa liczba rotacji), natomiast przejścia na poziomy dalsze są zabronione.

Zgodnie z informacjami podanymi już wcześniej, fotony promieniowania elektromagnetycznego absorbowane podczas przejść pomiędzy poziomami rotacyjnymi należą do obszaru mikrofalowego (schemat 1 i 2).

Mikrofalowa spektroskopia rotacyjna pozwala na niezwykle dokładne wyznaczanie struktury geometrycznej cząsteczek badanych związków, jak również na dokładne wyznaczanie momentu dipolowego cząsteczek. Niestety jednak wykorzystywana jest ona stosunkowo rzadko w porównaniu z innymi technikami spektroskopowymi ze względu na ograniczenia tej metody, z których najważniejsze to:

- konieczność posiadania trwałego momentu dipolowego przez cząsteczkę
- brak pełnej swobody ruchu cząsteczek w fazach skondensowanych, czyli występowanie widma rotacyjnego tylko w fazie gazowej
- utrudniona analiza widm rotacyjnych cząsteczek wieloatomowych, charakteryzujących się niską symetrią.

Szeroko rozpowszechniona metoda Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego, EPR opiera się również na promieniowaniu z zakresu mikrofal. W spektrometrach wykorzystujących tą technikę stosuje się trzy wybrane pasma mikrofalowe:

- pasmo X ($\lambda = 3.2\text{cm}$),
- pasmo K ($\lambda = 1.25\text{cm}$),
- pasmo Q ($\lambda = 0.85\text{cm}$).

Zastosowanie elektronowego rezonansu paramagnetycznego jest możliwe dla substancji znajdujących się zarówno w stanie stałym, ciekłym i gazowym, ale tylko wówczas, gdy są one paramagnetyczne, tzn. posiadają niesparowane elektrony. Substancje diamagnetyczne nie dają widma EPR. Centrami paramagnetycznymi mogą być wolne rodniki i jonorodniki, jony metali przejściowych i ziem rzadkich, defekty sieci krystalicznych w ciałach stałych, elektrony przewodnictwa w metalach, graficie, sadzy itp. oraz cząsteczki, które ze względu na charakterystyczną budowę elektronową mają niesparowane elektrony (np. NO).

EPR jest techniką niezwykle czułą i selektywną, stąd też jest bardzo często wykorzystywana nie tylko do badania paramagnetycznych związków chemicznych, katalizatorów czy procesów katalizy, ale też do analizy reakcji chemicznych przebiegających w organizmach żywych, w których to procesach pojawiają się (przejściowo) wolne rodniki.

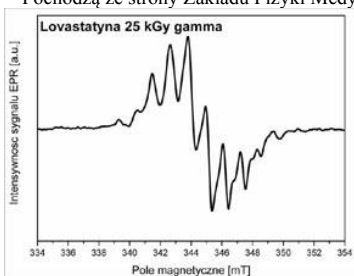
Zakres zastosowania EPR obejmuje takie dziedziny nauki jak fizyka, chemia, biologia,

medycyna i geologia można go wykorzystywać między innymi do badania struktury i dynamiki elektronowej rodników w:

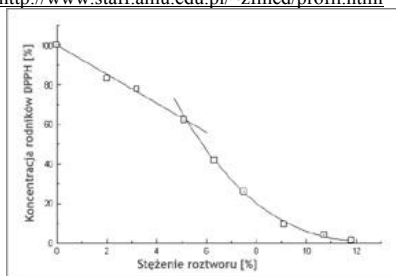
- wycinkach tkanek naczyń żylnych i tętniczych,
 - układach nanomolekularnych,
 - preparatach krwi,
 - związkach biologicznie aktywnych, takich np. jak: hormony steroidowe, witaminy, antybiotyki i inne leki,
 - środkach spożywczych takich jak : kawa, herbata,
 - tytoniu,
- oraz do datowania materiałów geologicznych (np. kopalnych zębów i kości niedźwiedzia jaskiniowego i mamuta) i archeologicznych (ceramika).

Poniższe widma przedstawiają niektóre z zastosowań EPR-u.

Pochodzą ze strony Zakładu Fizyki Medycznej - <http://www.staff.amu.edu.pl/~zfmcd/profil.html>



Rys. 3. Widmo EPR przedstawia strukturę nadształtowaną Lovastatyny napromieniowanej dawką 25 kGy promieniowaniem gamma.



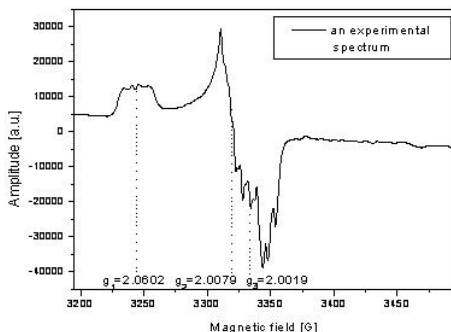
Rys. 4. Zależność koncentracji rodników DPPH od stężenia wywaru herbaty ROOIBOS w metanolu.



Rys. 5. Widmo EPR zamrożonej próbki krwi po operacji kardiochirurgicznej



Rys. 6. Widmo EPR próbki krwi po ponownym przejściu przez fazę ciekłą



Rys. 7. Przykładowe widmo EPR naczynia ceramicznego

Spektroskopia w podczerwieni

Spektroskopia w podczerwieni jest metodą stosującą promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu 780 nm – 1 mm (0.7–5 μm – bliska podczerwień (NIR), 5–30 μm – średnia podczerwień (MIR), 30–1000 μm – daleka podczerwień (FAR)), które powoduje wzbudzenie oscylacji atomów w cząsteczkach badanych związków chemicznych.

Absorpcja promieniowania opisana jest prawem Lamberta-Beera przedstawianym za pomocą wzoru:

$$T = \frac{I}{I_0} = \exp(-\varepsilon cl)$$

gdzie: T – transmitancja

ε – molowy współczynnik absorpcji

c – stężenie substancji pochłaniającej

l – droga optyczna

Warunkiem koniecznym do zarejestrowania oscylacyjnego widma cząsteczki jest zmiana momentu dipolowego cząsteczki w trakcie jej drgania. Drgania spełniające powyższą zasadę, to drgania aktywne w podczerwieni. Niektóre typy drgań nie mają wpływu na moment dipolowy cząsteczki (np. drganie rozciągające w cząsteczce dwuatomowej homojądrowej N_2). Są to tzw. drgania nieaktywne w podczerwieni.

Do opisu drgań badanych cząsteczek wprowadzono pojęcie drgania normalnego, które definiuje się jako równoczesny ruch wszystkich zrzębów atomowych odbywający się z jednakową częstością i zgodny w fazie, przy zastrzeżeniu, że amplitudy drgań poszczególnych atomów na ogół są różnej fazy. Wyróżniane są następujące formy drgań normalnych:

- 1a) rozciągające (walencyjne) – zmieniające długość wiązań
- 1b) zginające (deformacyjne) – zmieniające kąty walencyjne.

Te z kolei można rozpatrywać jako drgania:

- 2a) w płaszczyźnie (ang. in plane)
- 2b) poza płaszczyznę (ang. out of plane)
- 3a) symetryczne
- 3b) asymetryczne

W obrębie drgań zginających odbywających się w płaszczyźnie cząsteczki, można wyróżnić drgania nożycowe i wahadłowe, natomiast, jeśli są to drgania poza płaszczyznę obserwuje się ich formy wachlarzowe lub skręcające.

Najbardziej popularną techniką spektroskopową w zakresie podczerwieni jest metoda absorpcyjnej spektroskopii IR. Obecnie większość spektrometrów pracujących w tym zakresie widmowym wykorzystuje technikę detekcji oraz analizy widma opartą na transformacji Fouriera. Największą jej zaletą jest zdecydowanie większa czułość w porównaniu do tradycyjnych spektrometrów, skrócenie czasu niezbędnego do wykonania pomiaru oraz poprawa jakości widma.

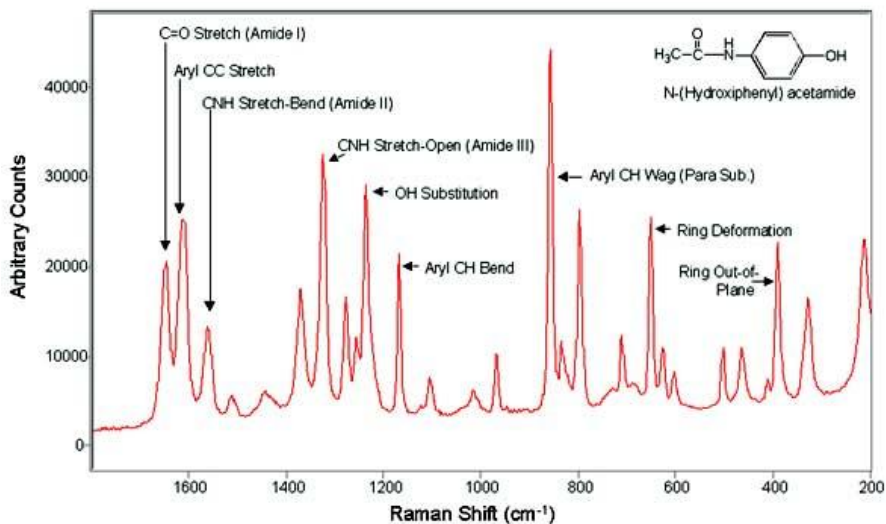
Zastosowanie spektrometrii w podczerwieni pozwala na wyznaczenie zarówno długości wiązań w cząsteczkach badanych związków, ich stałych siłowych oraz kątów pomiędzy wiązaniami. Metoda ta jest stosowana do identyfikacji substancji o znanej strukturze (często związków organicznych), sprawdzania jej czystości, badania oddziaływań międzycząsteczkowych, czy też śledzenia przebiegu reakcji chemicznych. Ponadto, na podstawie częstości drgań charakterystycznych dla danych grup chemicznych i liczby obserwowanych pasm, pozwala wnioskować o budowie danego związku (m.in. o obecności liganda w związku kompleksowym, jego sposobie koordynacji np. do metalu). Na podkreślenie zasługuje również fakt widma charakterystycznego dla każdej substancji chemicznej, które odnajdywane jest w zakresie 400 – 1500 cm^{-1} . W literaturze zakres ten określany jest jako „odcisk palca” (ang. fingerprint).

Promieniowanie podczerwone może być wykorzystane w spektroskopii Ramana. Jest to technika pozwalająca na badanie przejść pomiędzy poziomami oscylacyjnymi i rotacyjnymi cząsteczek, zachodzącymi w efekcie tzw. nieelastycznego rozproszenia światła. W wyniku oddziaływania fali elektromagnetycznej z badanymi cząsteczkami obserwuje się światło rozproszone o tej samej energii (rozproszenie Rayleigha) oraz składowe o innej niż wzbudzące promieniowanie liczbie falowej (Rozproszenie Ramana). W widmie oscylacyjnym pojawiają się położone symetrycznie względem pasma Rayleigha pasma ramanowskie o częstościach $\nu_0 - \nu_{osc}$ (pasma stokesowskie) oraz $\nu_0 + \nu_{osc}$ (pasma antystokesowskie, mniej intensywne niż pasma stokesowskie, najczęściej pomiar ich nie dotyczy), gdzie ν_{osc} - to częstość przejść między poziomami oscylacyjnymi cząsteczki.

Warunkiem niezbędnym do pojawienia się pasma ramanowskiego w rejestrowanym widmie jest zmiana polaryzowalności w czasie drgania normalnego, natomiast jak już wspomniano wyżej, w widmie IR aktywne pozostają tylko drgania, w czasie których zmienia się moment dipolowy. Wynika stąd, iż metody spektroskopii IR i efektu rozproszenia Ramana są względem siebie komplementarne (drgania aktywne w absorpcyjnym widmie w zakresie podczerwieni są nieaktywne w spektroskopii Ramana i na odwrót).

Metoda rozproszenia Ramana jest szczególnie użyteczna, gdyż pozwala na badanie związków znajdujących się w dowolnym stanie skupienia, w szerokim zakresie temperatur oraz ciśnień. Ponadto, nie jest tutaj wymagane szczególne przygotowanie próbek, ani też stosowanie specjalistycznych naczyń pomiarowych. Szczególnie istotny jest fakt możliwości wykorzystania tej techniki do analizy próbek w roztworach wodnych, co ma priorytetowe znaczenie dla badania próbek biologicznych.

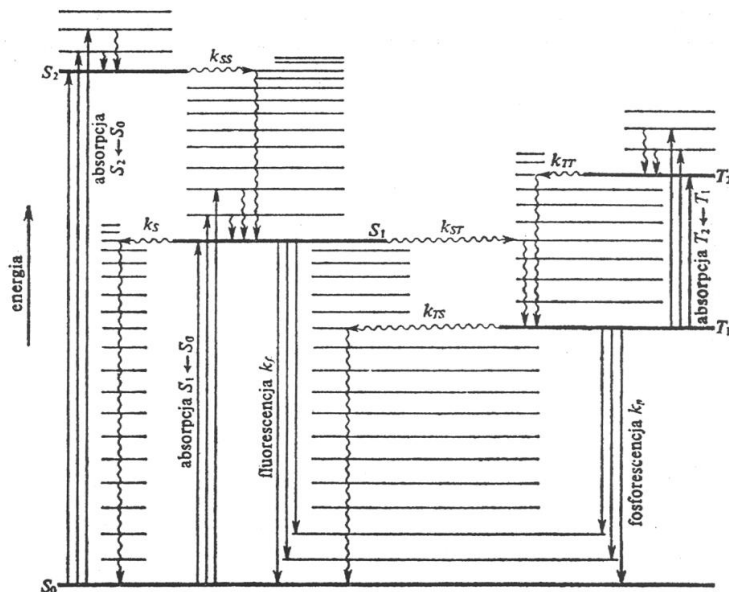
Spektroskopia ramanowska może być stosowana do identyfikowania nieznanymi substancji, sprawdzania obecności konkretnych grup chemicznych czy przemian zachodzących w reakcjach chemicznych.



Rys. 8. Widmo ramanowskie (za http://it.wikipedia.org/wiki/Spettroscopia_Raman - dostęp 14.07.2011).

Spektroskopia elektronowa w zakresie UV-VIS

Metoda absorpcyjnej spektroskopii elektronowej obejmuje zwykle obszar od 10–780 nm. Ze względu na fakt, iż w trakcie absorpcji promieniowania, cząsteczkom dostarczana jest bardzo duża ilość energii, widma elektronowe są widmami elektronowo-oscyłacyjno-rotacyjnymi. Po absorpcji promieniowania cząsteczki przechodzą w stan wzbudzony, skąd powrót do stanu podstawowego może się odbywać na wiele sposobów, rysunek 9.



Rys. 9. Diagram Jabłońskiego. S – stan singletowy, T – stan trypletowy, k_{SS} , k_{TT} – konwersja wewnętrzna (IC), k_{ST} , k_{TS} – konwersja interkombinacyjna (ISC). Strzałki faliste poziome oznaczają przejścia bezpromieniste (faliste strzałki pionowe charakteryzują procesy relaksacji oscylacyjnej), a strzałki proste – przejścia promieniste. [Pigoń & Ruziewicz, 1986]

Podkreślić jednak należy, że pełna struktura przejść elektronowo-oscyłacyjno-rotacyjnych może być obserwowana jedynie dla substancji w stanie gazowym i pod zmniejszonym ciśnieniem. W fazie skondensowanej następuje zahamowanie rotacji, poszerzenie składowych oscylacyjnych, w efekcie czego uzyskujemy widmo w postaci linii ciągłej.

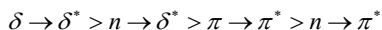
Reguły wyboru

Absorpcyjna spektroskopia elektronowa wymaga, oprócz dopasowania energii promieniowania do różnicy poziomów, pomiędzy którymi następuje przejście ($\Delta E = h\nu$), spełnienia następujących reguł wyboru:

- prawdopodobieństwo przejścia pomiędzy stanem początkowym, a wzbudzonym musi być niezerowe, skąd wynika, że moment dipolowy przejścia musi być niezerowy
- dozwolone są przejścia między stanami elektronowymi o tej samej multiplietowości (np. singlet-singlet). Odstępstwa od reguły są możliwe dla atomów ciężkich oraz cząsteczek zawierających tlen)
- niedozwolone są przejścia, w trakcie których następowałaby duża zmiana składowej zetowej orbitalnego momentu pędu (elektrony po przejściu elektronowym powinny zajmować to samo miejsce w przestrzeni).

Typy przejść elektronowych:

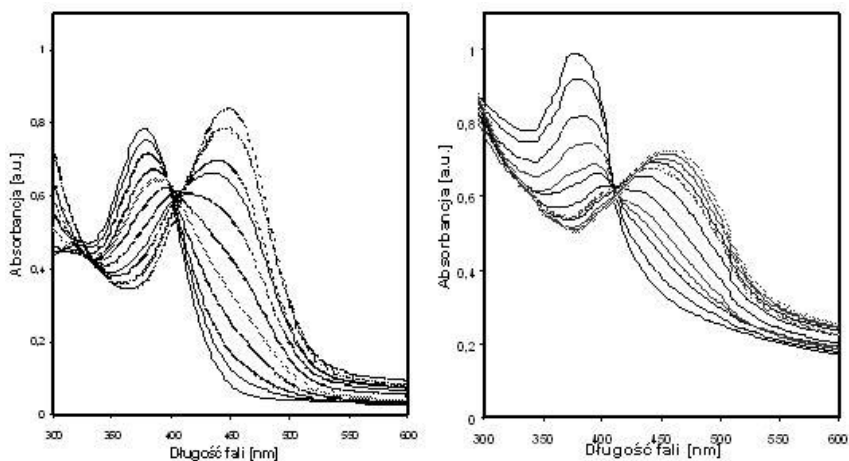
Najczęściej dozwolone przejścia spektralne można przedstawić w postaci następującego szeregu o zmniejszającej się energii przejścia:



Kolejną grupę stanowią przejścia z przeniesieniem ładunku (ang. charge transfer). Cechą charakterystyczną tych przejść jest pojawienie się w widmie nowego pasma absorpcji, które nie jest obserwowane w widmach składników wyjściowych.

Często można też zaobserwować przejścia typu d-d, które są możliwe dzięki elektrostatycznemu oddziaływaniu ligandów, rozmieszczonych wokół d-elektronowego pierwiastka.

Spektroskopia elektronowa jest wciąż jedną z najpopularniejszych metod absorpcyjnych. Służy między innymi analizie składu mieszanin, badania kinetyki i mechanizmów różnorodnych reakcji, sprawdzania wpływu wybranych czynników (temperatura, pH, ciśnienie) na badany układ, itp.



Rys. 10. Widma UV-VIS kwercetyny (stężenie 21,88 μM) w obecności buforu (Hepes pH=7,4) oraz liposomów, po dodaniu (Ph_2SnCl_2). (za <http://www.kns.b2me.pl/art-wplyw-kwercetyny-na-blony,126,2.html> dostęp 14.07.2011)

Florescencja i fosforescencja

Po zaabsorbowaniu pewnej dawki energii, cząsteczki badanego związku dążą do jej oddania. Ponieważ energia wzbudzenia elektronowego jest zbyt duża, by cząsteczka mogła się jej pozbyć w sposób bezpromienisty, cząsteczka emituje foton, który uprzednio pochłonęła (przejście promieniste). Proces ten nazywa się fluorescencją. Obserwowane w widmie pasma przejść fluorescencyjnych leżą w obszarze niższych częstotliwości w porównaniu do pasma absorpcyjnego.

Możliwe jest także zaobserwowanie zjawiska fosforescencji. Jest ono przewidywalne wówczas, gdy dla danej molekuly obserwowane będzie przejście absorpcyjne (między stanami o jednakowej multipletowości), po czym nastąpi konwersja interkombinacyjna energii oscylacyjnej i przeniesienie układu do stanu o innej multipletowości (tripletowego). Ze względu na fakt, iż jedna z reguł wyboru zabrania przejść pomiędzy stanami różniącymi się multipletowością, cząsteczka przebywa w stanie wzbudzonym długo, po czym łamiąc powyższą regułę wypromieniowuje foton i wraca do stanu podstawowego.

Podsumowanie

Podjęmowane na przestrzeni lat badania dotyczące promieniowania elektromagnetycznego pozwoliły na rozwój niezwykle różnorodnych technik pomiarowych, których podstawową zasadą jest oddziaływanie tegoż promieniowania z badanymi cząsteczkami, co w konsekwencji prowadzi do znalezienia odpowiedzi na wiele pytań dotyczących budowy testowanych związków. Obecnie dostępne metody spektroskopowe pozwalają na przeprowadzanie pomiarów charakteryzujących się niezwykle dokładnością, co z kolei pozwala na coraz dokładniejsze poznawanie otaczającego nas świata.

Spektroskopia jest obecnie stosowana jako metoda badawcza w większości nauk przyrodniczych, medycznych, archeologii oraz w różnych gałęziach przemysłu. Otrzymywane w wyniku badania spektroskopowego widma pozwalają na jednoznaczne postawienie diagnozy na podstawie otrzymanego obrazu. Rozpoczynając badania zwierciadła sferycznego 2300 lat temu Eulides nie spodziewał się, że zaczyna nowy tak efektowny i efektywny dział nauki.

Literatura:

Atkins P.W. (2001): *Chemia Fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN 2001, Warszawa.

Kęcki Z. (1975): *Podstawy spektroskopii molekularnej*, PWN 1975, Warszawa.

Lefebvre J.Ch., Emission J.Y. & Payling R., (15.12.1999) *History of Spectroscopy*, <http://copytaste.com/mz43edbd> – dostęp 01.04.2011.

Małek K., Proniewicz L.M. (2005): *Wybrane metody spektroskopii i spektroskopii molekularnej w analizie strukturalnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.

Pigoń K., Ruziewicz Z. (1986): *Chemia fizyczna*, PWN, Warszawa.

Iwona Stawoska

Małgorzata Nodzyńska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Zmiany sposobu kształcenia w zakresie edukacji seksualnej w latach 1960-2010

Karolina Czerwiec

Wprowadzenie

Wojna spowodowała, że bardzo obniżył się poziom moralności młodzieży, wzrosła liczba osób cierpiących na choroby weneryczne. Dlatego też uznano, że najlepsze wyjście z tej sytuacji to wprowadzenie do przedszkoli i szkół nauki o higienie. Ważne z wychowawczego punktu widzenia było również wprowadzenie tematów dotyczących układu rozrodczego człowieka [Bohuszewicz, 1948]. Pojawienie się w programie nauczania zagadnień rozmnażania człowieka było niezbędne. Zasadne było uwzględnienie w nim również wychowania seksualnego młodzieży, które powinno było pojawić się w nim jak najszybciej. Tymczasem narastały ogromne fale sprzeciwów w związku z wprowadzeniem tych zagadnień do szkół - i co dziwi szczególnie, również ze strony nauczycieli. [Męczkowska, 1948]. Kolejne dziesięciolecia były czasem ogromnych dylematów, rozważań i dyskusji w związku z obecnością edukacji seksualnej w szkole. W 2011 roku ukazał się w „Gazecie Wyborczej” artykuł „Lekcje seksu obowiązkowe”. Pojawiła się w nim informacja o tym, że rodzice nie potrafią rozmawiać z dziećmi o seksie i oczekują, że zrobi to za nich szkoła. Okazało się też, że młodzi ludzie nie mają podstawowej wiedzy o fizjologii i dojrzewaniu, a podręczniki do edukacji seksualnej często zawierają treści niezgodne z aktualnymi ustaleniami naukowymi [Pezda, 2011].

Metodyka badań

Głównym celem niniejszej pracy była analiza podejścia do nauczania biologii w zakresie edukacji seksualnej w latach 1960-2010.

Cele badań:

TEORETYCZNE:

Określenie uwarunkowań zmian w podejściu do edukacji seksualnej w ostatnich 50-ciu latach.

POZNAWCZE:

- Zidentyfikowanie sposobów nauczania zagadnień dotyczących seksualności człowieka w latach 1960-2010.

- Określenie powiązania między nauczaniem biologii a nauczaniem zagadnień z zakresu seksualności człowieka

PRAKTYCZNE:

Określenie potrzeb edukacyjnych w zakresie seksualności człowieka w związku z planowanymi modelami kształcenia.

Główny problem badawczy: Jakie były kierunki zmian w edukacji seksualnej prowadzonej w ramach formalnej edukacji biologicznej w polskiej szkole ostatniego 50-lecia?

Hipoteza główna:

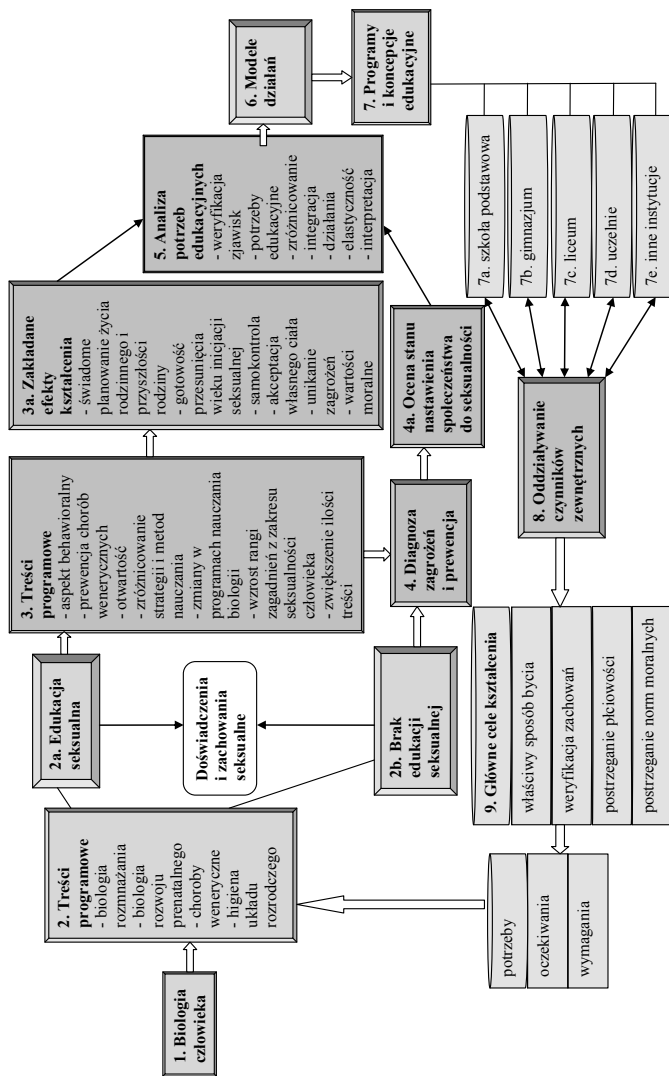
Kierunek zmian oscylował w stronę pogłębiania zagadnień biologii człowieka z naciskiem na elementy biologii rozmnażania, rozwoju prenatalnego, diagnozę zagrożeń chorobami przenoszonymi drogą płciową z pominięciem aspektów behawioralnych i prewencji.

Tabela 1. Metody i narzędzia badawcze.

Metody badawcze	Narzędzia badawcze
Analiza dokumentów	Przewodnik do analizy dokumentów
Analiza literatury	Przewodnik do analizy literatury

Koncepcja badawcza

„Biologia w szkole” to czasopismo naukowo – dydaktyczne, które wydawane jest od 1944 roku. Przeprowadzono analizę artykułów czasopisma pod kątem występujących w nim zagadnień z zakresu edukacji seksualnej oraz biologii człowieka ze szczególnym uwzględnieniem treści dotyczących seksualności człowieka. Przeprowadzone badania są częścią szerszego projektu badawczego. Koncepcję badawczą ukazującą: kolejność działań, związki między zmiennymi oraz teoretyczno-praktyczny rozwój drogi badawczej, przedstawiono graficznie na rysunku nr 1.



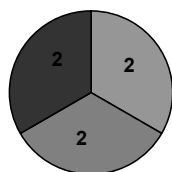
Rys. 1. Miejsce podjętych działań na tle koncepcji związanej z realizacją całego projektu.

Wyniki

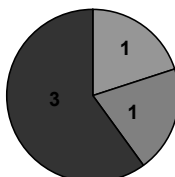
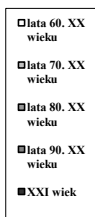
Artykuły i konspekty lekcji pojawiające się od początku powstania czasopisma, w kontekście analizowanych treści, dotyczyły takich zagadnień jak: choroby weneryczne, badania genetyczne, dom, rodzina, edukacja seksualna, higiena, sprawozdania z konferencji, na których występował temat z zakresu biologii człowieka i seksualności, programy nauczania, reforma programowa, rozmnażanie i rozwój, zdrowie, a w ostatnich latach AIDS.

Publikowane w czasopiśmie materiały dotyczące biologii i seksualności człowieka podzielono na artykuły o charakterze naukowym poświęcone najnowszym problemom nauk biologicznych oraz artykuły o tematyce dydaktycznej wraz z propozycjami rozwiązań dydaktycznych [konspekty lekcji]. Łącznie – począwszy od 1944 roku pojawiło się w „Biologii w Szkole” 120 artykułów dotyczących biologii człowieka, z czego 32 stanowiły konspekty lekcji z zakresu edukacji seksualnej. W niniejszym artykule zaprezentowano te, które pojawiały się od 1960 roku.

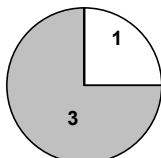
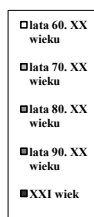
Wykresy 2 – 19 przedstawiają liczbę artykułów i konspektów dotyczących zagadnień z zakresu edukacji seksualnej, pojawiających się w kolejnych dziesięcioleciach.



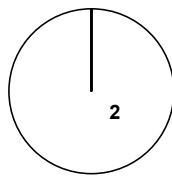
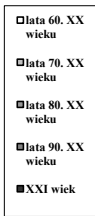
Rys. 2. Liczba artykułów naukowych na temat AIDS.



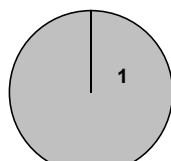
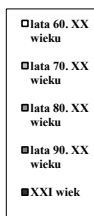
Rys. 3. Liczba konspektów lekcji na temat AIDS.



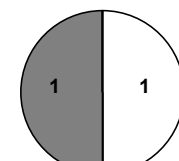
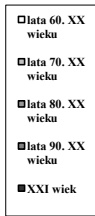
Rys. 4. Liczba artykułów naukowych na temat higieny.



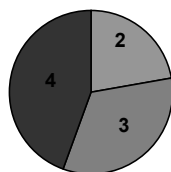
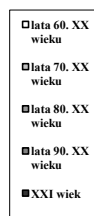
Rys.5. Liczba sprawozdań z konferencji związanych z nauką o człowieku.



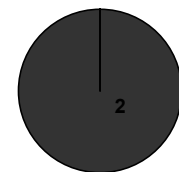
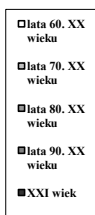
Rys. 6. Liczba artykułów naukowych na temat rodziny.



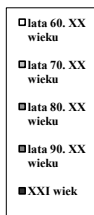
Rys.7. Liczba konspektów lekcji na temat rodziny.

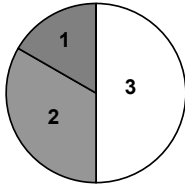


Rys. 8. Liczba artykułów naukowych na temat badań genetycznych.

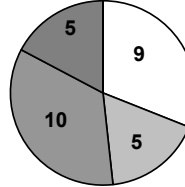
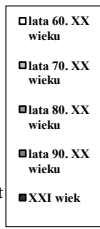


Rys.9. Liczba konspektów lekcji na temat badań genetycznych.

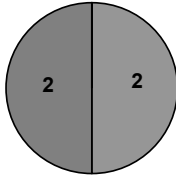
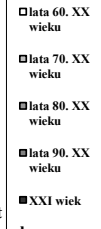




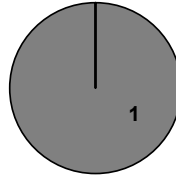
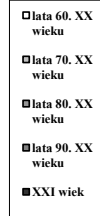
Rys. 10. Liczba artykułów na temat nauczania biologii człowieka w: USA, UK, ZSRR, Norwegii.



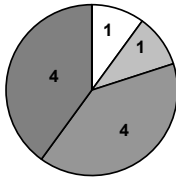
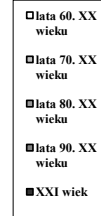
Rys.11. Liczba artykułów na temat programów nauczania analizowanych w kontekście zagadnień z biologii człowieka.



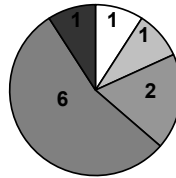
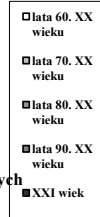
Rys.12. Liczba artykułów naukowych na temat zdrowia.



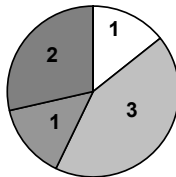
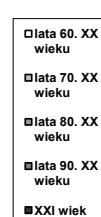
Rys. 13. Liczba konspektów lekcji na temat zdrowia.



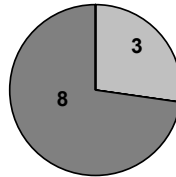
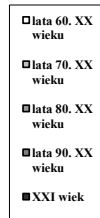
Rys. 14. Liczba artykułów naukowych na temat rozmnażania i rozwoju.



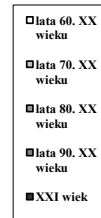
Rys. 15. Liczba konspektów lekcji na temat rozmnażania i rozwoju.



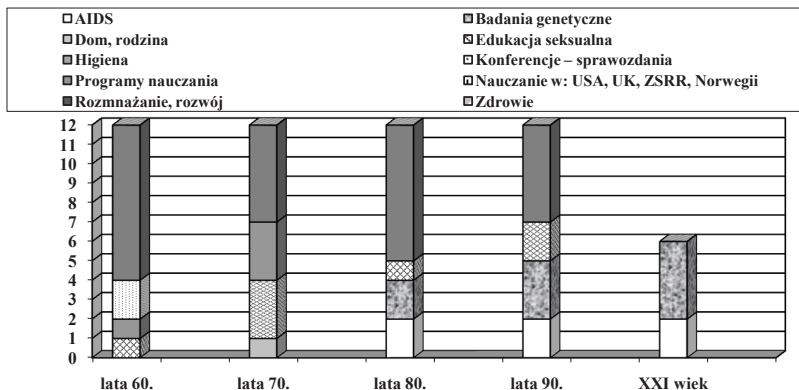
Rys. 16. Liczba artykułów naukowych na temat edukacji seksualnej.



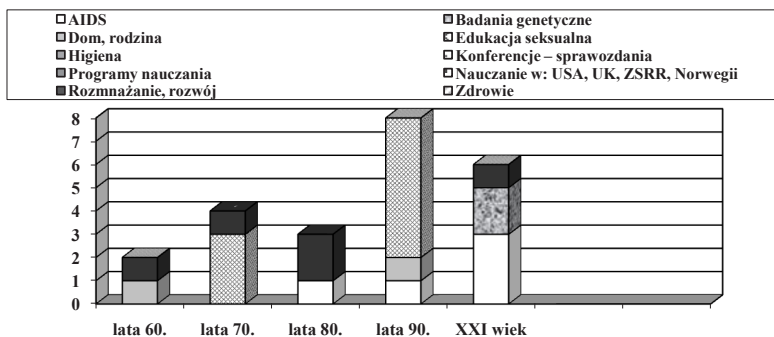
Rys. 17. Liczba konspektów lekcji na temat edukacji seksualnej.



Jedne z pierwszych artykułów odnoszących się do treści z zakresu edukacji seksualnej pojawiły się w latach 50. XX wieku i dotyczyły rozmnażania oraz programu nauczania i zawartych w nim zagadnień nauki o człowieku. W ostatnim 50-leciu pojawiło się wiele reform programowych, zarówno dla szkół podstawowych, jak i średnich. Zmiany polegały między innymi na poszerzeniu zakresu treści programów nauczania biologii, również w odniesieniu do nauki o człowieku i jego seksualności. Każda kolejna reforma programowa znacznie zwiększała zakres materiału omawianego na lekcjach biologii – od ogólnego omawiania rozmnażania płciowego i rozwoju zarodkowego organizmów, do omawiania między innymi: popędu seksualnego, dewiacji seksualnych, czy skutków nieoczekiwanej ciąży, metod regulacji płodności, zapobiegania zakażeniu wirusem HIV [Pawłowski & Jaczewski & Szarski & Czubiński, 1962; Doboszyńska, 1966; Cichy, 1975; Instytut Programów Szkolnych, 1976; Instytut Programów Szkolnych, 1984; Instytut Programów Szkolnych, 1985; Cichy, 1997].



Rys. 18. Liczba artykułów związanych z edukacją seksualną w kolejnych dziesięcioleciach.



Rys. 19. Liczba konspektów związanych z edukacją seksualną w kolejnych dziesięcioleciach.

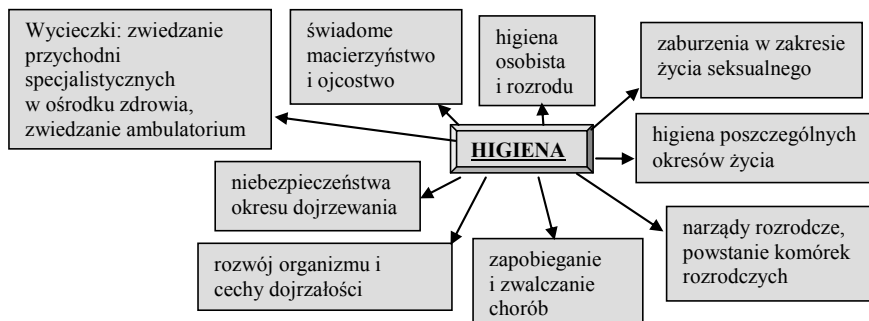
Pod koniec 1960 roku ukazała się ankieta skierowana przez Ministerstwo Oświaty do nauczycieli. Poproszono ich o wyrażenie opinii na temat nauczania biologii w szkole podstawowej. Mieli oni wiele spostrzeżeń, co do programu – wymieniali różne zagadnienia, ale w żadnej wypowiedzi nie pojawiło się hasło rozmnażania człowieka. Jedynie w uwagach dodatkowych, pojawiły się sugestie wprowadzenia higieny, jako osobnego przedmiotu nauczania, zajęcia praktyczne z higieny oraz uświadamianie seksualne [Ministerstwo Oświaty, 1960, Doboszyńska, 1961].

Dopiero w 1968 roku opublikowano artykuł, w którym użyto określenia „edukacja seksualna”. Jego tytuł to: „Jak realizuję zagadnienia wychowania seksualnego w szkole podstawowej” [Grzywaczewska, 1968]. Autorka, na lekcjach biologii, przy realizacji tematów nie związanych z seksualnością człowieka, nawiązywała do niej przy każdej możliwej okazji. Miało to na celu przygotowanie uczniów do realizacji zagadnień z zakresu rozmnażania i rozwoju człowieka. W tabeli nr 2 przedstawiono przykłady takich rozwiązań.

Tabela 2. Przykłady nawiązań treściowych do rozmnażania człowieka [na podstawie: Grzywaczewska, 1968].

klasa	treść	nawiązanie do biologii człowieka
V	budowa nasiona fasoli	zarodek występuje też u ludzi
VI, VI	budowa kwiatu	nawiązanie do rozmnażania płciowego ludzi
VII	anatomia i fizjologia królika	porównywanie z układem rozrodczym człowieka
	hodowla chomika	nawiązanie do opieki rodziców nad dziećmi; człowiek w przeciwieństwie do chomika, jest zdolny do rozrodu przez cały rok
	budowanie gniazda	przygotowywanie się do rodzicielska i opieka nad dziećmi po urodzeniu

W 1963 r. Stawiński pisał, że gdy wprowadzono szkoły 11-letnie, całkowicie zniknęła z programów nauczania liceum nauka o człowieku – anatomia i fizjologia. Zagadnienia z zakresu edukacji seksualnej stały się całkowicie tematem tabu, zupełnie jakby nigdy nie istniały. Uczeń kończący liceum posiadał dużą wiedzę z większości dziedzin biologicznych, ale kompletnie nic nie wiedział o funkcjonowaniu swojego organizmu. Autor stwierdził, że nie było chyba konferencji, na której nauczyciele nie ubolewali nad takim stanem rzeczy. W 1960 r. wprowadzono higienę jako przedmiot nadobowiązkowy w liceum. Po 2 latach uznano, że stanie się ona przedmiotem obowiązkowym. Stawiński podał, że zagadnienia z zakresu higieny były wprowadzane sukcesywnie i z czasem pojawiało się coraz więcej treści z tego zakresu [Rys. 20].



Rys. 20. Zagadnienia z zakresu higieny realizowane w liceum od 1960 roku [na podstawie: Stawiński, 1963].

W 1972 r. Cichy w artykule „Elementy wychowania seksualnego”, wskazała na fakt, że wśród nauczycieli i rodziców oraz w prasie, toczyły się rozmowy na temat wychowania seksualnego młodzieży. Zainteresowani zastanawiali się, kto powinien zajmować się edukacją seksualną, jakie treści przekazywać i w jaki sposób, od kiedy rozpocząć edukację dzieci w tym zakresie. Trudności z odpowiedzią na te pytania mieli nawet eksperci w dziedzinie wychowania seksualnego. Według Bobrzyńskiej [1973] bardzo dobrym rozwiązaniem w edukacji seksualnej było stosowanie na lekcjach skrzynek anonimowych pytań, do których uczniowie mogli wrzucać na kartkach swoje pytania. Następnie nauczyciel, po odpowiednim przeanalizowaniu problemu, odpowiadał na nie na kolejnej lekcji. Tego typu rozwiązanie zastosowano w jednym z krakowskich liceów wśród 152 uczniów klas IV w roku 1971/1972. Uczniowie najczęściej pytali o: akt płciowy (67%), zбочenia seksualne (16%), samogwałt (5%), choroby weneryczne (4%), obyczaje moralne i obyczaje innych krajów (3%), anatomie i fizjologię narządów płciowych (1%).

W 1976 roku pojawiły się w jednym z artykułów bardzo sprzeczne opinie na temat projektu programu nauczania biologii. Różnice w poglądach były znaczące; przeważały wśród nich opinie negatywne, np. „Wprowadzenie do klasy IV, czyli wśród 11-letnich dzieci, zagadnień budowy anatomicznej i fizjologii człowieka, nie było zasadne. Dzieci nie były w stanie w tak młodym wieku przyswoić, a tym bardziej zrozumieć tak trudnych informacji”; „Opanowanie przez 11-letnich uczniów, trudnych zagadnień anatomicznych i fizjologicznych było niemożliwe. Omawianie układu rozrodczego powinno być ograniczone na tym etapie tylko do wprowadzenia bardzo ogólnych pojęć, bez szczegółów anatomicznych i fizjologicznych oraz z podkreśleniem podstaw higieny” [Redakcja „Biologii w Szkole”, 1976].

W latach 80. XX wieku opublikowano 26 artykułów związanych z seksuologią, z czego 3 stanowiły konspekty lekcji.

W artykule „Zagadnienia wychowania seksualnego młodzieży” [Pilarski & Stępczak, 1980] podkreślono, że edukacja seksualna dzieci i młodzieży podlegała ciągłym dyskusjom, bo istniały odmienne poglądy na temat motywów i sposobów uświadamiania. Ze względu na fakt, że treści te dotyczyły głównie rozmnażania człowieka, powinny być włączone w program nauczania biologii. Jednak samo wychowanie seksualne, obejmujące intymny charakter życia seksualnego, nie było związane z żadnym przedmiotem szkolnym, dlatego też żaden z nauczycieli nie chciał podjąć się nauczania tych treści. Szkoła dziesięcioletnia przygotowywała do okresu dojrzewania zanim jeszcze dziecko w ten okres weszło, natomiast kiedy już w nim było – otrzymywało informacje na temat rozmnażania.

W jednym z artykułów podkreślono, że nauczyciele mieli trudności w nauczaniu treści z zakresu rozmnażania i rozwoju człowieka w klasie IV szkoły podstawowej. Polskie społeczeństwo nie wiedziało, jak przekazywać dzieciom takie informacje. Dodatkowo strach był potęgowany faktem, że podręcznik szkolny zawierał oryginalne zdjęcia przedstawiające nagich ludzi, które jednocześnie widziała cała klasa. Dyskusja dotyczyła podręcznika K. Stępczaka – „Biologia – 4” [Warszawa 1981, WSiP]. Końcowa wersja podręcznika była następstwem badań przeprowadzonych w 20 szkołach. Wprowadzenie takich treści do klasy IV wiązało się z założeniem, że każdy nauczyciel biologii powinien uważać to za właściwe. Tymczasem okazało się, że wielu nauczycieli było przeciwnych takiemu obrazowaniu treści z zakresu rozmnażania – uważali oni, że ilustracje są rażące dla nauczycieli i mogą przynieść szkodę dzieciom. Ważne było, aby: przedstawiać budowę narządów rozrodczych tak, jak innych układów organizmu, nawiązywać do terminologii, którą uczniowie znają w związku z rozmnażaniem zwierząt, definicje pojęć związanych z narządami rozrodczymi powinny być przekazywane prostym językiem, zgodnie z naukowymi prawidłowościami, rodzice powinni uzupełniać informacje, które dzieci otrzymały w szkole, powinno podkreślać się, że z człowiekiem mamy do czynienia już od momentu zapłodnienia komórki jajowej [Piotrowicz, 1982].

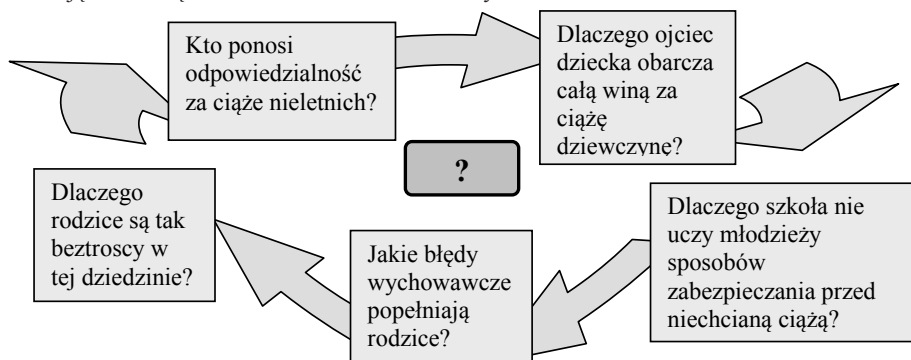
W artykule „Program nauczania biologii w liceach norweskich” [Płytycz, 1989] autorka poruszyła drażliwy w Polsce temat edukacji seksualnej młodzieży. Jedna z rycin podręcznika biologii z 1976 roku do klasy I liceum zawierała informacje o różnorodności środków antykoncepcyjnych. Oznaczało to więc, że młodzież wieku 17 lat obowiązywała nauka na temat życia seksualnego. Autorka podkreśliła, że pomimo tego, a może właśnie dzięki temu, społeczeństwo norweskie w żadnym wypadku nie należało do rozwiązłych. Zwróciła również uwagę na to, że nie rozumie dlaczego w polskim społeczeństwie tyle emocji budził podręcznik „Przysposobienie do życia w rodzinie”. Jej zdaniem tak negatywne emocje nie miałyby miejsca, gdyby w polskich szkołach wprowadzono do programów nauczania biologii zagadnienia życia płciowego człowieka. Dodała również, że uczniowie klas III norweskich liceów, którzy byli szczególnie zainteresowani biomedycyną, mogli na lekcjach biologii zapoznać się z zasadami diagnostyki prenatalnej.

Pod koniec lat 80. XX wieku zaczęły pojawiać się pierwsze informacje na temat AIDS. Autorzy artykułu „AIDS. Istota i profilaktyka” [Rowiński & Grzechnik, 1988] stwierdzili, że profilaktyką AIDS może zająć się szkoła, dlatego bardzo ważne jest właściwe przygotowanie nauczycieli. Ich zdaniem problem AIDS powinno omawiać się w odniesieniu do medycyny i moralności. Uczniowie powinni wiedzieć jak zapobiegać chorobie i na czym ona polega. Często jednak problem ten był tematem tabu i trudno było o nim mówić. Kwestie uznane przez autorów za najważniejsze w tym zakresie to między innymi: brak przypadkowych kontaktów seksualnych, wierność, uczenie kultury seksualnej, kształtowanie moralnej odpowiedzialności osób zdrowych i chorych nawzajem wobec siebie, uczenie właściwego stosunku do ludzi należących do grup ryzyka – narkomanów, homoseksualistów, brak agresji i dyskryminacji wobec chorych, posiadanie jednego partnera.

W latach 90. XX wieku pojawiało się najwięcej artykułów związanych z edukacją seksualną. Wiele z nich stanowiły konspekty lekcji. W związku z pojawianiem się negatywnych następstw rozprzestrzeniania się AIDS w Polsce, opublikowano artykuł „Profilaktyka AIDS w nauczaniu biologii” [Pytlak, 1990]. Niebezpieczna była nie tylko sama choroba, ale i nietolerancja wobec osób chorych. Powodem tego była zbyt mała wiedza na temat tej choroby oraz fakt, że AIDS stało się realnym zagrożeniem, a nie ciekawostką z telewizji. Należało więc opracować koncepcję wprowadzenia tych treści do programów nauczania. Osoby zajmujące się profilaktyką AIDS uważały, że kształtowanie właściwej postawy wobec chorych na AIDS powinno odbywać się na wszystkich przedmiotach nauczania. Ważne były też spotkania ze specjalistami w zakresie AIDS, narkomanii i prostytucji oraz bezpłatne materiały informacyjne i nalepki propagandowe, np. „prezerwatywa chroni przed chorobami wenerycznymi, a także przed AIDS”.

W 1992 roku opublikowano rozmowę profesor Danuty Cichy z prof. dr hab. Włodzimierzem Zagórskim, który był autorem projektu nowego minimum programowego biologii. Profesor tłumaczył, że mechanizmy rozrodu to jedne z podstawowych mechanizmów biologicznych, dlatego też zajmowały szczególne miejsce w programach nauczania. Wobec tego w minimum programowym znalazły się: środowisko rodzinne, mechanizmy i fizjologia rozrodu, mechanizmy zapobiegania ciąży jako wiedza z dziedziny biologii człowieka, AIDS.

W 1995 r. pojawił się konspekt lekcji „Odpowiedzialność w życiu seksualnym” [Dobrowolska, 1995]. Celem lekcji było kształtowanie odpowiedzialności w życiu seksualnym i ukazanie znaczenia kultury seksualnej. Ważne było uzyskanie odpowiedzi na wiele pytań związanych z edukacją seksualną – niektóre z nich zawarto na Rys 21.



Rys 21. Pytania związane z kulturą seksualną [na podstawie: Dobrowolska, 1995].

W 1998 r. ukazał się artykuł „Podstawy edukacji seksualnej w szkole”. Jego autorzy pisali, że rewolucja seksualna lat 60. przyniosła ogromne zainteresowanie seksualnością człowieka. Do przyczyn wzrostu zainteresowania edukacją seksualną należało ich zdaniem: obniżenie się wieku inicjacji seksualnej wśród młodych ludzi, wzrost liczby osób dotkniętych chorobami wenerycznymi, pojawienie się AIDS, rozwijanie się seksualności dzieci już w okresie rozwojowym, rozpowszechnienie definicji „zdrowia seksualnego i reprodukcyjnego” [Lew-Starowicz & Lach-Długolecka, 1998].

Jarocka i Pedryc-Wrona [1998] podały, że w mediach wzrosło zainteresowanie wprowadzeniem do programu nauczania, przedmiotu wychowanie seksualne. Autorki artykułu uważały jednak, że zagadnienia z zakresu edukacji seksualnej mogłyby być realizowane w zupełnie naturalny sposób na lekcjach biologii w klasie VII. Nauczyciele ze względu na duże zainteresowanie ze strony uczniów tymi treściami, od dawna wprowadzali je na lekcjach. Dotyczyły one: prokreacji, świadomego rodzicielstwa, życia płciowego człowieka wynikającego naturalnie z czynności fizjologicznych oraz budowy układu rozrodczego.

Analizując przygotowanie nauczycieli do kształcenia w zakresie edukacji seksualnej trzeba wziąć pod uwagę programy studiów. Na kierunku biologia Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie dopiero od 10 lat w programie studiów znajduje się przedmiot „Seksuologia”. Dotyczy on studentów III roku wszystkich specjalności – nauczycielskiej i nienauczycielskiej. Na studiach stacjonarnych przedmiot obejmuje 15 godzin wykładu i 15 godzin ćwiczeń. W 2008 roku przedmiot nazywał się inaczej – „Seksuologia i profilaktyka zdrowotna”. Obejmował również inną liczbę godzin - 15 godzin wykładu i 30 godzin ćwiczeń. Na wykłady uczęszczały też osoby spoza uczelni, bo inne szkoły wyższe nie oferowały tego typu zajęć.

Moje zainteresowanie tematem edukacji seksualnej wynika z chęci weryfikacji, czy program seksuologii przewidziany dla studentów jest adekwatny do potrzeb szkolnych. Szczegółowe badania w tym zakresie są w kolejnej fazie realizacji całego projektu badawczego.

Wnioski:

Wyraźnie widoczne jest to, jak narastały problemy, które proponowano do realizacji w szkole.

- W latach 80. i 90. XX wieku, ukazało się wiele konspektów i artykułów na temat AIDS i chorób wenerycznych. Wcześniej tylko nieliczne artykuły zawierały zdawkowe informacje na temat chorób przenoszonych drogą płciową.

- Istniała konieczność uświadamiania dzieci i młodzieży w zakresie zachowań niebezpiecznych i tolerancji dla osób chorych.

- Za każdym razem, gdy wprowadzano nowy program lub przeprowadzano reformę programową, treści biologiczne z zakresu biologii człowieka były poszerzane.

- Zawsze kładziono nacisk na odpowiedzialność w życiu płciowym.

- Pojawiła się bardzo duża liczba konspektów na temat budowy i funkcji układu rozrodczego, dojrzewania, ciąży, małżeństwa i rodziny, kilkakrotnie poruszono też kwestię środków antykoncepcyjnych.

- Widoczne jest unikanie przez nauczycieli realizacji zagadnień z seksuologii, nauczyciele przyznają, że wstydzą i obawiają się poruszania tego typu tematów.

- Na przestrzeni lat, jeśli już poruszano zagadnienie kontaktów seksualnych, to przekazywano uczniom, że jeśli pojawia się taki kontakt, to automatycznie pojawia się również choroba. Dochodziło więc do diagnozy zagrożeń.

- Nie było zjawiska prewencji chorób – czyli uświadomienia uczniom, że mimo kontaktów seksualnych, nie musi dochodzić do choroby. Nie mówiono, co robić i jak, aby nie doprowadzić do choroby przekazywanej drogą płciową.

- Kilkakrotnie pojawiła się propozycja, aby nauczyciele poświęcali jedną lekcję na

odpowiadanie na pytania uczniów dotyczące tematów, które ich interesują w związku z edukacją seksualną.

- Obecność edukacji seksualnej w szkole jest niezbędna, bo przecież jest ona częścią nauki o człowieku i powinna w programie nauczania być realizowana tak jak anatomia i fizjologia człowieka. Należy kształtować właściwe postawy młodzieży wobec seksualności, a nie tylko sprawdzać ich wiadomości rzeczowe.

- Nastawienie większości autorów do edukacji seksualnej, opierało się na przekonaniu, że najważniejszą rzeczą przekazywaną uczniom jest uświadomienie im, że podejmowanie współżycia seksualnego, powinno być w pełni świadome. Osoby decydujące się na ten krok powinny znać wszystkie konsekwencje swoich decyzji, a także znać sposoby zabezpieczania się przez ciążą. Takie opinie nasiliły się głównie w latach 90. XX wieku.

- Zdecydowanie widoczna jest zmiana w tematyce i w podejściu do wychowania. Jest to bardzo pozytywna tendencja, bo ta gradacja nastojów społecznych znajduje wyraz w edukacji.

- Począwszy od 2000 roku nie pojawił się żaden artykuł dotyczący edukacji seksualnej. Większość dotyczyła AIDS oraz dojrzewania i badań genetycznych.

- Nasuwa się pytanie, czym jest to spowodowane. Być może nauczyciele nadal wstydzą się poruszania tematu seksualności człowieka z uczniami i wola nie przypominać o tym na łamach czasopisma. Albo po prostu sądzą, że edukacja seksualna w Polsce jest na właściwym poziomie i w związku z tym, że wszystko w tej kwestii jest wyjaśnione i ustabilizowane, to nie ma o czym dyskutować i czego analizować.

Literatura:

Bobrzyńska E. (1973): *O zagadnieniach wychowania seksualnego w klasie IV LO*, [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Bohuszewicz Z. (1948): *Uwagi o programie nauki o człowieku w klasie V szkoły podstawowej i jego realizacji* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.

Cichy D. (1972): *Elementy wychowania seksualnego* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Cichy D. (1975): *Kształcenie przyrodnicze w szkole 10-letniej* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 4.

Cichy D. (1992): *Minimum programowe biologii - rozmowa z prof. dr hab. Włodzimierzem Zagórskim* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.

Cichy D. (1997): *Miejsce edukacji biologicznej w nowej reformie szkolnej* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Doboszyńska J. (1961): *Opracowanie odpowiedzi do ankiety* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.

Doboszyńska J. (1966): *Informacje w sprawie programu zreformowanego liceum ogólnokształcącego* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.

Dobrowolska H. (1995): *Odpowiedzialność w życiu seksualnym* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Grzywaczewska E. (1968): *Jak realizują zagadnienia wychowania seksualnego w szkole podstawowej* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 1.

Instytut Programów Szkolnych. (1976): *Biologia z higieną - wstępna wersja programu dziesięcioletniej szkoły średniej opracowana pod kierunkiem dr Danuty Cichy* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.

Instytut Programów Szkolnych. (1984): *Program biologii z higieną - klasy IV - VIII* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Instytut Programów Szkolnych. (1985): *Program liceum ogólnokształcącego - biologia z higieną i ochroną środowiska* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 4.

Jarocka M., Pedryc-Wrona M. (1998): *Wychowanie seksualne w realizacji programu nauczania biologii w klasie VII* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.

Lew-Starowicz Z., Lach-Długolecka A. (1998): *Podstawy edukacji seksualnej w szkole* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.

- Męczkowska T. (1948): *Kilka słów w sprawie projektu programu biologii w klasie V szkoły podstawowej* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Ministerstwo Oświaty. (1960): *Ankieta w sprawie reformy programu nauczania w szkole stopnia podstawowego* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 6.
- Pawłowski L. K., Jaczewski T., Szarski H., Czubiński Z. (1962): *Dyskusja nad koncepcją programu biologii w szkołach ogólnokształcących na sekcji wydziału II komisji prezydium PAN do spraw reformy szkolnictwa*. [w:] *Biologia w Szkole*, nr 4.
- Pezda A. (2011): *Lekcje seksu obowiązkowe* [w:] *Gazeta Wyborcza*, nr 36.
- Pilarski W., Stępczak K. (1980): *Zagadnienia wychowania seksualnego młodzieży* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 1.
- Piotrowicz M. (1982): *Jak realizować w klasie IV dział programu: Rozmnażanie i rozwój człowieka* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 2.
- Płytycz B. (1989): *Program nauczania biologii w liceach norweskich* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 1.
- Pytlak J. (1990): *Profilaktyka AIDS w nauczaniu biologii* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Redakcja Biologii w Szkole. (1976): *Głosy w dyskusji nad projektem programu biologii z higieną 10-letniej szkoły podstawowej* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 4.
- Rowiński B., i Grzechnik E. (1988): *AIDS. Istota i profilaktyka*, [w:] *Biologia w Szkole*, nr 3.
- Stawiński W. (1963): *Uwagi na temat programu higieny w liceum ogólnokształcącym* [w:] *Biologia w Szkole*, nr 5.

Karolina Czerwiec

Zakład Edukacji, Komunikacji i Mediacji Przyrodniczej IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Wprowadzenie

Współczesność dydaktyk przedmiotów przyrodniczych nie charakteryzuje się li tylko wykorzystaniem możliwości nowoczesnych technik ICT – komputerów, tablic interaktywnych, clickers, mikrokomputerów laboratoryjnych (np. Vernier), Internetu, Moodle, Web 2.0 itd. Równie silnie podkreślane jest obecnie przeniesienie punktu ciężkości z nauczyciela na ucznia, z wykładanych treści na uzyskane efekty kształcenia. Są to trendy występujące na całym świecie objawiające się zarówno zmianami w słownictwie np. w odniesieniu do sytuacji szkolnych mówi się o „teaching and learning” (nauczanie i uczenie się), a nie tylko o “teaching” (nauczanie), jak również zmianami w programach nauczania-uczenia się (na potrzeby tego artykułu proces ten zostanie nazwany kształceniem) i standardach egzaminacyjnych podkreślających rolę nabywanych umiejętności. Widać to m.in. w dokumentach unijnych, w tym w priorytetach konkursów grantowych ogłaszanych przez Komisję Europejską [<http://www.kpk.gov.pl/7pr/struktura/4-5.html>]. Jedną z metod służących osiągnięciu wymaganych efektów kształcenia jest strategia edukacyjna Inquiry Based Science Education (akronim IBSE), którą można po polsku nazwać kształceniem przez odkrywanie (odnosząc się do teorii W. Okonia [1996]) lub kształceniem przez dociekanie naukowe.

Od roku 2008, w ramach 7 Programu Ramowego, finansowanie uzyskało szereg projektów, których celem jest ułatwienie nauczycielom stosowania IBSE poprzez rozwój materiałów dydaktycznych, opracowanie i prowadzenie szkoleń itd. Są to m.in. S-TEAM, Fibonacci [<http://www.fibonacci-project.eu>], ALL, PRIMAS [<http://www.primas-project.eu>], ESTABLISH [<http://www.establish-fp7.eu>], PROFILES. Wybrane element projektu ESTABLISH zostaną omówione pod koniec tej pracy.

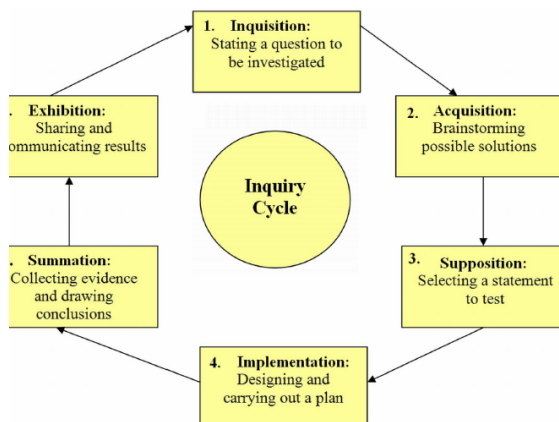
Inquiry Based Science Education – podstawy teoretyczne

Inquiry to „celowy proces diagnozowania problemów, krytycznej analizy eksperymentów oraz dostrzegania alternatyw, planowania badań, sprawdzania przypuszczeń, szukania informacji, konstruowania modeli, dyskutowania z rówieśnikami i formułowania spójnych argumentów” [Linn, Davis & Bell, 2004].

Praca doświadczalna uczniów, realizowana w czasie tradycyjnie prowadzonych lekcji, w wielu wypadkach skupia się głównie na sprawdzaniu informacji wcześniej przekazanych przez nauczyciela lub zawartych w podręczniku. Podczas przeprowadzania eksperymentów w metodzie opartej na dociekanii naukowym, uczniowie zajmują się przede wszystkim zbieraniem, przetwarzaniem i analizą danych, po to, by odkrywać nowe pojęcia, zasady i prawa. Odbywa się to w bardzo podobny sposób i za pomocą podobnych narzędzi, jakimi posługują się naukowcy prowadzący swoje badania. Oznacza to większy wpływ uczniów na proces własnego uczenia się, a co jest z tym nieodłącznie związane przyzwolenie ze strony nauczyciela na to, by coś się im nie powiodło lub odbyło niezgodnie z oczekiwaniami.

Podstawę strategii IBSE stanowią zasady konstruktywizmu, zgodnie z którymi wiedza jest „tworzona” a nie „zapisywana i odtwarzana” przez jednostkę. W tym podejściu, poprzez analizę swoich doświadczeń, uczniowie tworzą własne modele myślowe, budują struktury własnej wiedzy z dostępnych im elementów[Ślawińska, 2005].

Ciekawy schemat 6-stopniowego cyklu odkrywania/dociekania naukowego znaleźć można w publikacji Llewellyn [Llewellyn, 2002].



Rys. 1. 6-stopniowy cyklu odkrywania/dociekania naukowego [Llewellyn, 2002]

W polskiej klasyfikacji metod kształcenia opartej na koncepcji wielostronnego nauczania-uczenia się Wincentego Okonia [Okoń, 1996] „uczenie się przez odkrywanie” funkcjonuje jako synonim grupy metod samodzielnego dochodzenia do wiedzy. Należą do nich m.in. klasyczna metoda problemowa, metoda przypadków, metoda sytuacyjna, gry dydaktyczne. Analizując strukturę klasycznej metody problemowej, na którą składają się: wprowadzenie do tematu, identyfikacja problemu, postawienie hipotezy, weryfikacja hipotezy, wyciągnięcie wniosków, podsumowanie, można znaleźć pewne analogie z IBSE.

Wprowadzenia strategii IBSE daje możliwość rozwijania szeregu umiejętności, które trudno wykształcić u uczniów przy zastosowaniu tradycyjnych metod nauczania i uczenia się. Umiejętności te można podzielić pod względem złożoności i zaawansowania na [Wennig, 2005]:

elementarne: obserwacji, zbierania i rejestrowania danych, wyciągania wniosków, szacowania, komunikowania się, wyjaśniania, przewidywania, podejmowania decyzji

podstawowe: identyfikacji zmiennych, konstruowania wykresów, opisywania relacji pomiędzy zmiennymi, analizy wyników, planowania badań, stawiania hipotez, tworzenia modeli (myślowych)

zintegrowane: identyfikacji problemu badawczego, planowania i przeprowadzania badań naukowych, tworzenia reguł na podstawie procesu indukcji, obrony argumentów naukowych

zaawansowane: rozwiązywania złożonych problemów, odkrywania praw empirycznych na podstawie dowodów i logiki, analizy i oceny argumentacji naukowej, przewidywania na podstawie procesu dedukcji

IBSE - zajęcia laboratoryjne

W literaturze przedmiotu wyróżnia się szereg typów zajęć opartych na odkrywaniu/dociekanu naukowym. Należą do nich [2010]:

- Interactive demonstration: nauczyciel przeprowadza pokaz eksperymentu pytając uczniów „co się stanie?” (przewidywanie) lub „w jaki sposób to się stało?” (wyjaśnienie) i pomagając im wyciągnąć wnioski.

- Guided discovery: uczniowie przeprowadzają eksperyment wprowadzeni do niego przez nauczyciela. To tradycyjna metoda pracy doświadczalnej, w której uczniowie postępują dokładnie wg. instrukcji.

- Guided inquiry: uczniowie wykonują w grupach swoje własne eksperymenty. Nauczyciel wskazuje na problem i podaje cel np. „znajdź...”, „określ...”, „zbadaj...”. Nie ma zadanego z

góry wyniku eksperymentu, a wnioski oparte są na wyłącznie na rezultatach pracy uczniów.

- Bounded inquiry: oczekuje się, że uczniowie zaplanują i przeprowadzą eksperymenty samodzielnie, tylko z niewielką lub bez żadnej pomocy ze strony nauczyciela. Problem badawczy jest podany przez nauczyciela, ale resztę planują i wykonują uczniowie.

- Open inquiry: oczekuje się, że uczeń w obrębie podanego kontekstu zaproponuje i znajdzie odpowiedź na własne pytanie/a badawcze. W przykładzie „Zaproponuj eksperyment dotyczący analizy mowy“ uczniowie mogą porównać wysokie i niskie tony, głosy mężczyzn i kobiet, głośnie i ciche itp.

Na rynku wydawniczym istnieje wiele zbiorów opisów eksperymentów chemicznych, które służą pomocą nauczycielom chcącym stosować IBSE praktyce szkolnej [Bauer, Birk & Sawyer, 2004]. Poniżej przedstawiono przykłady tematów zajęć laboratoryjnych organizowanych w szkołach w Hong-Kongu (z podziałem na grupy wiekowe) [<http://www3.fed.cuhk.edu.hk/chemistry/>].

14-letni uczniowie

- Porównanie koszt - skuteczność różnych środków na zgagę
- Badanie właściwości korozyjnych substancji stosowanych w życiu codziennym (np. napój typu cola, detergenty, środki do czyszczenia kanalizacji)

15-letni uczniowie

- Badanie wpływu temperatury na reakcję Mg i H₂O
- Hodowanie kryształów CuSO₄

16-letni uczniowie

- Identyfikacja nieznannej substancji na podstawie analizy jakościowej
- Określenie masy CaCO₃ w skorupce jajka

17-letni uczniowie

- Określanie zawartości wit. C w napojach
- Określanie zawartości SO₂ w winie
- Porównanie energii uzyskanej z różnego rodzaju margaryny
- Porównanie skuteczności wskaźników kwasowo-zasadowych uzyskanych z różnych warzyw i owoców
- Porównanie właściwości katalitycznych katalazy wyekstrahowanej z sałaty i kapusty

18-letni uczniowie

- Badania stopnia nienasyceń olejów
- Określanie zawartości miedzi w monetach
- Ekstrakcja jodu z wodorostów
- Badanie właściwości redukujących zielonej herbaty
- Określanie masy CaCO₃ w papierze
- Określanie zawartości CO₂ w napojach

IBSE w programach i rzeczywistości szkolnej

Wprowadzenie IBSE do praktyki szkolnej było i jest celem szeregu reform systemów edukacji i zmian programowych w wielu krajach UE, począwszy od kształcenia badawczego podejścia w naukach przyrodniczych na poziomie gimnazjum (Irlandia, 2003) poprzez położenie nacisku na kształcenie umiejętności za pomocą metod aktywizujących, projektów itp. na Słowacji i w Czechach, po ostatnie zmiany w Hiszpanii i Holandii (2010) oraz na Cyprze i Malcie (2011).

W Polsce, nowa podstawa programowa zalicza do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego na III i IV etapie edukacyjnym m.in. myślenie naukowe – umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania

i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa [http://195.136.199.90/images/stories/pdf/Reforma/men_tom_5.pdf]. Cele kształcenia z przedmiotu chemia są sformułowane m.in. w następujący sposób: "Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia; wykazuje związek składu chemicznego, budowy i właściwości substancji z ich zastosowaniami; posługuje się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym w kontekście dbałości o własne zdrowie i ochrony środowiska naturalnego."

Badanie ankietowe nauczycieli przedmiotów przyrodniczych przeprowadzone przez polski zespół projektu ESTABLISH w roku 2010 wykazało, że w praktyce szkolnej niektórzy nauczyciele, którzy deklarują, że stosują metody problemowe nie mają do tego odpowiedniego warsztatu np. mylą stworzenie sytuacji problemowej ze sformulowaniem problemu oraz metody weryfikacji hipotez z metodą prezentacji wyników pracy grupy. Etap stworzenia sytuacji problemowej bywa niekiedy bardzo ubogi tj. realizowany wyłącznie w formie pogadanki, choć zdarzają się też bardzo ciekawe rozwiązania np. analiza zdjęć rentgenowskich kręgosłupa, danych statystycznych na temat rozmieszczenia ludności, samodzielne wykonanie eksperymentu. Weryfikacja hipotez następuje na różnych drogach: przede wszystkim w różnych formach dyskusji (metaplan, drzewko decyzyjne, rybi szkielet), nota bene nie zawsze poprawnie stosowanych (np. burza mózgów nie służy weryfikacji a tworzeniu hipotez), poprzez analizę danych i wyników eksperymentów, pracę z tekstem, z mapą, wywiady z rodzicami, wycieczki naukowe itd.

IBSE w kształceniu nauczycieli - Projekt ESTABLISH

Projekt ESTABLISH „Europejska nauka i technologia w działaniu. Budowanie powiązań pomiędzy przemysłem, szkołami i domem” wykorzystuje model pięcioletniego cyklu uczenia się – tzw. 5E [www.bscc.org]

- Zaangażowanie (Engage) – zadaniem nauczyciela jest wzbudzenie zainteresowania i zaciekawienie tematem badania, uaktywnienie procesu uczenia się, oceny już posiadanej przez uczniów wiedzy

- Poszukiwanie (Explore) – podczas tego etapu uczniowie zadają pytania, rozwijają hipotezy i pracują bez bezpośrednich wskazówek nauczyciela - zbierają dowody i danych, zapisują i organizują informacje, wymieniają obserwacje.

- Objasnianie (Explain) – na tym etapie zdobyte wcześniej informacje zostają przedyskutowane z nauczycielem, wyjaśnia on pojęcia naukowe, wyposażając jednocześnie uczniów w odpowiednią terminologię.

- Rozwinięcie (Extend) – na tym etapie nauczyciel pomaga zgeneralizować dane pojęcie poprzez rozszerzenie jego zastosowania na nowe sytuacje.

- Ocenianie (Evaluate) – jest to właściwy moment na ocenę rozumienia przez uczniów pojęć i ocenę umijętności.

Ciekawe przykłady pytań angażujących uczniów można znaleźć w książeczkach typu „Dlaczego sól jest słona?” [Rurański, 1984]. Poniżej wymienionych zostało kilka z nich, które mogą być zastosowane na lekcjach chemii [O’Hare, 2009; Yogeshwar, 2010; Feldman, 2009]:

- Dlaczego klej typu „super glue” nie przykleja się do wnętrza swojej tubki?
- Dlaczego na pokład samolotu nie wolno zabierać termometrów rtęciowych?
- Dlaczego balony napompowane helem flaczeją szybciej niż te napełnione powietrzem?
- Dlaczego do konserwacji żywności stosuje się zarówno sól, jak i cukier, substancje tak różne od siebie?
- Dlaczego trawimy flaczki, a nasz żołądek nie ulega samostrawieniu mimo $1 < \text{pH} < 5$?
- Dlaczego boli ząb z amalgamatową plombą, jeśli przez nieuwagę pogryziemy kawałek aluminiowej folii, w którą były zapakowane kanapki?
- Dlaczego herbatnik pozostawiony na noc jest rano miękki, a bagietka twarda?
- Dlaczego podgrzany żółty ser staje się ciągnący?

Jedna z pilotażowych jednostek projektu ESTABLISH służących kształceniu nauczycieli chemii nosi nazwę „Niewidzialne dziury”. Obejmuje ona zagadnienia zależności pomiędzy budową związków chemicznych a ich właściwościami omawiane m.in. na przykładzie polimerów. Typowy dla IBSE zestaw pytań, zaproponowany przez prof Martina Lindnera z Uniwersytetu w Halle zaprezentowano poniżej:

Pytanie wstępne:

- Chcesz zapakować kanapkę, jakiego materiału użyjesz w tym celu?

Pytania naprowadzające:

- Jakie kryteria weźmiesz pod uwagę? - dostępność, koszt, nierozpuszczalność w wodzie, nieprzepuszczalność dla wody i tłuszczu, brak reaktywności, brak smaku i zapachu, biodegradowalność, ...

- Czy jakiś znany ci materiał spełnia twoje kryteria?

Dyskusja przedstawionych propozycji np. papier - co się dzieje z papierem pod wpływem wody?

Pytania i polecenia

- Ustaw hierarchię ważności proponowanych kryteriów (ranking).

- Czy znasz materiały, które spełniają kryteria z czoła listy? (odpowiedź poprowadzi do zaproponowania folii do żywności)

- Narysuj, jak wyobrażasz sobie budowę folii. – odniesienie do teorii atomistyczno-cząsteczkowej i budowy polimerów

Doświadczenie uczniowskie – woda nie przecieka przez folię, eksperyment z zabarwioną wodą np. KMnO_4 i jodyną. **Pytania:**

- Co się stało? Jak to można wytłumaczyć? np. dziury w folii

- Wniosek dot. różnic w wielkości cząstek (jonów, cząsteczek) KMnO_4 i I_2 oraz wielkości „dziur”

- Polecenie ponownego narysowania, jak wyobrażają sobie budowę folii.

Nowe pytanie - czy można przygotować folię bez „dziur”?

Eksperyment uczniowski/pokaz nauczyciela –przygotowanie folii PCV, ponowny test z I_2 . Pojawiają się następujące pytania: Co jeszcze przechodzi przez folię? – Tlen?, Bakterie? A jeśli zapakuje się w folię gorący tost – co się stanie? Dlaczego? które prowadzą do następnych badań.

Studenci przygotowujący się do zawodu nauczyciela chemii na zajęciach o tematyce IBSE prowadzonych w zwykłej sali seminaryjnej szukają odpowiedzi na pytanie „Czy rozpuszczalność cukru w wodzie (przy sporządzaniu syropów, kompotów, słodzeniu herbaty itd.) zmienia się z temperaturą i ew. w jaki sposób?”. W części wprowadzającej prowadzący uzasadnia potrzebę tego typu ćwiczeń „Dotychczas gimnazjum z założenia realizowało kształcenie chemiczne wyłącznie z perspektywy „jakościowej”. Nieliczne wartości liczbowe pojawiały się przy: uzgadnianiu równań reakcji, obliczeniach mas cząsteczkowych, stężeniach procentowych, posługiwaniu się wykresem rozpuszczalności. Natomiast na egzaminach nacisk był położony na rysowanie wykresów i diagramów (także w chemii np. zmiana właściwości węglowodorów ze zmianą liczby atomów C w cząsteczce) oraz odczytywanie ich, a także interpretacja danych zawartych w tabelach. Obliczenia i pomiary ilościowe występowały głównie na lekcjach fizyki. Teraz to się o tyle zmieniło, że zgodnie z nową podstawą programową zbieranie danych liczbowych i ich analiza powinna występować na każdym przedmiocie przyrodniczym.” Zadaniem studentów jest zaplanowanie i wykonanie odpowiedniego doświadczenia. Studenci planując eksperyment powinni zadać sobie następujące pytania:

- W jakich jednostkach będą mierzyć cukier? – wagowych (ale studenci nie mają wagi) albo objętościowych (który rodzaj łyżeczki wybiorą? A może inny pojemnik np. złożone z papieru pudełeczko?)

- W jaki sposób uzyskają wodę o różnej temperaturze? – w jakich proporcjach będą mieszać wodę kranową i tę z czajnika?
- Ile punktów pomiarowych będzie niezbędnych do wyznaczenia zależności?
- Ile razy powtórzą pomiar dla danego punktu?
- W jaki sposób zapewnią podobne warunki przeprowadzenia każdego z tych pomiarów?
- Które, w ich przypadku, zmienne będą niezależne, które zależne, które muszą być kontrolowane?
- Jak zaprezentują wyniki eksperymentu?

Analiza planów, wykonania i wyników eksperymentów wskazuje na duże braki występujące u studentów w tzw. myśleniu naukowym. Będzie to przedmiotem osobnej publikacji.

Podsumowanie

IBSE jest strategią przygotowującą uczniów do podejmowania, opartych na racjonalnych przesłankach, decyzji w dorosłym życiu. Jej rola jest więc nie do przecenienia. Jednak praca nauczyciela przy zastosowaniu IBSE niesie ze sobą nowe wyzwania - konieczność porzucenia tradycyjnych przyzwyczajeń (takich, jak: tylko prawidłowa odpowiedź ucznia, „udany” eksperyment wnosi coś wartościowego do procesu kształcenia), odejścia od dotychczasowego podziału ról (nauczyciel mówi, uczeń słucha), wprowadzenia interesującego uczniów kontekstu i otwarcia na nowe doświadczenia. Aby wprowadzić IBSE do polskiej rzeczywistości niezbędne jest nie tylko wyposażenie nauczycieli w wiedzę, umiejętności i odpowiednie materiały, ale przede wszystkim zmiana mentalności.

W tej pracy wykazano przy okazji, że istnieje poważny problem braku polskich odpowiedników pojęć angielskojęzycznych z zakresu pedagogiki i dydaktyk szczegółowych, co niestety znacznie utrudnia zarówno współpracę na forum międzynarodowym, jak i wydłuża proces przeniesienia dobrych, wartych zastosowania zagranicznych wzorców do praktyki szkolnej naszego kraju.

Literatura:

- Bauer R. D., Birk J. P., Sawyer D. J. (2008): *Laboratory inquiry in chemistry* (3rd ed.). Belmont, CA: Brooks/Cole; Kerner N.K.
- Cheung D. *Ten examples of inquiry-based chemistry experiments*, <http://www3.fed.cuhk.edu.hk/chemistry/> przeglądano 31.05.2011
- Feldman D. (2010): *Dlaczego słonie nie skaczą? Vesper*, Poznań
- Guide for developing Establish Teaching and Learning Units*, (2010) AMSTEL Institute.
- Hoboken N.J., John Wiley & Sons, Inc., Lechtanski V. L. (2000): *Inquiry-based experiments in chemistry*. Washington, DC: American Chemical Society/Oxford University
- Lamba R. S. (2008): *Guided inquiry experiments for general chemistry: Practical problems and applications*.
- Llewellyn D. (2002): *Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*, Corwin Press
- Linn M.C., Davis E.A., Bell P. (2004): *Internet Environments for Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ
- O'Hare M. (2009): *Dlaczego pingwinom nie zamarzają stopy? i 114 innych pytań*, Insignis Media, Kraków
- O'Hare M. (2009): *Czy niedźwiedzie polarne czują się samotne? i 101 innych intrygujących pytań*, Insignis Media, Kraków.
- Okoń W. (1996): *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*. Wyd. „Żak, Warszawa.
- Rurański J. (1984): *Dlaczego sól jest stona czyli Odpowiedzi na głupie pytania*, Alfa.
- Sławińska M. (2005): *Konstrukttywizm w edukacji*, Edukacja, Internet, Dialog, czerwiec 2005 <http://www>.

eid.edu.pl/archiwum/2005,103/czerwiec,210/konstruktywizm_w_educacji,1794.html przeglądnano
31.05.2011

Wennig C. (2005): *Levels of Inquiry: Hierarchie of Pedagogical Practices and Inquiry Processes*, Journal of Physics Teacher Education Online

Yogeshwar R. (2010): *Dlaczego kaczkę nie przymarzają do lodu i inne zagadki codzienności*, Videograf II, Katowice

Podstawa programowa wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w szkołach podstawowych, gimnazjach i liceach, strona MEN, Tom 5. - Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum, przeglądnano 31.05.2011 http://195.136.199.90/images/stories/pdf/Reforma/men_tom_5.pdf

strona Biological Sciences Curriculum Study www.bsos.org, przeglądnano 31.05.2011

strona Krajowego Punktu Kontaktowego 7PR <http://www.kpk.gov.pl/7pr/struktura/4-5.html> przeglądnano 31.05.2011

strona projektu FIBONACCI <http://www.fibonacci-project.eu>, przeglądnano 31.05.2011

strona projektu PRIMAS <http://www.primas-project.eu>, przeglądnano 31.05.2011

strona projektu ESTABLISH <http://www.establish-fp7.eu>, przeglądnano 31.05.2011

Projekt ESTABLISH uzyskał dofinansowanie z Siódmego Programu Ramowego Unii Europejskiej [FP7/2007-2013], zgodnie z umową nr 244749. Opinie wyrażone w publikacji są opiniami autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy Komisji Europejskiej.

Chemical experiment in educational film for students with the dysfunction of hearing and speech

Piotr Jagodziński

Robert Wolski

Introduction

In order to understand how difficult is the problem of teaching experimental subject which is chemistry and attempts to increase the efficiency of students chemical education with speech and hearing impaired we should familiarize ourselves with the basic issues related to cognitive and mental ability of pupils with speech and hearing impaired signaled here briefly.

In the natural sciences, including chemistry, knowledge of our reality, the structure and properties of matter are obtained in different ways. But the most important thing is the informative information of students with the outside world.

This informative contact with the environment is ensured by correctly functioning receptors. From them begins collecting information.

When one of the senses is damaged it breaks the connection with reality so informative contact is also broken. In this situation are people with impaired hearing. Deaf people do not know anything about the sounds, rhythms, and above all do not hear the speech and its intellectual and emotional wealth. Human cognitive abilities allow not only to the reception and processing of information but also to adapt to the environment and the impact on the environment which is very important for learning chemistry.

Therefore, the development of cognitive abilities of deaf or hard hearing students is clearly difficult and even limited. However this restriction, motivates a person to the effort to develop mechanisms which allows activation of this cognitive, intellectual, and adaptive abilities providing the person with hearing-impaired proper perspective for the development and working life [Woods, 1999; Bryan, Jenny, 1996].

The results of research conducted with deaf-mute and poorly hearing students in middle and high school in chemistry, will evaluate certain aspects of the cognitive abilities of hearing-impaired students, in relation to hearing and speaking peers.

According to many scientists deaf students are called students with excluded abilities from receiving auditory stimuli by the sense of hearing. According to them, all the deaf can't hear, but some of them can speak. However deaf-mute are those students who, from birth or as a result of early hearing loss do not learn language in a natural way of human contact or through education [Lang, Propp, 1982; Lang, 1998].

Considering the visual perception of deaf students should be emphasized that the cognitive process of acquiring the experience is different from hearing students. Knowing the reality by deaf students is based primarily on visual impressions. However, it also involves smell, touch, taste, vibration [Myklebust, 1964].

Important in teaching deaf students chemistry is a memory issue. It turns out that their auditory memory is not growing and not functioning. In view of the dominance of visual perception in cognitive activity, also in the ideas and visual images predominate memory [Myklebust, 1953].

Formerly there was a view that in the case of visual memory of deaf-mute and hard hearing students their different situation with significant cognitive preferences of visual content, caused

achieving better results in terms of image memory than hearing people. Numerous studies conducted in the U.S. and Europe have not confirmed this view [Dye, 2008].

Now established on the basis of research that deaf-mute and hard hearing students, for example, confuse similar objects to a greater extent than hearing students, which leads to less accurate diagnosis and recovery. Numerous studies confirm that in the case of short-term memory in deaf students, they depend on visual-spatial coding of stimuli in contrast to the disciplines hearing where there is a time-sequential encoding [Blanton, Nunnally, 1996].

Research on verbal memory, called semantic deaf-mute and hard hearing people are divided according to the memorized material: remembering words (words) and signs mimic-sign, sentences memorizing and texts memorizing. Studies have shown that verbal memory of deaf-mute and hard hearing students develops intensively from the fourth to the tenth year of schooling, as well as hearing students differences were found in remembering words. Studies have shown that deaf students better remember the signs snap than words (the words) [Colin, Paivio, 1975; Bonvillian, 1983; Marschark, DeBeni, Pollazo, Cornoldi].

Deaf-mute students better combine in logical groups gestures than words.

And what is the problem of education role in shaping verbal memory?

Deaf-mute students verbal memory is shaped in individual subjects and different situations of everyday life. By manipulating a verbal (conceptual) resource it shows their importance, and also distinguishes the concept of specific, typical for a given range of knowledge. In the process of learning deaf-mute students it must be constantly followed by the transfer of short-term memory (fresh) to long-term memory. This requires a short break, during which information is made aware and kept in mind.

Even after a few interesting classes students remember not much information because it followed too fast.

Importance in the process of memorizing new material is skillfully associating him with the facts already known. Visual associating should be the basis for deaf-mute students to learning and memory exercises, both images and speech situation. The events presented in the form of images, video sequences, are remembered better than presented only in the written or spoken form [Fontana, 1995].

Preparation of research tools

By entering the job first held film studio, which has been provided with appropriate background and lighting. Digital camera registering a movies in the DV system was used for the purposes of film. To transfer and edit footage was used Adobe Premiere CS2, and to place the sign language teacher in the films was used Adobe AfterEffects CS2 [<http://www.adobe.com>].

Animated models of organic molecules compounds were prepared in the 3D modeling program Blender [<http://www.blender.org>]. Image of translator communicating in sign language was situated in the lower right corner. For better visibility of the signs language teacher has black clothes and short sleeves.

The methodology of the study

The study was conducted in middle and high school for young deaf-mute and hard hearing youth located in Rydzyna in Wielkopolska in Poland. The study lasted four years due to the small number of students in individual classrooms. Parallel studies were conducted in middle and high school with youth without a hearing and speech dysfunction in the town of Poznan.

To the testing with deaf-mute students were prepared four versions of film. The first version (I) contained all the necessary elements, such as sign language interpreter, the inscriptions on the laboratory equipment, laboratory activities, and chemical names as well as conventional voice-overs. The second version (II) was different from the first version by a lack of sign language teacher. The third version (III) in relation to the first version did not contain inscriptions relating to laboratory equipment, laboratory activities, and chemical names. The fourth version (IV) was containing the text that appears at the right time at the bottom instead of sign language teacher.

Table 1. Versions of films in studies with deaf-mute and poorly hearing students

Film versions	Sign language translation	Descriptions of laboratory equipment, laboratory activities and chemical nomenclature	Subtitles instead of sign language	Narration
<i>I</i>	+	+	-	+
<i>II</i>	-	+	-	+
<i>III</i>	+	-	-	+
<i>IV</i>	-	+	+	+

Movies with the same experience as in the case of deaf-mute students also tested adequately in middle and high school with students without speech and hearing dysfunction. Videos also prepared in four corresponding versions of films for deaf students.

The first version (1) contained all the necessary elements, such as voice teacher, the inscriptions on the laboratory equipment, laboratory activities, and chemical names. The second version (2) was different from the first version of a lack of teacher voice. The third version (3) in relation to the first version did not contain inscriptions relating to laboratory equipment, laboratory activities, and chemical names. The fourth version (4) was containing the text that appears at the right time at the bottom of the screen instead of a voice teacher.

Table 2. Versions of films in the study with students without hearing and speech dysfunction

Film versions	Narration	Descriptions of laboratory equipment, laboratory activities and chemical nomenclature	Subtitles instead of narration
<i>1</i>	+	+	-
<i>2</i>	-	+	-
<i>3</i>	+	-	-
<i>4</i>	-	+	+

All versions of the films contain music background that you can.

Pupils were divided into experimental groups and control groups. Selection of students to groups was random. In the case of deaf-mute and hard hearing middle and high school students, the experimental group (E1) worked while studying chemistry with movies in the full (I) version. There were created three control groups. One control group (KII) has worked with the (II) video version, another control group (KIII) worked with the (III) movie version and the last control group (KIV), students worked with the (IV) movie version.

Suitably divided middle and high school students without speech and hearing dysfunction. There were experimental group and three control groups. The experimental group (E1), students worked with the (1) movie version. One control group (E2) has worked with video in (2) version, another control group (E3) has worked with video in (3) version and the last control group (E4) of students worked with the (4) movie version.

Studies In school with deaf-mute and hard hearing students conducted for four years it is from September 2005 to June 2009. In the studies took a total 84 high school students and 78 high school students.

Table 3. The number of deaf-mute and hard hearing students In middle and high school participating in the study divided into experimental and control groups.

group				
Research year	experimental	control	control	control
	E1	KII	KIII	KIV
Junior high school				
1	6	5	6	5
2	5	4	5	5
3	6	6	5	6
4	5	5	6	4
Total	22	20	22	20
High school				
	experimental	control	control	control
	E1	K2	K3	K4
1	4	6	4	5
2	4	5	4	4
3	5	7	5	6
4	5	5	4	5
Total	18	23	17	20

Age of high school students who participated in the study was 13 to 15 years. Surveyed high school students had 16 to 18 years.

Before testing high school students have mastered the issues related to the properties of substances, atomic structure, types of chemical bonds, basic gases, water and aqueous solutions, oxides, hydroxides and acids. During the experiment students viewed the movie experience from the chapter theme Salts and then performed them in the studio. Here is a list of performer experiments: the chemical reaction of sulfuric acid(VI) with magnesium, study of salt solutions conduction, the chemical reaction of hydrochloric acid with sodium hydroxide, the chemical reaction of sulfuric acid(VI) with potassium hydroxide, a chemical reaction of calcium oxide with hydrochloric acid, the chemical reaction of magnesium oxide with nitric acid(V), the chemical reaction of carbon monoxide(IV) with calcium hydroxide, study of salt solubility, precipitation of slightly soluble salts, a chemical reaction with the acid salt, chemical reaction of salt with water-soluble hydroxides.

In case of studies in high school before the start students gained a chemistry knowledge from high school it is of general chemistry and also captured the first and second grade of high school subjects of extended inorganic chemistry. During the experiment students viewed the film experience from the chapter theme Hydrocarbons and then performed them in the studio. Here is a list of performed experiments: detecting the presence of carbon in various substances, obtaining methane in the laboratory, methane combustion, modeling of hydrocarbon molecules, molecular modeling of ethane and molecular propene, modeling of butene molecules, obtaining ethene in a laboratory, ethene flammability test, detection of double bonds in hydrocarbon molecules , modeling a molecule of acetylene, receiving and testing the properties of acetylene, hydrogen - an alternative energy source.

Before students come up to the pedagogical experiment, the initial state of their knowledge were checked. In order to check it there were performed pre-test. Then all the students held a series of classes for specific topics above. After completing the cycle of classes, they solved the test task to determine the final level of their knowledge. Both tests consisted 12 questions. Test questions correspond to categories of taxonomic training purposes. As a basis was accepted Bloom's taxonomy of educational objectives to include a classification of educational goals which enabled precise, unambiguous description of the abilities of students [Bloom, Engelhart, Furst, Hill, Kratwohl, 1956]. The conducted studies were however, based on the taxonomy of educational objectives known as B. Niemi taxonomy ABCD, which corresponds to Bloom's taxonomy, but is more suited for chemical education [Czupiał, Niemi, 1977]. To each taxonomic category match 3 test tasks.

For each correct answer the student could receive 1 point. After solving the tasks of pre test AT the beginning of tests and tasks of after test at the end of the study every student could get a maximum number of 12 points from each test. For the task of each category of taxonomic training purposes, there were equal 3 points. Three months after the final test solution of the end test the students solved the distance test in order to determine the sustainability of their knowledge which measured their loss of memory. Distance test tasks and possible to choose answers are the same as for the final test but are arranged in different order.

The designated size, such as: increase in news, educational effectiveness, sustainability of knowledge were statistically analyzed. Then verified using the chi-squared test, whether founded in pedagogical experiment hypotheses are statistically significant.

Results

Conducted research on the effectiveness of educational films presenting chemical experiments for middle and high school students and the role of sign language in films for deaf-mute students.

Further was also examined the influence of other factors on the degree of understanding of films contents. Therefore, parallel studies were performed with the middle and high school students without a hearing and speech dysfunction. Results for high school students presents Table 4 and the results for high school students are included in Table 5.

Table 4. The increase and decrease of knowledge and educational effectiveness designated for middle school pupils with hearing and speech impaired (white columns) and for high school students with no hearing and speech dysfunction (gray columns).

Taxonomy of educational objectives categories											
Groups	A		B		C		D		Total		
	[%]										
Experimental (E1; E1)											
Knowledge increase	37	41	40	44	55	59	63	68	46	51	
Knowledge decrease	11	10	12	15	19	16	21	23	15	15	
Control I (KII; K2)											
Knowledge increase	15	18	22	23	15	16	16	21	17	19	
Knowledge decrease	27	24	35	30	55	43	61	54	39	35	
Control II (KIII; K3)											
Knowledge increase	32	36	34	33	47	48	47	53	38	41	
Knowledge decrease	19	18	20	26	24	31	35	36	22	27	
Control III (KIV; K4)											
Knowledge increase	19	21	27	28	35	40	39	48	27	32	
Knowledge decrease	24	23	30	32	25	25	30	45	27	30	
Educational effectiveness											
EI – KII	EI – K2	22	24	18	21	40	43	47	47	29	32
EI – KIII	EI – K3	5	5	6	11	8	11	15	16	8	10
EI – KIV	EI – K4	18	20	13	16	20	19	23	20	18	19

In the tables are presented gain and loss of knowledge and the educational effectiveness for all students groups participating in the teaching experiment. All reported results are served in percentages and refer to different taxonomic categories of learning objectives (ABCD), and also the combined results for all taxonomic categories are presented. The tables show the efficacy of educational movies based on the sets of groups: an experimental EI - KII control, experimental EI - KIII control, experimental EI - KIV control and experimental E1 - K2 control, experimental E1 - K3 control, experimental E1 - control K4.

Table 5. The increase and decrease of knowledge and educational effectiveness marked for high school students with hearing and speech impaired (white columns) and for high school students without a hearing and speech dysfunction (gray columns).

Taxonomy of educational objectives categories											
Groups	A		B		C		D		Total		
	[%]										
Experimental (E1; E1)											
Knowledge increase	39	42	42	44	66	67	61	73	49	54	
Knowledge decrease	10	11	15	13	14	12	10	15	12	13	
Control I (KII; K2)											
Knowledge increase	18	25	25	27	22	27	21	30	21	27	
Knowledge decrease	23	19	31	27	45	39	48	46	34	30	
Control I (KIII; K3)											
Knowledge increase	34	38	37	40	56	56	50	63	42	47	
Knowledge decrease	18	10	20	11	22	16	24	16	21	13	
Control I (KIV; K4)											
Knowledge increase	26	30	31	35	48	50	38	54	34	40	
Knowledge decrease	26	22	21	22	24	21	27	32	25	24	
Educational effectiveness											
E1 – KII	E1 – K2	21	17	17	17	43	40	40	42	28	26
E1 – KIII	E1 – K3	5	4	4	4	9	11	11	10	7	6
E1 – KIV	E1 – K4	13	12	11	10	18	17	22	19	15	13

Discussion of results

The best results among the examined groups of deaf-mute and hard hearing students reached high school experimental group. Students in this group worked with movies in I version it is the full version with sign language interpreter. The other group it is KII, KIII and KIV obtained worse results (Table 4). The weakest results obtained group KII working with movies without sign language teacher. While the most similar results to the experimental group reached a KIII group, who worked with films without subtitles for the names: chemical reagents, laboratory equipment and laboratory activities. Exceptionally good results especially for the two taxonomic categories C and D, it is, solving problems, reach students from the experimental group. The elimination of a sign language interpreter explaining the course of the experiment caused a significant decrease of gaining knowledge in the corresponding control groups, which caused a decrease of effectiveness of educational films. Replacement of a sign language interpreter by text that appears at the bottom of the screen did not match the expected results because it slightly improved the effectiveness of educational films. . It was expected that the replacement of a sign language interpreter by text that appears at the bottom of the screen gives results with less effort

while making films. Implementation of films with subtitles is less time-consuming and requires simpler tools. Preparation of films with the translator of sign language requires an additional registration of movie figure translator and the use of special tools in order to put this figure in movies with the course of a chemical experiment.

But it turned out that the results achieved by pupils in KIV groups are worse than results achieved by the experimental group. Particularly large differences are observed in categories C and D taxonomic purposes of education, in this case in troubleshooting. Using sign language interpreter do not distract attention deaf-mute and hard hearing students as much as replacing an interpreter for the text that appears at the bottom of the screen. From the results it can be concluded that the deaf-mute and hard hearing students are accustomed to the presence of a sign language interpreter in the multimedia material presented to them the more that lessons are conducted with the use of sign language by teachers.

Removal of names: laboratory equipment, laboratory activities, and chemicals does not have much impact on the results achieved by students. The greatest differences were observed in taxonomic C and D. Generally, however, these students came out about 8% worse than the experimental group students (Table 4).

The results achieved by the group of deaf-mute and hard hearing students in high school are similar to the results of middle school students with the same dysfunctions. The best results achieved experimental group. Control groups received worse results than the experimental group. The removal of a sign language interpreter caused 28% decrease in the effectiveness of educational films. However swapping a sign language interpreter for text at the bottom of the screen caused a decrease in efficiency by 18%. Removal of inscriptions relating to the names of laboratory equipment, laboratory activities, and chemical reagents caused a decrease in the effectiveness of films about 7% (Table 5).

Similar studies were conducted in middle and high school among students without a hearing and speech dysfunction. Films, with whom the students worked, were the course of the same experiments as for the deaf-mute and hard hearing students. The results achieved by experimental groups are similar or the same as for the corresponding experimental groups for students with discussed disabilities. Comparing the results achieved by a control group that worked with films without a voice teacher with the results achieved by the control groups worked with movies without a sign language interpreter, it was found that there are slight differences in the results achieved by these groups. You can see that similar effects as in the case of removal of a sign language interpreter, gives a voice teacher removal in the case of students without hearing dysfunction. In both cases, one of the channels of information transmission was removed.

In the films, which have removed subtitles are minimal differences in results achieved. Both students with hearing disabilities and students without such dysfunction responded similarly to the lack of subtitles in movies. Thus, removing subtitles from movies have little influence on changes in the effectiveness of educational films studied.

The situation is similar for versions of films, in which a voice teacher and a sign language interpreter was replaced by the text at the bottom of the screen. Text presented at the bottom of the screen to the same extent increased distraction both deaf-mute and hard hearing students and students without such dysfunction. Focusing attention of students on more than one element of information affects the perception of the message.

All results and examined relationships were statistically analyzed for confirmation of the assumed hypotheses. For this purpose, to determine the statistical significance of differences chi-square test was used. The test results confirmed in all cases that the differences in results obtained by experimental and control groups of deaf-mute and hard hearing students are statistically

significant. However when comparing the results of the respective groups of students with impaired hearing and without dysfunction the chi-square test of independence in all cases showed no difference. This means that deaf-mute and hard hearing students gained statistically the same results as students without such dysfunction.

After ending of the pedagogical experiment deaf-mute and hard hearing students belonging to the experimental groups answered the questions in the survey. They found that the use of sign language interpreter in the films of chemical experiments are very useful and leads to a better understanding of the course of the experiments. According to students comments in slow motion are correct and additional presented information in the form of inscriptions facilitate understanding of the presented experiments. Students felt that the information presented by the sign language interpreter are clear and readable and would like to ensure that all teaching materials include multimedia reader comment sign. Students confirmed that the presented special versions of the films may be instructions preparing them to carry out the experiments in the chemical laboratory, and thanks to that majority of students performed properly designed chemical experiments. However, students pointed out that it would be necessary to increase the number of inscriptions, and extended commentary in sign language. Additionally, third junior high school students suggested an even greater slowdown in the transmission of information on movies.

Summary

It would seem that the deaf-mute and hard hearing person should not have problems with absorbing information, especially visual transmitted through educational videos. However, the chemistry teachers who work with young deaf-mute and partially deaf informed us that the teaching aids, including videos do not always fulfill their assigned functions. Especially educational films have too much pace of communication, lack of commentary in sign language. Too fast pace of teacher voice in many cases not allow for the correct perception of messages among the hard hearing students. Our study focused on the use of educational films from a chemical experiment in teaching chemistry deaf-mute and hard hearing students. These studies have shown that significantly better results were achieved by using special versions of movies. The combination of chemistry experiments process with sign language interpreter, additional names of laboratory equipment, laboratory activities, and chemical names, and a slower pace of information transfer by the teacher, and appropriate voice intonation of his voice led to a better perception of news. This was associated with better outcomes achieved by students in comparison to those who have not benefited from the translation of information in sign language. Particularly noteworthy is the fact that the introduction of special versions of movies for deaf-mute and hard hearing students allows them to achieve learning outcomes similar to the learning outcomes achieved by students without these dysfunctions. This gives a chance to intellectual development, at least in the teaching of chemistry, at a similar level as the middle school and high school students without hearing and speech dysfunction. This also creates the possibility of further deaf-mute and hard hearing students education for directions on which one of the core subjects is chemistry.

Literature:

- Blanton R. L., Nunnally J.C., Odum P. B. (1967): *Graphemic, Phonetic, and Associative Factors in the Verbal Behavior of Deaf and Hearing Subjects*, Journal of Speech and Hearing Research Vol.10
- Bloom B. S., Engelhart M. D., Furst E. J., Hill W. H., Kratwohl D. R. (1956): *Taxonomy of Educational Objectives; The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive domain*, David McKay: New York
- Bonvillian J.D. (1983): *Effects of signability and imagery on word recall of deaf and hearing students*, Percept Mot Skills
- Bryan, Jenny. (1990): *Laboratories for All: Children with Disabilities Are Out in the Cold When It Comes to Doing Science Experimentes. A New Generation of Gadgets Is Now Bringing Them in to the School of Laboratory*. The New Scientist.

- Colin D., Paivio A. (1975): *The associative of the deaf: The effects of word imagery and sinability*, *Memory and Cognition*
- Czupiał K., Niemierko B. (1977): *Metodyka testu chemicznego*, WSiP Warszawa
- Dye M.W.G., Hauser P.C., Bavelier D. (2008): *Deaf Cognition: Visual Attention in Deaf Children and Adults*, Oxford Scholarship Online Monographs
- Fontana D. (1995): *Psychology for Teachers*, 3ed., Palgrave Macmillan, New York, NY
- Lang H.G., Propp G. (1982): *Science Education for Hearing Impaired Students: State of the Art*. American Annals of the Deaf, 1982
- Lang H.G., Stinson M. S., Basile M., Kavanagh F., Liu Y. (1998): *Learning styles of deaf college students and teaching behaviors of their instructors*. Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 1998
- Marschark M., DeBeni R., Pollazo M. G., Cornoldi C. *Deaf and hearing-impaired adolescents' memory for concrete and abstracts prose: Effects of relational and distinctive information*, American Annals of the Deaf, 138, 31-39
- Myklebust H.R. (1964): *The Psychology of Deafness*, ed.2, New York NY, Grune&Stratton, Inc
- Myklebust H.R., Bruton M. (1953): *A study of visual perception of deaf children*, Acta Otolaryngologica, Supplement 105, Stockholm
- Woods M. (1996): *Working Chemists with Disabilities, Expanding Opportunities in Science*; Blumenkopf, T.A. et al., Eds.; American Chemical Society: Washington, DC, ISBN 0841235023
- <http://www.adobe.com>
- <http://www.blender.org>

Piotr Jagodziński

Robert Wolski

Wydział Chemii, Zakład Dydaktyki Chemii

Uniwersytet im. A. Mickiewicza

Poznań, PL

Porównanie starej i nowej podstawy programowej pod kątem zagadnień z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii

Katarzyna Socha

Obecnie na świecie pojawił się kryzys w zakresie kształcenia przedmiotów przyrodniczych, istnieją duże braki w programach nauczania. Przed nauczycielami przedmiotów przyrodniczych stawia się zadanie wyposażenia uczniów w odpowiednią wiedzę przystającą do współczesnego świata, pozwalającą zaspokoić ich potrzeby [Osborne & Dillon, 2008].

W Polsce od 2004 roku trwały prace nad reformą systemu oświaty, projekt zakładał unowocześnienie programu nauczania przy jednoczesnym uniknięciu powtórzeń treści programowych oraz łączył programowo gimnazjum i szkoły ponadgimnazjalne. Postawiono również na kształcenie umiejętności np. samodzielnego myślenia i rozwiązywania problemów, z którymi nasi uczniowie mają trudności (najniższe wyniki w 2000 roku wśród krajów OECD).

W roku 2008 przedstawiono projekt nowej podstawy programowej, która wzbudziła wiele kontrowersji. Pomimo wielu protestów ze strony nauczycieli i środowisk akademickich głównie dydaktyków podstawa weszła w życie z dniem 1 września 2009 roku, objęła ona również edukację biologiczną. Zakłada, że kształcenie w zakresie nauk przyrodniczych jest kluczowe dla rozwoju cywilizacyjnego Polski i Europy.

Celem artykułu jest analiza porównawcza nowej i starej podstawy programowej pod kątem treści z zakresu genetyki i biotechnologii.

Porównując starą podstawę programową z roku 2001 z nową z roku 2009 możemy dostrzec zarówno pozytywne jak i negatywne zmiany. Do pozytywnych należy przede wszystkim zaliczyć spiralny układ treści, co pozwoli na zniwelowanie wielokrotnych powtórzeń materiału, które miały miejsce w starej podstawie. Dokładniej w postaci wymagań szczegółowych sprecyzowane zostały również treści kształcenia jak i umiejętności pozwala to nauczycielom na jasne sprecyzowanie procedur osiągnięcia celów, oczekiwanych osiągnięć ucznia oraz metod oceny osiągnięć ucznia.

Autorzy nowej podstawy założyli, że „nauka w gimnazjum ma dać podstawy biologii” więc nie można pominąć bardzo istotnych jej dziedzin, zatem treści z zakresu genetyki w całości zostały przesunięte na niższy poziom edukacyjny. Gimnazjaliści mają min: omawiać mitozę i mejozę; wykazać rolę DNA w przechowywaniu informacji genetycznej; przedstawiać sposób zapisywania i odczytywania informacji genetycznej; przedstawiać zależności między genem, a cechą; przedstawiać dziedziczenie cech jednogenowych; wyjaśniać dziedziczenie grup krwi u człowieka; przedstawiać dziedziczenie płci oraz cechy sprzężone z płcią; podać ogólną definicję mutacji oraz wymienić przyczyny ich występowania; rozróżnić mutacje genowe i chromosomowe; podać przykłady chorób człowieka warunkowanych mutacjami.

Zaprezentowany przez autorów nowej podstawy dobór treści kształcenia dla gimnazjum jest niedostosowany do percepcji ucznia, treści obszerne i nietatwe będą realizowane w krótszym czasie. Zagadnienia z zakresu genetyki cechuje duży poziom abstrakcyjności wymaga to od ucznia wykorzystania zasobu posiadanej już wcześniej wiedzy i umiejętności.

W 2008 roku przeprowadziłam ankietę sondażową wśród uczniów LO dotyczącą trudności w nauczaniu i uczeniu się biologii wyniki jednoznacznie pokazują, że aż 91% uczniów wskazało na genetykę i inżynierię genetyczną, jako najtrudniejszy dział biologii. Autorzy reformy jednak sugerują, że są to subiektywne odczucia nauczycieli natomiast uczniowie nie uważają tego działu za trudny.

Analizując nowy zakres celów kształcenia biologii w gimnazjum można zauważyć braki wiadomości o charakterze elementarnym np. zgodnie z zapisem niewymagana jest znajomość

RNA, transkrypcji, translacji. Sugeruje się, aby znaczenie procesów biologicznych ograniczyć tylko do zasady „wejście- wyjście”. Jednakże do zrozumienia zachodzących procesów niezbędne jest stworzenie określonych struktur wiedzy, tak, aby uczeń mógł poznać mechanizmy regulacji ekspresji informacji genetycznej, a nie tylko „zdawać sobie z niego sprawy” jak możemy przeczytać w nowej podstawie. Pominięcie np. cech kodu genetycznego wyklucza możliwość rozumowego wyjaśnienia następstw takich jak wystąpienie zmian mutacyjnych, a w konsekwencji chorób genetycznych.

Wprowadzamy same pojęcia w postaci haseł np. replikacja - zasada komplementarności, gen- białko zamiast kształcić umiejętność ich wykorzystania, co czyni wiedzę fragmentaryczną i nietrwałą.

W podstawie można zaobserwować zastosowanie bardzo dużego stopnia uproszczenia w przedstawieniu treści, z drugiej jednak strony wprowadzono tematy bardzo trudne dla ucznia gimnazjum np. dziedziczenie krzyżówek dla grup krwi układu ABO, dziedziczenie czynnika Rh, które w starej podstawie pojawiało się na profilu rozszerzonym w szkole ponadgimnazjalnej.

Jak podkreślają autorzy nowej podstawy „należy dbać o rzetelną realizację genetyki w gimnazjum” ze względu na to, że inżynieria genetyczna i biotechnologia jest omawiana w klasach pierwszych szkoły ponadgimnazjalnej, a „nauczyciele mają bazować na wiedzy uczniów wyniesionej z gimnazjum?”.

Przy założeniu 4 godzin na realizację w całym cyklu nauczania w gimnazjum i jednocześnie zgodnym z wymogami kształceniu wielu kompetencji tj. planowanie; przeprowadzanie i dokumentacja obserwacji oraz prostych doświadczeń biologicznych; przeprowadzanie obserwacji mikroskopowych preparatów świeżych i trwałych; interpretacja informacji i wyjaśnianie zależności przyczynowo- skutkowych między faktami; rozumienie i interpretacja pojęć; formułowanie wniosków) rzetelna realizacja tego działu w gimnazjum pozostawia wiele wątpliwości.

Zaprezentowane treści z zakresu „ Biotechnologii i inżynierii genetycznej” w szkole ponadgimnazjalnej wymagają dobrych podstaw z biologii. Uczniowie przychodząc do liceum mają różny zasób wiedzy i umiejętności wynikający z różnej realizacji określonych treści przez różnych nauczycieli w różnych gimnazjach. Na realizację 38 kompetencji z zakresu 2 działów przeznaczona jest zaledwie jedna godzina tygodniowo przez cały rok, czyli łącznie 36 godzin, „a kiedy uporządkowanie wiadomości i ich aktualizacja zastanawia się prof. Cichy”.

Wśród celów kształcenia na poziomie podstawowym uczeń ma osiągnąć wiadomości i umiejętności w zakresie:

- Znaczenia biotechnologii tradycyjnej w życiu człowieka, podać przykłady produktów uzyskiwanych jej metodami (np. wino, piwo, sery);
- Wyjaśnić, czym zajmuje się inżynieria genetyczna, oraz podać przykłady jej zastosowania;
- Wyjaśnić, co to jest „organizm genetycznie zmodyfikowany (GMO)”, i „produkt GMO”;
- Przedstawić korzyści dla człowieka wynikające z wprowadzania obcych genów do mikroorganizmów oraz podać przykłady produktów otrzymywanych z wykorzystaniem transformowanych mikroorganizmów;
- Przedstawić potencjalne korzyści i zagrożenia płynące ze stosowania roślin transgenicznych w rolnictwie oraz transgenicznych zwierząt w badaniach laboratoryjnych i dla celów przemysłowych;
- Opisać klonowanie ssaków;
- Podać przykłady wykorzystania badań nad DNA (sądownictwo, medycyna, nauka);
- Wyjaśnić, na czym polega poradnictwo genetyczne, oraz wymienić sytuacje, w których warto skorzystać z poradnictwa genetycznego i przeprowadzenia badań DNA;
- Wyjaśnić istotę terapii genowej.

Autorzy nowej podstawy sugerują, aby zagadnienia realizowane były głównie metodami aktywnymi projekty, referaty, prezentacje z doświadczenia szkolnego mogą powiedzieć, że będzie to niemożliwe ze względu chociażby na liczebność klasy (40 osobowe).

Biologia nabiera nachylenia przedmiotu humanistycznego, a nie przyrodniczo-eksperymentalnego [Pedryc – Wrona & Samonek – Miciuk, 2009]. Uczeń np. wyjaśnia, czym zajmuje się inżynieria genetyczna, oraz podaje przykłady jej zastosowania; wyjaśnia, co to jest „organizm genetycznie zmodyfikowany (GMO)” i „produkt GMO”; jednocześnie w uwagach wymaganiach szczegółowych czytamy nie jest wymagane szczegółowe przedstawianie technik inżynierii genetycznej.

Pojawia się również niespójność wiedzy na poziomie gimnazjum i liceum, o której mowa była w założeniach programowych wiedza z gimnazjum ma stanowić wiedzę wyjściową do liceum jednak np. uczeń wyjaśniając, na czym polega poradnictwo genetyczne, ma dokonać analizy rodowodów, o której nigdy wcześniej nie słyszał, ponieważ nie zostało to ujęte w podstawie do gimnazjum.

Widać wyraźną niekonsekwencję, bo jak czytać ze zrozumieniem popularne artykuły (oglądać programy w telewizji), do tego wyrobić sobie własne racjonalne zdanie, kiedy wiedza na dany temat jest oparta tylko na powierzchownych informacjach np. „nie musi znać metod klonowania, ale ma formułować własną opinię na temat etycznych problemów klonowania”.

W klasach realizujących biologię w zakresie rozszerzonym nowa podstawa nie odbiega zasadniczo w wyborze i układzie treści od poprzedniej. Doprecyzowano wymagania, zostały one uszczegółowione oraz uaktualniono niektóre treści. Niestety liczba godzin przeznaczonych na ich realizację nie zwiększyła się, owszem w dwuletnim cyklu kształcenia może być 8 godzin jednak ilość problemów omawianych na lekcjach w poprzednim 3 letnim cyklu nie zmalała, lecz wzrosła. W wymaganiach szczegółowych nie znajdziemy zapisów dotyczących czynności praktycznych ucznia, główny nacisk położony jest na przygotowanie ucznia do zdania egzaminu maturalnego, a nie na kształcenie postawy obserwatora czy pasjonata przyrody.

Treści z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii są również bardzo obszerne ujęte są w postaci uszczegółowionych celów nauczania stanowią niejako uzupełnienie treści z klasy pierwszej, szkoda tylko, że uczeń najpierw ma zapoznać się z nimi w sposób teoretyczny, na tej podstawie posiadać własny pogląd, a dopiero w klasie trzeciej wybierając blok Przyrodniczy rozszerzyć swoje wiadomości na ten temat. Wydaje się, że kolejność tego procesu powinna być nieco inna.

Uczeń:

- Przedstawia najważniejsze typy enzymów stosowanych w inżynierii genetycznej (enzymy restrykcyjne, ligazy, polimerazy DNA);
- Przedstawia istotę procedur inżynierii genetycznej (izolacji i wprowadzania obcego genu do organizmu);
- Przedstawia zasadę metody PCR (łańcuchowej reakcji polimerazy) i jej zastosowanie;
- Przedstawia sposoby oraz cele otrzymywania transgenicznych bakterii, roślin i zwierząt;
- Przedstawia procedury i cele doświadczalnego klonowania organizmów, w tym ssaków;
- Przedstawia sposoby i cele otrzymywania komórek macierzystych;
- Przedstawia różnorodne zastosowania metod genetycznych, m.in. w kryminalistyce i sądownictwie, diagnostyce medycznej i badaniach ewolucyjnych;
- Dyskutuje problemy etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej i boi się technologii,
- Przedstawia kontrowersje towarzyszące badaniom nad klonowaniem terapeutycznym człowieka i formułuje własną opinię na ten temat;
- Przedstawia perspektywy zastosowania terapii genowej;

- Przedstawia projekt poznania genomu ludzkiego i jego konsekwencje dla naszego zdrowia, ubezpieczeń zdrowotnych.

Autorzy reformy sugerują realizację treści w sposób aktywny, jednak bardzo obszerny materiał, dodatkowo liczne klasy oraz tylko dwu letni cykl kształcenia budzą wątpliwości, co do możliwości stosowania w pełni tego typu metod. Dla pełnego zrozumienia lekcje powinny opierać się na ćwiczeniach i symulacjach np. komputerowych zachodzenia procesów, a nie na suchych faktach bądź analizie schematów. Istnieje obawa, że natłok wiadomości sprawi, że treści z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii będą w dalszym ciągu pomijane bądź omawiane w sposób niepełny jak to ma miejsce w obecnych szkołach ponadgimnazjalnych ze względu na brak czasu oraz bazy do ich realizacji.

Na IV etapie edukacyjnym pojawia się nowy przedmiot Przyroda, który ma stanowić poszerzenie wiedzy uczniów z zakresu nauk przyrodniczych, dla tych uczniów, którzy wybrali przedmioty humanistyczne w zakresie rozszerzonym. Zostały one zgrupowane w trzy bloki zawierające 24 wątki obejmujące głównie wiedzę o nauce z przedmiotów tj. biologia, chemia, fizyka i geografia.

Analizując podstawę „Przyrody” można znaleźć również zagadnienia z biotechnologii i inżynierii genetycznej, które stanowią powtórzenie i znaczne rozszerzenie tematyki z zakresu podstawowego i są to:

- Dylematy bioetyki w świetle osiągnięć współczesnej genetyki, biotechnologii i medycyny: spór o GMO i wytwarzane z nich produkty; media a świadomość

- Zdrowie w mediach: Uczeń przedstawia swoje stanowisko wobec GMO, klonowania reprodukcyjnego, klonowania terapeutycznego, zapłodnienia in vitro, badań prenatalnych, badania genomu człowieka, dostępności informacji na temat indywidualnych cech genetycznych człowieka i innych problemów etycznych związanych z postępem genetyki, biotechnologii i współczesnej medycyny;

- Informatyki: wyszukuje w Internecie i omawia przykłady modelowania zjawisk i procesów fizycznych, chemicznych, biologicznych i geograficznych;

- Metody genetyczne w ochronie zagrożonych gatunków; zmodyfikowane bakterie w utylizacji szkodliwych zanieczyszczeń;

- GMO, a ochrona przyrody i środowiska Uczeń: omawia możliwości wykorzystania metod genetycznych w ochronie zagrożonych gatunków i ocenia przydatność tzw. banków genów; przedstawia udział bakterii w unieszkodliwianiu zanieczyszczeń środowiska (np. biologiczne oczyszczalnie ścieków); ocenia znaczenie genetycznie zmodyfikowanych bakterii w tym procesie

- Wyszukuje i analizuje informacje o rekordach w świecie roślin i zwierząt pod kątem różnych cech (liczba chromosomów, ilość DNA, liczba genów);

„Wątpliwe jest, aby uczeń o zainteresowaniach humanistycznych o niskim poziomie wiedzy podstawowej z zakresu przedmiotów przyrodniczych, był w stanie wykazać się tak wieloma kompetencjami, określonymi, jako cele kształcenia w podstawie programowej przyrody” (Pedryc - Wrona & Samonek - Miciuk, 2009). Uczeń np. porównuje zasadę i skuteczność klasycznych, molekularnych i immunologicznych metod wykrywania patogenów; omawia metody wykrywania mutacji genowych i ocenia ich znaczenie diagnostyczne; przedstawia „biodynamiczne” zasady uprawy roślin;

Wiedza ujęta jest w sposób fotograficzny, brak „uwarunkowań”, „przyczyn”, „czynników”. Pojawiają się również bardzo trudne pojęcia np. termostabilna polimeraza DNA, mikromacierze i rozwój biotechnologii molekularnej, nowoczesne biopolimery prowadzi to do wyposażenia ucznia w wiedzę encyklopedyczną.

Wnioski

Podstawa programowa jest zasadniczym aktem prawnym określa, jakim celom ma służyć i jakie zadania ma realizować dany przedmiot, wskazując, że całość nauczania ma sprzyjać

rozwojowi ucznia, a nie ograniczać się do realizacji materiału nauczania. (Reforma systemu edukacji MEN, 1998).

Wymagania programowe to osiągnięcia uczniów wyrażone czynnościami, a polegające na skutecznym działaniu w określonych sytuacjach, dotyczących wszystkich dziedzin celów nauczania tj. sfery poznawczej, emocjonalnej i psychomotorycznej, a ukształtowane w wyniku realizacji programu nauczania [Niemierko, 1990].

Około treści kształcenia rozumie, jako uporządkowany zasób informacji i czynności, których opanowanie ma umożliwić człowiekowi jego stosunki ze światem otaczającym. Treść ta stanowi materiał nauczania i uczenia się, podporządkowany celom kształcenia i regulowanym przez władzę oświatowe i wymagania programowe.

Skuteczność realizacji celów kształcenia zależy min. od tego czy są one wyrażone w formie precyzyjnego opisu planowanych zmian w wiadomościach i postawach uczniów, które zamierza się wywoływać przez oddziaływanie dydaktyczne. Celem kształcenia jest, więc doprowadzenie do zamierzonej zmiany w sferze psychicznej ucznia, do zmiany w jego wiedzy, sposobach postępowania i systemie wartości [Cichy i wsp., 1990].

Jak zauważają Pedryc-Wrona i Samonek-Miciuk [2009] przesunięcie treści z zakresu genetyki na niższy poziom edukacyjny do Gimnazjum może niekorzystnie wpłynąć na stan wiedzy i umiejętności ucznia, prawdopodobnie przyczyni się do przyswajania pojęć na pamięć? Autorki sugerują, aby treści te pozostawić w podstawie programowej w zakresie podstawowym dla liceum.

Wymagania z gimnazjum są zbyt duże i prawdopodobnie nie zostaną właściwie opanowane, zagadnienia z zakresu biotechnologii w liceum w zakresie podstawowym są za bardzo zawężone. Wpłyne to na przygotowanie uczniów do matury gdyż nauczyciel nie będzie miał czasu na wyjaśnienie podstaw i powiązanie z bieżącym materiałem

W podstawie programowej zapomniano również o bardzo istotnych zagadnieniach tj. ćwiczenia, powtórzenia wiadomości, sprawdziany uczniów, ocenianie itp.

Porównując nową podstawę ze starą można zauważyć dokładne i precyzyjne przedstawienie umiejętności w postaci szczegółowych wymagań. Podstawa jednocześnie pełni funkcje standardów egzaminacyjnych może to wpłynąć pozytywnie, na jakości kształcenia i wyniki egzaminu maturalnego.

Autorzy podstawy zwracają uwagę na efekty kształcenia, niemniej jednak skupiają się głównie na przygotowaniu ucznia do zdania egzaminów zewnętrznych, a nie przygotowania do życia we współczesnym świecie. Dobre przygotowanie czyniłoby wiedzę kompletną ma to ogromne znaczenie dla zrozumienia problemów, z jakimi obecnie spotyka się przeciętny współczesny człowiek. Cytując za prof. Cichy „Lepiej mniej, a dobrze, niż dużo i pamięciowo”, zatem należy właściwie ukierunkować ucznia tak, aby posiadał odpowiednie wiadomości i umiejętności.

Znaczenie nauczania Biotechnologii i inżynierii genetycznej jest dowodem na postęp tych obszarów nauki i generuje popyt w aktualizacji treści z tego zakresu. W 2006 r na konferencji w Londynie zaproponowano model komunikacji w związku z postępowaniem w zakresie biotechnologii i wyróżniono działy:

- Rozumienie podstaw biotechnologii i charakteru prowadzonych badań
- Rozumienie kluczowych koncepcji i modeli używanych w biotechnologii
- Percepcja charakteru ryzyka związanego z zastosowaniem biotechnologii
- Przekonania i postawy związane z zastosowaniem biotechnologii

Zwrócono również uwagę na nowe podejście epistemologiczne i metodologiczne do zagadnień związanych z najnowszymi osiągnięciami w dziedzinie biologii, medycyny i

biotechnologii. Dyskutowano nad sposobem prezentacji przez nauczycieli zagadnień związanych z chorobami genetycznymi, wpływu zmienności modyfikacyjnej, rekombinacyjnej i mutacyjnej na cechy człowieka. Podkreślano potrzebę szerszego ujmowania zagadnień społecznych w kontekście promocji zdrowia i odpowiednich postaw względem ludzi obciążonych chorobami genetycznymi. Stwierdzono, że przybliżanie uczniom problemów społeczno- naukowych wpływa na głębsze rozumienie przez nich znaczenia edukacji genetycznej. Rozpatrując trudności uczniów pojawiające się w trakcie uczenia się genetyki podawano różne przykłady interaktywnych środków dydaktycznych wspomagających proces dydaktyczny

Analizowano również programy nauczania pod kątem występowania treści z zakresu genomiki i post-genomiki [Potyrała & Walosik 2006]. W nowej podstawie programowej najwięcej treści z tego zakresu pojawia się w kształceniu Przyrody. Humanisci, do których adresowany jest ten przedmiot raczej nie dysponują wiedzą i umiejętnościami, które pozwoliłyby im na zrozumienie tak skomplikowanych zjawisk i procesów.

Nowa podstawa mimo swoich założeń nie sprzyja rozwojowi ucznia, zwiększa ilość dostarczanych informacji, zmusza to ucznia do uczenia się na pamięć, bez zrozumienia istoty procesów i możliwości wykorzystania wiedzy w praktyce.

Literatura:

Cichy D. (2008): *Uwagi do nowej podstawy programowej* [w:] Edukacja Biologiczna i Środowiskowa 3.

Niemierko B. (1990): *Pomiar sprawdzający w dydaktyce*, PWN, Warszawa.

Okoń W. (2001): *Nowy słownik pedagogiczny*, Wyd. Akademickie Żak, Warszawa.

Okoń W. (2003): *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Wyd. Akademickie Żak, Warszawa.

Osborne J., Dillon J. (2008): *Science Education In Europe: Critical Reflections*, King's College, London.

Pedryc-Wrona M, Samonek-Miciuk E. (2009): *Podstawa programowa kształcenia - Pro i kontra* [w:] Edukacja Biologiczna i Środowiskowa 3.

Potyrała K., Walosik A., (2006): *Biologia w kontekście nauczania i uczenia się w XXI wieku - Konferencja w Londynie* [w:] Edukacja Biologiczna i Środowiskowa 4.

Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej, z dnia 23 grudnia 2008 w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, opublikowanego w dniu 15 stycznia 2009 r w Dzienniku Ustaw Nr 4, poz 17, www.men.gov.pl.

Podstawa programowa z komentarzami Edukacja przyrodnicza MEN.

www.pisa.oecd.org Międzynarodowe badanie kompetencji 2006.

Katarzyna Socha

Zakład Edukacji, Komunikacji i Mediacji Przyrodniczej, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Zastosowanie doświadczeń i eksperymentów chemicznych w koncepcji wirtualnej szkoły rozwijającej uzdolnienia chemiczne uczniów szczególnie uzdolnionych

Paweł Cieśla

Iwona Stawoska

Małgorzata Nodzyńska

Wstęp

W edukacji przyrodniczej na wszystkich etapach kształcenia, już od XIX w., za jedną z fundamentalnych metod aktywizujących uważa się doświadczenia laboratoryjne. Wynika to z faktu, iż w czasach największego rozwoju kierunków przyrodniczych opierały się one głównie na empirycznym procesie poznania. Dlatego też zakładano, że proces kształcenia w naukach przyrodniczych (w tym chemii) powinien być odzwierciedleniem procesu badawczego naukowca i powinien być związany z badaniami prowadzonymi zarówno przez nauczycieli jak i przez uczniów [Bergandy, 1997]. Również obecnie [Pietruszewska, 1985] panuje powszechne przekonanie, iż proces kształcenia chemicznego powinien być upodobniony do przebiegu badania naukowego. Dlatego też, za najcenniejsze metody nauczania uważa się te, w których uczenie uczniów przebiega przez odkrywanie, w tym przez doświadczenia i eksperymenty laboratoryjne [Soczewka, 1975]. Przekonanie to wspierają wyniki prowadzonych badań [Kłoczko, 1978; Matysik, 1971; Nędzyński, 1986].

W dydaktyce chemii rozróżnia się doświadczenie chemiczne, które jest zespołem czynności technicznych prowadzących do określonego efektu od eksperymentu chemicznego, który oprócz wykonania czynności manualnych wymaga od eksperymentatora jeszcze przygotowania intelektualnego i umiejętności wykorzystania jego wyników [Soczewka, 1975].

Założenia teoretyczne

Mając na uwadze powyższe argumenty, za jedno z podstawowych działań edukacyjnych prowadzonych w ramach wirtualnej szkoły rozwijającej uzdolnienia uczniów szczególnie zdolnych przyjęliśmy doświadczenia i eksperymenty (w tym również eksperymenty mentalne). Mottem naszego projektu jest stwierdzenie Hugo Schuchardta „Zrównoważone połączenie mikroskopii i makroskopii tworzy ideał pracy naukowej”, dlatego też głównym problemem, nad którym pracują uczniowie jest wyjaśnianie zjawisk chemicznych zachodzących w otaczających ich świecie (tzw. makroświecie) za pomocą procesów i zmian zachodzących w mikroświecie – świecie atomów, jonów i cząsteczek.

Uczniowie wykonują doświadczenia chemiczne, lub oglądają wirtualne pokazy doświadczeń, a następnie, korzystając z pojęć mikroświata, próbują wyjaśnić jak i dlaczego dany proces zachodził. Na tej podstawie próbują też przewidzieć, jakie, inne tego typu reakcje mogą zachodzić i dlaczego, a następnie weryfikują swoje hipotezy. W opisywaniu przebiegu reakcji na poziomie mikroświata uczniom pomocne są animacje komputerowe, które zostały udostępnione w Pedagogicznej Bibliotece Cyfrowej UP (Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii UP posiada ponad 100 komputerowych animacji pokazujących przebieg reakcji w mikroświecie zgodnie z najnowszymi badaniami dotyczącymi mikroświata) pod adresem <http://dlibra.up.krakow.pl:8080/dlibra/dlibra/collectiondescription?dirids=68>.

Uczniom zadawane są również doświadczenia ‘mentalne’ (np. opisy wykonanych eksperymentów, zaprezentowanie wyników eksperymentów w postaci danych tabelarycznych

lub wykresów. Celem takiego działania jest nauka stawiania hipotez „co może stać się dalej” oraz wyciągania wniosków dotyczących przebiegu procesów chemicznych tylko na podstawie danych tekstowych lub graficznych.

Samodzielne wykonywanie doświadczeń i eksperymentów, czy oglądanie pokazów przygotowanych przez prowadzących, a także przemyślenia dotyczące mentalnych eksperymentów mają na celu:

- rozwijanie wśród uczniów zainteresowania chemią,
- rozwijanie wśród uczniów zainteresowania pracą badawczą,
- nabywanie biegłej umiejętności przechodzenia w rozumowaniu z pojęć świata makro do pojęć świata mikro i odwrotnie,
- nauczenie się stawiania hipotez naukowych i ich weryfikacji,
- wyćwiczenie umiejętności planowania doświadczeń i ich bezpiecznego wykonywania,
- nauczenie się planowania i prowadzenia dłuższych badań naukowych,
- wykształcenie umiejętności pracy w grupie oraz weryfikacji osiągnięć innych członków grupy,
- wyćwiczenie umiejętności zapisywania wyników badań z zastosowaniem różnych metod przekazu (tekst, tabela, wykresy różnego rodzaju),
- przygotowanie do planowania samodzielnej nauki i rozwijania zainteresowań,
- wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w uczeniu się.

Jednym z elementów pracy w ramach Wirtualnego Koła Naukowego na platformie e-learningowej są tzw. spotkania synchroniczne. Odbývają się one kilka razy w miesiącu, po każdym spotkaniu synchronicznym uczniowie dostają zadania do samodzielnego rozwiązania w domu, a informacje pomocne nauczyciel prowadzący umieszcza w zakładce dokumenty. Korzystając z platformy nauczyciel odpowiada na pytania uczniów. Jedno z zadań w miesiącu jest zadaniem wymagającym współpracy całej grupy. Uczniowie wykorzystują w tym celu forum, czat lub inne formy komunikacji.

Podczas spotkań synchronicznych uczniom prezentowane są nowe zadania. Można je podzielić na 4 typy:

- zajęcia prowadzone przez studentów UP – pokazy doświadczeń niebezpiecznych lub niemożliwych do wykonania w domu lub laboratorium chemicznym - zadaniem uczniów jest interpretacja na poziomie mikroświata obserwowanych doświadczeń;
- zadanie doświadczałne o długim czasie trwania do samodzielnego wykonania przez uczniów w domu;
- krótkie zadanie doświadczałne (praktyczne bądź teoretyczne) do samodzielnego wykonania przez uczniów w domu;
- zadanie problemowe do wykonania przez uczniów w domu, oparte na doświadczeniach wymagających współpracy całej grupy (każdy z uczniów wykonuje samodzielnie doświadczenie, a zebrane wyniki są opracowywane i omawiane wspólnie).

Podczas spotkań synchronicznych uczniowie, tak jak w normalnej klasie, przedstawiają swoje osiągnięcia na forum grupy i zadają pytania prowadzącemu, a także dzielą się pracą oraz wspólnie opracowują wyniki. Po rozwiązaniu problemu uczniowie przesyłają raporty zawierające:

- wyniki doświadczeń (obserwacje, wnioski, ewentualnie zdjęcia lub filmiki);
- wyjaśnienia przebiegu procesów za pomocą pojęć mikroświata;
- rysunki (za pomocą dostarczonego im programu komputerowego) jak wyobrażają sobie substraty i produkty biorące udział w tej reakcji chemicznej.

Zadania są omawiane przez prowadzącego zarówno indywidualnie, wykorzystując komunikator lub email, jak i podczas sesji „na żywo”.

Obecnie trwa 1 etap projektu – pt.: „Poznajemy tajemnice mikroświata”. W ramach tego etapu proponowanych jest 13 spotkań synchronicznych z uczniami, podczas których planowane

są zarówno pokazy doświadczeń jak i samodzielne eksperymenty uczniowskie i rozważania teoretyczne. Tematykę poszczególnych spotkań przedstawia tabela.

Tabela 1. Tematyka poszczególnych spotkań synchronicznych.

Nr spotkania	Spotkania synchroniczne	Temat spotkania
1	organizacyjne	
2	zadanie doświadczenia wymagającego pracy całej grupy	Udowodnij ziarnistość budowy materii – porównaj eksperymenty przeprowadzone przez poszczególne grupy?
3	zadanie długiego doświadczenia	Jak rozdzielić mieszaninę składającą się z: wody, oleju, alkoholu, kawałków korka, wiórków żelaznych, siarki, soli, piasku?
4	zadanie krótkiego doświadczenia	Jak domowym sposobem oszacować wielkość cząsteczki?
5	podsumowanie krótkiego doświadczenia / pokaz doświadczenia	Pokazy doświadczeń z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi. między innymi reakcje rtęci i magnezu z siarką, reakcje z użyciem soli ołowiu(II) itp.
6	podsumowanie długiego doświadczenia / zadanie długiego doświadczenia	W dawnych czasach na wsi gdy dziecko miało anemię lekarz zalecał wbitcie żelaznych gwoździ do jabłka na tydzień a następnie bo wyjęciu gwoździ zjedzenie jabłka: Czy to było słuszne? Jak można to sprawdzić?
7	podsumowanie doświadczenia wymagającego współpracy całej grupy / zadanie doświadczenia wymagającego pracy całej grupy	Jak sprawdzić jaki jest optymalny czas umieszczenia gwoźdźcia w jabłku? W jakich produktach zawarte są jony żelaza? Jak można to wykryć?
8	zadanie krótkiego doświadczenia	Stwórz modele atomów, jonów cząsteczek.
9	podsumowanie krótkiego doświadczenia / pokaz doświadczenia	Wykrywanie kationów i anionów
10	podsumowanie doświadczenia wymagającego współpracy całej grupy / zadanie doświadczenia wymagającego pracy całej grupy	Zaproponujcie doświadczenie, które pozwoli obliczyć ile dm ³ wodoru wydzieli się w reakcji 5g Mg z HCl; Wykonajcie eksperyment, porównajcie wyniki, porównajcie z teoretycznymi obliczeniami.
11	podsumowanie długiego doświadczenia / zadanie wielu krótkich doświadczeń	Badanie właściwości wody we wszystkich stanach skupienia – próba wyjaśnienia
12	zadanie krótkiego doświadczenia	Zaproponuj jak można porównać masę znanych Ci gazów, wykonaj doświadczenie.
13	podsumowanie krótkiego doświadczenia / pokaz doświadczenia	Prezentacja własności gazów
14	spotkanie podsumowujące - sprawdzające	

Wyniki badań

Uczniowie biorący udział w projekcie to osoby, które zostały wyłonione przez nauczycieli lokalnych szkół ze środowiska rówieśników ze względu na wyróżniające efekty w nauce, szczególnie osiągnięcia w konkursach i olimpiadach tematycznych, bądź też wyjątkowe zainteresowanie i pasja daną dziedziną wiedzy. Do grup o profilu chemicznym zgłoszono finalnie trzydziestu dwóch uczniów, co pozwoliło na utworzenie dwóch zespołów (po 16 osób). Niemniej, w każdym z nich ok. 20-25% uczestników nie nawiązało żadnego kontaktu z nauczycielem prowadzącym. Przyczyn zaistniałej sytuacji można dopatrywać się albo w zmianie decyzji samego ucznia lub też w braku przepływu informacji o zakwalifikowaniu do programu pomiędzy szkołą a uczniem. Inna możliwość, to względy techniczne, a więc brak dostępności do odpowiednich narzędzi komunikacyjnych ze strony ucznia. Pozostałe osoby czynnie brały udział w większości spotkań synchronicznych. Wyjątek stanowiły spotkania „live meeting”. Spotkania te organizowane były zawsze w tym samym dniu tygodnia i o tej samej porze, tak by maksymalnie ułatwić uczniom uczestnictwo w zajęciach. Jednakże obserwowana frekwencja zwykle nie przekraczała 50% aktywnych uczniów Wirtualnych Kół Naukowych o profilu chemia. Powodem mogły być tutaj problemy z konfiguracją konta oraz właściwą instalacją programu służącego do obsługi sesji „na żywo” (technicznymi problemami zajmuje się na bieżąco firma administrująca platformą edukacyjną), brakiem odpowiednich narzędzi komunikacyjnych (np. kamer internetowych), czy też uczestnictwem w innych zajęciach tzw. poza lekcyjnych, odbywających się w czasie trwania sesji „live”. Niemniej, uczniowie obecni na spotkaniach „na żywo” wykazywali duże zainteresowanie przebiegającymi reakcjami, szczególnie zaś tymi, które wiązały się z silnymi efektami np. dźwiękowymi.

Spotkania „na żywo” umożliwiły nie tylko prezentacje nowych treści, ale również dyskusję nad zadaniami problemowymi przedstawionymi wcześniej uczniom, omówienie przesłanych już rozwiązań, zwrócenie uwagi na błędy pojawiające się w rozwiązaniach, a końcu, na wzajemne zapoznanie się ze sobą.

Ze względu na ograniczony czas trwania sesji (zwykle 60-90 minut), wymagały one rzetelnego przygotowania ze strony osoby prowadzącej oraz zaplanowania odpowiednich eksperymentów. Niemniej, spotkania te okazały się niezwykle wartościowe, gdyż umożliwiły bezpośrednią rozmowę z uczniem, a tym samym natychmiastowe rozwiązywanie pojawiających się problemów czy odpowiedzi na powstające pytania. Mimo, że podczas sesji live uczniowie mogli tylko oglądać wykonywane doświadczenie i słyszeć towarzyszące temu doświadczeniu efekty dźwiękowe a niestety nie mogli czuć zapachu reagentów to sami uczniowie, w informacjach przesyłanych do nauczycieli prowadzących zajęcia, wysoko oceniają taką formę prezentacji i przekazu eksperymentów chemicznych. Doświadczenia te mają przewagę nad filmem ukazującym przebieg doświadczenia, ponieważ ukazują realne problemy występujące podczas wykonywania doświadczeń (np. doświadczenie może „nie wyjść”, coś może pójść „nie tak” jak przewidywał eksperymentator). Uczy to uczniów szczególnej dbałości w przygotowaniu realnych doświadczeń, nie zniechęcania się gdy im jakieś doświadczenie za pierwszym razem nie wyjdzie oraz szczególnej ostrożności przy wykonywaniu doświadczeń – gdyż do końca niczego nie można być pewnym. Drobne niepowodzenia podczas pokazywania doświadczeń wywoływały dyskusje uczniów dotyczącą dlaczego tak się stało oraz sugestie jak rozwiązać ten problem tak by powtórzenie doświadczenia udało się. W tym sensie drobne potknięcia w wykonywaniu zajęć pełniły rolę kształcącą.

Kolejne typy doświadczeń, to tzw. doświadczenia długie i krótkie, które każdy z uczniów wykonywał w domu samodzielnie, a następnie przysyłał prowadzącemu opis ich przeprowadzenia oraz wyciągnięte wnioski. Ta forma pracy zmuszała uczniów do kreatywnego myślenia, stawiania hipotez, a następnie ich weryfikacji, a w końcu wykonania eksperymentu chemicznego. Nadsyłane rozwiązania pozwoliły zaobserwować, że pomimo faktu pracy z uczniami wyróżniającymi się w

danej dziedzinie, ich sposób myślenia często jest dość schematyczny i wymaga „nakierowania” na właściwą tok rozumowania. Jednakże i ta forma doświadczeń okazała się skuteczna w ramach funkcjonowania szkoły wirtualnej. Wbrew początkowym wątpliwościom opiekunów Wirtualnych Kół Naukowych, większość uczniów nie obawiała się kontaktu drogą e-mailową z nauczycielami i na bieżąco zadawała pytania czy dyskutowała odpowiedzi. Niemniej zaznaczyć należy, iż osoby, które nie uzyskały akceptacji przysłanego rozwiązania, oraz nie podjęły próby poprawy (nakierowanej odpowiednimi sugestiami ze strony nauczycieli) stanowiły aż 25% uczniów aktywnych.

Ostatnia forma doświadczeń chemicznych podejmowanych przez zainteresowanych opierała się na wspólnym omówieniu problemu, wykonaniu doświadczenia w warunkach domowych zgodnie z wspólnie zaakceptowanym schematem postępowania, a w końcu weryfikacji toku postępowania i przesłaniu ostatecznego rozwiązania opiekunowi Wirtualnego Koła Naukowego. W takiej formie pracy łatwo było zauważyć jednego lub dwóch liderów grupy, którzy jako pierwsi proponowali schemat postępowania. Pozostali uczniowie najczęściej włączali się do dyskusji mając tzw. „bazę”, na której mogli się opierać. Można tutaj polemizować, czy taka forma doświadczeń jest tak samo korzystna dla wszystkich uczestników projektu, czy może pozwala jednym czerpać z pomysłowości innych. Jednak, jeżeli wśród uczniów zdolnych chcemy wyłonić tych, którzy wyróżniają się w sposób nieprzeciętny, taki sposób prowadzenia eksperymentów chemicznych jest z pewnością pomocny. Ponadto, biorąc pod uwagę fakt pracy z osobami szczególnie ambitnymi, zauważono, że pierwsza propozycja przeprowadzenia danego doświadczenia była przez pozostałych członków Wirtualnego Koła dyskutowana i modyfikowana. Zatem i taka forma pracy wydaje się być bardzo istotną w nauce planowania, wnioskowania i prowadzenia eksperymentów chemicznych.

Podsumowanie

Typy doświadczeń i eksperymentów chemicznych prezentowanych w niniejszym artykule były przedstawione wybranym, szczególnie uzdolnionym uczniom. Zostali oni zakwalifikowani do projektu e-Akademia Przyszłości współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki na lata 2007-2013, Poddziałanie 3.3.4, mającego na celu edukację opartą o techniki blended learning, ze szczególnym zaakcentowaniem metody e-learningu.

Pierwszy, zrealizowany już etap omawianego projektu pozwolił zaobserwować, iż proponowane metody prowadzenia doświadczeń chemicznych są dla uczniów interesujące i chętnie przez nich podejmowane. Pozwalają nie tylko na bierną obserwację, ale przede wszystkim uczyć planowania i prowadzenia eksperymentów, stawiania hipotez oraz wyciągania wniosków. Ponadto zachęcają do kontaktu z rówieśnikami i wspólnego omówienia problemu. Dyskutowane wyżej sesje „live meeting” umożliwiły uczniom obserwację doświadczeń niebezpiecznych, niemożliwych do wykonania w domu czy niejednokrotnie również w szkolnej pracowni chemicznej.

Zainteresowanie uczniów projektem, częsty kontakt z nauczycielami-opiekunami Wirtualnych Kół Naukowych oraz zaangażowanie w pracę pozwalają wnioskować, iż metody prowadzenia eksperymentów chemicznych w diskutowanym przedsięwzięciu są słuszne i celowe.

Literatura:

- Bergandy W. (1997): *Od alchemii do chemii kwantowej*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań;
- Pietruszewska M. (1985): *Podstawy dydaktyki chemii* UMK Toruń;
- Soczewka J. (1975): *Podstawy nauczania chemii* WSiP Warszawa;
- Kłoczko E. (1978): *Metody eksperymentalne w chemii* PWN Warszawa;

Matysik Z., Lenarcik B. (1971) *Nauczanie chemii kurs podstawowy* PZWS Warszawa;

Nędzyński L. *Eksperyment na lekcjach chemii* OiW 1986, 24,16;

Galska-Krajewska A., Pazdro K. 91990): *Dydaktyka chemii*, PWN, Warszawa;

Burewicz A., Gulińska H. i in. (1993): *Dydaktyka chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań;

Pedagogiczna Biblioteka Cyfrowa <http://dlibra.up.krakow.pl:8080/dlibra/dlibra/collectiondescription?dirids=68>; data dostępu 17 lipca 2011 r.

Paweł Cieśla

Iwona Stawoska

Małgorzata Nodzyńska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

BLIOGRAFIA PREDMIOTU:

- Asimov I.: (1970) *Krótką historia chemii*, PWN, Warszawa.
- Bergandy W.: (1997) *Od alchemii do chemii kwantowej. Zarys historii rozwoju chemii*, Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Bowler P.J.: (2007) *Historia nauk o środowisku*. Warszawa, Wydawnictwo Uniw. Warszawskiego.
- Ferenc W.: (1999) *Wybrane zagadnienia z dziejów chemii i alchemii*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Ferenc W.: (1998) *Od alchemii do chemii*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Garard I.D.: (1973) *O chemii i chemikach*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Hawking S.: (1996) *Ilustrowana krótka historia czasu*, Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Heller M.: (1992) *Filozofia nauki. Wprowadzenie*. Kraków, Wyd. Naukowe PAT w Krakowie, Druk WAM.
- Instytut Historii Nauki PAN (od 1971) *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*
- Maślankiewicz K. (red.) (1983) *Zarys dziejów nauk przyrodniczych w Polsce*. Warszawa, Wiedza Powszechna.
- Mierzecki R.: (1987) *Historyczny rozwój pojęć chemicznych*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Russo L.: (2005) *Zapomniana rewolucja. Grecka myśl naukowa a nauka współczesna*, Universitas, Kraków.
- Sherwood Taylor F.: (1962) *Historia nauk przyrodniczych w zarysie*, PWN, Warszawa.
- Sołomowicz, R.: (1986) *Rozwój podstawowych pojęć chemicznych*. WNT, Warszawa.
- Suchodolski B. (red.): (1970-1992) *Wielotomowa Historia nauki polskiej*, Zakład Historii Nauki i Techniki, Polska Akademia Nauk, Zakład Narodowy Im. Ossolińskich,
- Zwoźniak Z. (1978): *Alchemia*. Warszawa: Krajowa Agencja Wydawnicza, 15-16.

Spis treści

WSTĘP	5
Od alchemii do chemii w datach <i>Anna Michniewska, Patrycja Pikuzińska, Kamila Piwowarczyk, Paulina Pluta</i>	9
Krótki zarys rozwoju nauk ścisłych na przestrzeni wieków <i>Natalia Regulska, Natalia Regulska, Anna Frączek, Marta Mamica, Marek Łakomy, Krzysztof Bodnicki, Łukasz Nowak</i>	10
Teaching of natural science basis - from ancient to modern times <i>Eliza Maria Chodkowska</i>	13
Methodology of Chemistry at schools – from alchemy to computers <i>Martin Bílek</i>	19
Vývoj chemie jako vyučovacího předmětu (Od alchymie po komputery) <i>Jiří Rychtera</i>	29
Historia obrazowanie w naukach przyrodniczych <i>Małgorzata Nodzyńska</i>	39
Muzeum przyrodnicze - poszukiwanie znaczeń na przestrzeni wieków <i>Anna Ludwik</i>	49
Spektroskopia - od zwierciadła po komputer <i>Iwona Stawoska, Małgorzata Nodzyńska</i>	54
Zmiany sposobu kształcenia w zakresie edukacji seksualnej od czasów w latach 1960-2010 <i>Karolina Czerwiec</i>	69
IBSE jako najbardziej modna strategia edukacyjna <i>Iwona Maciejowska</i>	80
Chemical experiment in educational film for students with the dysfunction of hearing and speech <i>Piotr Jagodziński, Robert Wolski</i>	87
Porównanie starej i nowej podstawy programowej pod kątem zagadnień z zakresu inżynierii genetycznej i biotechnologii <i>Katarzyna Socha</i>	97

Zastosowanie doświadczeń i eksperymentów chemicznych w koncepcji wirtualnej szkoły rozwijającej uzdolnienia chemiczne uczniów szczególnie uzdolnionych

Paweł Cieśla, Iwona Stawoska, Małgorzata Nodzyńska

103