

KONCEPCJA E-MATERIAŁÓW DO PRZEDMIOTÓW PRZYRODNICZYCH NA POZIOMIE ROZSZERZONYM W SZKOŁACH KOŃCZĄCYCH SIĘ EGZAMINEM MATURALNYM (fizyka, chemia, biologia, geografia)

1. Specyfika przedmiotu i odniesienie do podstawy programowej

Przedmioty przyrodnicze powszechnie uważane są jako trudne. Przyczyny takiego postrzegania tych przedmiotów (szczególnie fizyki i chemii) mogą być różne, lecz dwie mogą odgrywać kluczową rolę. Pierwsza, to niewłaściwy sposób uczenia tych przedmiotów, a druga to niewłaściwy dobór nauczanych treści. Różne uwarunkowania sprawiły, że obecnie przedmioty przyrodnicze są sprowadzone do nauki: faktów, teorii, równań oraz do rozwiązywania zadań i przygotowania do egzaminów zewnętrznych. W liceach większość zajęć realizowanych jest głównie w sposób podający, nie poparty eksperymentami. W ten sposób przedmioty te pozbawione są fundamentów, na których budowane są nauki przyrodnicze - czyli doświadczeń, eksperymentów i własnych obserwacji ucznia. Niezmiernie istotnym jest więc odejście od modelu transmisyjnego nauczania, a na jego miejsce wprowadzenie dydaktyki aktywnej, stwarzającej uczniowi możliwości aktywnego uczenia się przedmiotów przyrodniczych bazując na działaniu, symulacjach i eksperymentach. Ponadto środowisko uczenia się, przywołując słowa J. Kruk i G. Karwasza (2009), *pełni odmienną rolę niż w modelu transmisyjnym. Jego zadaniem jest przede wszystkim sprzyjanie rozwojowi poznawczemu ucznia, a ze względu na wysoki stopień zindywidualizowania tego procesu, nie może stanowić zestawu środków wkomponowanych w system klasowo-lekcyjny, lecz jest zmiennym i samorzutnie organizowanym otoczeniem ucznia. Jego struktura i właściwości raczej przypominają laboratorium, pracownię niż klasę szkolną.*

Podobne są również zalecenia zawarte w podstawie programowej kształcenia ogólnego do zakresu rozszerzonego przedmiotów biologia, chemia, fizyka i geografia, aby nauka przedmiotów przyrodniczych bazowała na eksperymencie, jego projektowaniu, stawianiu hipotez, ich weryfikowaniu, przez co upodabniała się do roli badacza-odkrywczy-konstruktor wiedzy, tak, jak to ma miejsce w badawczej nauk przyrodniczych. Bardzo ważnym aspektem, na który należy zwrócić uwagę jest aspekt praktyczny oraz odwołania do współczesnego życia codziennego.

Koncepcja zakłada realizację celów i treści kształcenia przedmiotów przyrodniczych - biologii, chemii, fizyki i geografii realizowanych w zakresie rozszerzonym dla szkół ponadpodstawowych kończących się egzaminem maturalnym oraz rozwijanie wybranych kompetencji kluczowych zgodnie z zaleceniami Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (2006/962/WE) tj.:

- 1) porozumiewanie się w językach obcych;
- 2) kompetencje matematyczne i podstawowe kompetencje naukowo-techniczne;
- 3) kompetencje informatyczne;
- 4) umiejętność uczenia się;
- 5) kompetencje społeczne i obywatelskie;
- 6) inicjatywność i przedsiębiorczość;

Każdy e-materiał powinien umożliwiać kształtowanie "kompetencji matematycznych oraz podstawowych kompetencji naukowo-technicznych" oraz minimum jednej z pozostałych pięciu kompetencji kluczowych.

2. Odniesienia do koncepcji pedagogicznych do grupy przedmiotów

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania niniejsza koncepcja e-materiałów zakłada, że zostaną wykorzystane w oparciu o następujące strategie/metody/techniki edukacyjne:

- IBSE (Inquiry-Based Science Education - nauczanie/uczenie się przedmiotów przyrodniczych przez odkrywanie/dociekanie naukowe) - bazujące na konstruktywistycznej teorii uczenia się oraz nauczania problemowego (Maciejowska, Odrowąż (red.), 2012; Nodzyńska, Kopek-Putała (red.), 2014);
- strategię eksperymentalno-obszerną - polega na dostrzeganiu i definiowaniu problemów oraz odkrywaniu rzeczywistości poprzez eksperymenty (Pietrzak, Potyrała, Walosik, 2015);
- blended-learning - nauczanie hybrydowe - zintegrowaną strategię nauczania łączącą w sobie nauczanie w systemie klasowo-lekcyjnym/zajęć bezpośrednich z zajęciami realizowanymi w formie zdalnej (www1). Różne aspekty związane z wykorzystaniem e-learningu, wraz z rekomendacjami dla konstrukcji modelu nauczania przedmiotów przyrodniczych w konwencji blended learningu porusza B. Jancarz-Łanczkowska (2016);
- flipped classroom (odwróconą klasę) - strategię nauczania, którą można potraktować ją jako pewien typ blended learningu, czyli połączenia tradycyjnego nauczania z nauczaniem zdalnym. W pierwszym etapie uczniowie w warunkach domowych zapoznają się materiałem teoretycznym oraz wykonują przewidziane dla nich aktywności w przestrzeni wirtualnej, później na zajęciach w szkole następuje dyskusja dotycząca niezrozumiałych treści, a następnie czas, zaoszczędzony na przerzuceniu wprowadzenia nowych treści do domu (kształtując umiejętności niższego rzędu), pozwala na kształtowanie umiejętności intelektualnych wyższego rzędu (www2).
- Strategię Kształcenia Wyprzedzającego - w której "podstawowym założeniem jest wprowadzenie uczniów w cykl uczenia się konstruktywistycznego: od poszukiwania odniesień we własnej wiedzy dotychczasowej (najczęściej potocznej, ale też semantycznej) oraz w źródłach zewnętrznych, poprzez przetwarzanie, do systematyzacji, by w końcu przy pomocy nauczyciela zbudować uczniowski system kategoriálny" (Dylak (red.), 2013).
- metodę projektu (Project-Based Education) - zaliczaną do metod praktycznych. Zakłada się, że efektem końcowym powinien być produkt. Według założeń tej metody chęć realizacji projektu oraz jego tematyka powinna pochodzić od ucznia, a także formy pracy oraz harmonogram działań w projekcie powinny zostać wypracowane w ramach dyskusji uczniowie-nauczyciel. Podczas realizacji projektu uczniowie samodzielnie zdobywają wiedzę - poszukują, analizują, rozwiązują problemy, uczą się przez działanie, dążąc do osiągnięcia końcowego efektu - produktu. Rola nauczyciela powinna się ograniczać do konsultacji i wsparcia, ewentualnie nadzorowania pracy ucznia (Nodzyńska, 2015; Mikina, Zając, 2012);
- gamifikacji/grywalizacja oraz game-based learning - formy edukacji przez rozrywkę - zadaniem tej formy nauczania/uczenia się jest zwiększenie zaangażowania ucznia w proces edukacji oraz pobudzenie procesów myślowych i poznawczych poprzez bazowanie na emocjach, zwiększenie atrakcyjności przekazu oraz wprowadzenie rozrywki i rywalizacji. Uczenie się następuje niejako "przy okazji" poprzez pokonywanie kolejnych trudności i rozwiązywaniu problemów celem ukończenia gry. Szerzej o grywalizacji można przeczytać w książce P. Tkaczyka (2012).
- concept mappingu / mind mappingu - tworzenia i wykorzystywania map pojęciowych oraz map myśli (Buzan T., 2006; Nodzyńska M., 2007).

- formative feedback - kształtującej (uczącej) informacji zwrotnej lub oceniania kształtującego (www3, www4).

3. Multimedia szczególnie przydatne w danej grupie przedmiotów na poziomie rozszerzonym

W związku z powyższymi założeniami proponuje się wyróżnienie 8 podstawowych multimediów i na ich podstawie skonstruowanie 8 rodzajów bazowych e-materiałów. Do tych multimediów proponuje się zaliczyć:

- wirtualne laboratoria,
- symulacje interaktywne,
- filmy edukacyjne, mapy interaktywne, animacje/modele 3D, mapy pojęciowe, gry edukacyjne, audiobooki

4. Krótka charakterystyka i uzasadnienie wykorzystania danego multimediu w grupie przedmiotów

Wirtualne laboratoria i symulacje interaktywne

Wirtualne laboratoria oraz symulacje komputerowe stwarzają uczniowi możliwości upodobnienia procesu uczenia się i konstruowania wiedzy do przebiegu badania naukowego. Zadaniem uczniów powinno być samodzielne wykonywanie znacznej liczby eksperymentów/doświadczeń i na ich podstawie sformułowanie ogólnych wniosków. W kolejnym kroku uczniowie powinni dążyć do sformułowania teorii dotyczącej badanego zagadnienia. Symulacje odwzorowują rzeczywistość i są przydatne szczególnie, gdy bezpośrednia obserwacja z różnych względów nie jest możliwa. Wirtualne laboratoria oraz symulacje stwarzają uczniom warunki w których mogą sprawdzać odpowiedzi układu przy różnych parametrach wejściowych. Umożliwiają, dzięki dwustronnej komunikacji uczeń-program eksperymentalne wprowadzenie zmian układu i na tej podstawie wnioskowanie o jego zachowaniach. Wnioski mogą być formułowane na podstawie wielu przesłanek, a nie jak to zwykle ma miejsce na podstawie pojedynczego doświadczenia. Jest to szczególnie kształcące, gdy warunki prowadzenia eksperymentu nie są ściśle narzucone przez nauczyciela, zwiększa się więc inwencja uczniów, co wpływa na ich aktywizację i motywację. Kolejną zaletą laboratoriów on-line jest to, że każdy uczeń może sam projektować i wykonywać doświadczenia wirtualne, co powoduje daleko posuniętą indywidualizację nauczania. Laboratoria on-line nie powinny całkowicie zastąpić pracy ucznia w rzeczywistym laboratorium, jednak powinno się je stosować tam, gdzie z uwagi na BHP, ograniczenia finansowe, czasowe czy liczebność klasy, trudno wykonywać doświadczenia w tradycyjnym laboratorium (Nodzyńska, Cieśla, 2016).

Wirtualne laboratorium - specyfikacja

Aplikacja interaktywna oparta na animacji, pozwalająca na przeprowadzenie eksperymentu naukowego. W aplikacji istotne jest takie dobranie środków wyrazu, aby doświadczenie wirtualne jak najbliżej oddawało pracę w laboratorium, a więc aby umożliwione było np. zważenie czy odmierzenie dokładnej ilości odczynników/roztworów, obiekty wirtualne były wierne ich odpowiednikom rzeczywistym, a wynik doświadczenia był dobrze widoczny i jednoznaczny. W laboratorium powinno być więcej dostępnego sprzętu/odczynników i innych niezbędnych elementów wyposażenia, niż to wynika z konkretnego eksperymentu, który ma zostać

przeprowadzony. W zależności od celu dydaktycznego proponuje się przygotowanie 2 rodzajów funkcjonalności w laboratorium:

1. WL-I, w którym uczeń wykonuje doświadczenie w oparciu o instrukcję, a jego celem jest rozwiązanie problemu naukowego i weryfikacja postawionej wcześniej hipotezy badawczej;
2. WL-S, w którym uczeń rozwiązuje problem naukowy i weryfikuje hipotezę badawczą na podstawie samodzielnie (tj. bez instrukcji) przeprowadzonego doświadczenia i w oparciu o wcześniej zdobytą wiedzę.

W przypadku WL-I zarówno problem naukowy jak i hipoteza są jasno sprecyzowane i przedstawione na początku aplikacji. Uczeń ma do dyspozycji zestaw niezbędnego sprzętu laboratoryjnego, odczynników chemicznych, badanych obiektów itp. W oparciu o instrukcję, która przedstawiana jest w formie narracji i wyświetlanych poleceń uczeń sukcesywnie konstruuje zestaw doświadczalny oraz wykonuje zgodnie z poleceniami kolejne etapy eksperymentu. Wykonując doświadczenie zgodnie z instrukcją uczeń dokonuje z pomocą narzędzi dostępnych w aplikacji odpowiednich obserwacji/pomiarów, sporządza notatki i zapisuje je w odpowiednim miejscu aplikacji (np. do tabel). Po zakończeniu eksperymentu formułowane są wnioski i wpisywane w odpowiednich miejscach w aplikacji co jest podstawą do przyjęcia lub odrzucenia postawionej wcześniej hipotezy. Obserwacje powinny być wyraźnie oddzielone od wniosków.

Przykład: Badanie reaktywności żelaza z kwasem siarkowym(VI).

Uczeń ma do dyspozycji różne kwasy i różne metale. Może modyfikować stężenie kwasu (w zakresie rzeczywistych stężeń). Może zmieniać warunki prowadzenia reakcji (np. ilości substratów, temperatura). Zgodnie z instrukcją wybiera właściwe substraty i ustala parametry prowadzenia reakcji. Wykonuje wszystkie wskazane w instrukcji zadania. Po zmieszaniu substratów układ daje odpowiedź (zgodną z aktualną wiedzą naukową) - może to być. np krótka sekwencja filmowa odtwarzająca rzeczywisty eksperyment prowadzony w tych warunkach lub wierna symulacja. Uczeń dokonuje obserwacji i wyciąga wnioski.

W przypadku WL-S problem naukowy jest jasno sprecyzowany i przedstawiony na początku aplikacji. Celem ucznia jest jednak nie tylko weryfikacja hipotez, jak w przypadku WL-I, ale również ich postawienie i zaplanowanie przebiegu badań. Dlatego też, uczeń nie dostaje instrukcji przeprowadzenia eksperymentu, a do dyspozycji ma jedynie zestaw niezbędnego sprzętu laboratoryjnego, odczynników chemicznych, badanych obiektów itp. Wykorzystując wiedzę teoretyczną na dany temat oraz wiedzę z zakresu ogólnych zasad prowadzenia badań wykorzystuje ww. elementy i konstruuje doświadczenie. Ewentualne błędne decyzje i wybory ucznia na kolejnych etapach eksperymentu są sygnalizowane, np. dźwiękiem, ale nie pojawiają się wskazówki co do dalszych działań. Po zakończeniu doświadczenia w odpowiednim miejscu aplikacji uczeń sporządza notatki, wpisuje wnioski, a ostatecznie i przyjmuje lub odrzuca hipotezę badawczą (jak w przypadku WL-I).

Przykład: Reaktywność metali z kwasami.

Uczeń ma do dyspozycji różne kwasy i różne metale. Może modyfikować stężenie kwasu (w zakresie rzeczywistych stężeń). Może zmieniać warunki prowadzenia reakcji (np. ilości substratów, temperatura). Uczeń wybiera kwas, wybiera metal, a następnie miesza je ze sobą np. w próbówce i postępuje, tak jakby robił to w rzeczywistym laboratorium. Po zmieszaniu układ daje odpowiedź (zgodną z aktualną wiedzą naukową) - może to być. np krótka sekwencja filmowa odtwarzająca rzeczywisty eksperyment prowadzony w tych warunkach lub wierna symulacja. Jeżeli np. na zimno

dana reakcja nie zachodzi, uczeń ma możliwość podgrzania zawartości probówki. Laboratorium podaje także inne potrzebne parametry np monitoring pH, monitoring temperatury (w zależności czy użyjemy odpowiednich czujników) Uczeń dokonuje obserwacji, wyciąga wnioski.

Symulacja interaktywna - specyfikacja

Aplikacja pozwalająca na modelowanie przebiegu wybranego procesu/zjawiska poprzez zmianę parametrów mających na niego wpływ. Dotyczy zjawisk i procesów o charakterze deterministycznym, których wynik jest w dużej mierze przewidywalny i zależny tylko od danych wejściowych i interakcji ze strony ucznia. Dane wejściowe jak i ich sposób przetwarzania (odpowiedź układu) muszą być zgodne z aktualną wiedzą naukową.

Symulacja interaktywna stanowi alternatywę dla Wirtualnego laboratorium, które ze względu na złożoność układu eksperymentalnego lub inne ograniczenia nie może być wykorzystane do ilustracji danego procesu/zjawiska. Z tego względu w każdej symulacji musi zostać zdefiniowany obiekt i cel.

W zależności od poruszanej problematyki wynik symulacji może być przedstawiany w różnej formie, np. dynamicznego wykresu lub animacji (odpowiednio zmiana przebiegu krzywej i obrazu po interaktywnym wprowadzeniu nowych wartości parametru). O ile zostanie to zaznaczone, poza wynikiem modelowanego procesu/zjawiska symulacja interaktywna może zawierać również dodatkowe informacje z nimi powiązane, np. w postaci danych ilościowych, jakościowych, definicji itp.

Przykład: Wpływ natężenia światła na intensywności fotosyntezy.

Punktem wyjścia symulacji jest wizualizacja procesu fotosyntezy. Na ekranie symulacji ponadto znajduje się układ współrzędnych z jednostkami dla: natężenia światła (oś X) oraz ilością wiązanego CO₂ (oś Y) w wartościach względnych. Wprowadzając interaktywnie różne wartości natężenia światła uczeń obserwuje odpowiedź układu i rysowanie krzywej. Na powstającym wykresie mogą zostać automatycznie naniesione dodatkowe informacje powiązane z tematem np. zaznaczenie punktu kompensacyjnego i punktu wysycenia z krótką definicją/wyjaśnieniem.

Filmy edukacyjne

Filmy edukacyjne to środki, które łączą obraz z narracją. W edukacji przyrodniczej mogą pełnić rolę informacyjną, ilustracyjną, wyjaśniającą, instruktażową, perswazyjną, może też skłaniać do refleksji odwołując się do emocji odbiorcy. Za ich pomocą można także prezentować wybrane eksperymenty naukowe lub doświadczenia, które niekiedy nie mogą być realizowane w warunkach szkolnych. Mogą też służyć jako materiał do późniejszej analizy i badania zależności pomiędzy omawianymi w nich wielkościami/zjawiskami/procesami, np. analiza położenia środka masy ciała od czasu w ruchu drgającym za pomocą techniki wideopomiarów. W niniejszej koncepcji proponuje się dwa rodzaje filmów edukacyjnych, ujętych pod nazwami "film" oraz "film-samouczek".

Film - samouczek (tutorial) - specyfikacja

Materiał filmowy, w którym schematy, rysunki lub tekst, np. równania chemiczne rysowane są przez grafika na tablicy w czasie rzeczywistym w ślad za omawianym przez narratora zagadnieniem.

Film tutorial nie ma charakteru dokumentalnego, a jego celem jest zilustrowanie w prosty i przejrzysty sposób zagadnień wymagających wyobrażenia przebiegu danego procesu/zjawiska.

Film tutorial nie zawiera muzyki, w kadrze widoczne są jedynie kursor lub ręka grafika z pisakiem oraz pojawiający się sukcesywnie w ślad za narracją schemat/rysunek lub tekst. Dla podkreślenia najważniejszych elementów schematu/rysunku lub tekstu mogą być użyte różne kolory, zakreślenia, obramowania, strzałki itp. Wskazane jest również dynamiczne wyświetlanie w dolnej części ekranu najważniejszych pojęć omawianych w narracji. Przykłady podobnych filmów można znaleźć w internecie (www5, www6, www7).

Film - specyfikacja

Ilustruje doświadczenia, tłumaczy zjawiska, wyjaśnia skomplikowane procesy. W przypadku niektórych zagadnień - o ile zostanie to wskazane - powinien być zrealizowany jako materiał dokumentalny z warunków rzeczywistych, np. w laboratorium, w lesie, zakładzie produkcyjnym itd. Może być przygotowany w całości lub częściowo w formie wywiadu z osobą kompetentną w omawianym temacie. Sekwencje filmowe dokumentalne mogą być przeplatane fragmentami animowanymi, schematami itp.

W tle filmu mogą pojawić się efekty dźwiękowe, o ile są powiązane z prezentowanym materiałem i nie zakłócają odbioru. Istotne jest dostosowanie języka używanego przez lektora w filmie i animacjach - należy zwrócić szczególną uwagę na funkcjonalność przekazu i brak komentarza odautorskiego (narzucanie opinii).

Mapa interaktywna

Mapa ogólnogeograficzna lub mapa tematyczna w formie cyfrowej umożliwiająca manipulowanie znajdującymi się na niej danymi. Mapa interaktywna w prostej formie pozwala m.in. na wyświetlanie różnych obszarów w różnych skalach, mierzenie odległości, powierzchni, wyszukiwanie obiektów itp. W formie bardziej rozbudowanej posiada dodatkowe narzędzia umożliwiające edycję danych, pobieranie informacji z baz danych w złożonej strukturze oraz inne funkcje aplikacji GIS. Jeśli będzie to zaznaczone, mapa powinna umożliwiać dynamiczne monitorowanie zmian wybranych parametrów, np. kierunki migracji ludności, zmiany struktury i lokalizacji różnych form roślinności na danym terenie w zadanym czasie itp. O ile zostanie to zaznaczone mapa może zawierać również dodatkowe informacje powiązane z tematem, np. w postaci danych ilościowych, jakościowych, definicji itp.

W przygotowaniu mapy bardzo ważna jest jej wyrazistość i wyważona szczegółowość. Każda mapa musi posiadać tytuł, legendę oraz oznaczone współrzędne geograficzne.

Przykład: Zmiany gęstości zaludnienia oraz główne kierunki migracji ludności w Polsce po 1945 roku. Punktem wyjścia jest mapa Polski z zaznaczeniem rozmieszczenia ludności w Polsce po zakończeniu II Wojny Światowej. Używając narzędzia interaktywnego uczeń wprowadza kolejne daty istotne z punktu widzenia wydarzeń gospodarczo-politycznych np. 1970, 1981 uzyskując na mapie informacje na temat głównych kierunków przemieszczania się ludności w danym okresie (strzałki) oraz wynik migracji w postaci nowego rozmieszczenia ludności. Jako uzupełnienie, mapa może zawierać również informacje dodatkowe wyświetlane w panelu bocznym, np. związane z syntetycznym wyjaśnieniem przyczyn obserwowanych migracji i zmiany w gęstości zaludnienia.

Gra edukacyjna

Aplikacja umożliwiająca naukę poprzez grę lub grywalizację. lub/iPolega na takim zaprojektowaniu procesu dydaktycznego oraz metod pomiaru i ewaluacji efektów, aby środowisko edukacyjne działało w oparciu o mechanizmy stosowane w grach i tym samym zachęcało uczniów do większego

zaangażowania i strategicznego myślenia. Gra edukacyjna może mieć charakter: (1) gry logicznej, w której wygrana uzależniona jest od poprawnego myślenia analitycznego i syntetycznego ucznia, (2) gry quizowej, w której wygrana zależy od wiedzy ucznia lub (3) strategicznej, w której uczeń kreuje przebieg procesu lub charakter zjawiska opierając się na przesłankach naukowych. Część zadań może uwzględniać wykorzystanie technologii cyfrowych i zasobów internetu. Ważne jest, aby zadania były dopasowane do poziomu „ucznia – gracza”, a także aby każdy kolejny etap był trudniejszy i bardziej złożony. Osiągnięcie minimalnego, z góry określonego pułapu punktów na danym etapie gwarantuje przejście do kolejnego.

Animacja/model 3D

Animacja służąca przedstawieniu informacji, danych oraz wiedzy w prosty i czytelny sposób. Dzięki odpowiednio dobranym środkom wyrazu prezentuje temat w sposób łatwo zapadający w pamięć, ułatwia wyobrażenie zjawisk, procesów i obiektów, których omówienie słowami byłoby trudne. Głównymi środkami wyrazu w animacji 3D są: kolor, perspektywa i dynamika.

W rozbudowanej formie animacja 3D umożliwia odkrywanie relacji przyczynowo skutkowych oraz monitorowanie zmian niektórych parametrów. Może zawierać narrację w formie syntetycznych komunikatów uzupełniających przekaz graficzny oraz efekty dźwiękowe, o ile nie zakłócają odbioru. Istotne jest dostosowanie języka używanego przez lektora - należy zwrócić szczególną uwagę na funkcjonalność przekazu i brak komentarza odautorskiego (narzucanie opinii). Czas trwania 2-5-minut.

Przykład animacji można znaleźć w internecie: (www8)

Mapy myśli/mapy pojęć

Mapy myśli to technika umożliwiająca szybkie, graficzne notowanie wszelkiego rodzaju informacji, wspomagająca twórcze myślenie i rozwijająca zdolności twórcze. Pomaga w zapisywaniu, porządkowaniu i zapamiętywaniu informacji głównie osobom o modalności wzrokowej (Buzan T., 2006). Mapy Pojęć są dwuwymiarowymi reprezentacjami pojęć i ich wzajemnych relacji ze sobą. Opisują one relacje zachodzące pomiędzy pojęciami i terminami z jakiejś konkretnej dziedziny. W tym przypadku nie są to już dowolne skojarzenia. Szczególnie przydatne są uczniom o modalności wzrokowej - tzn. tych którzy najlepiej przyswajają wiadomości podane w formie wizualnej (Nodzyńska, 2007).

Mapy w niniejszej koncepcji proponuje się zastosować do porządkowania treści oraz zdobytych wiadomości i umiejętności, a także do przedstawiania różnych zależności.

Audiobook

Audiobook umożliwia odczyt treści, który można zastąpić formą audio, prezentowaną przez lektora lub – w przypadku, gdy tekst jest dialogiem (np. wywiadem) - przez większą liczbę osób. Zapewniona jest również możliwość śledzenia tekstu pisanego i jednocześnie dokonywanie jego odsłuchu. W tle mogą pojawić się efekty dźwiękowe, o ile są powiązane z prezentowanym materiałem i nie zakłócają odbioru słuchanego tekstu.

5. Źródła:

- Kruk J., Karwasz G. (2009) *Jak współcześnie stosować zasadę pogłębłości - dwugłos interdyscyplinarny*. [W:] Bronisław Siemieniecki (red.) Współczesne odniesienia edukacyjne do pedagogiki Kazimierza Sośnickiego. ISBN: 978-83-7611-298-5, Wyd. A. Marszałek
- Jancarz-Łanczkowska B. (2016) *Edukacja przyrodnicza z zastosowaniem e-learningu przygotowaniem do uczenia się przez całe życie*, wyd Libron, Kraków 2016.
- Mikina A., Zajac B. (2012) *Metoda projektów nie tylko w gimnazjum. Poradnik dla nauczycieli i dyrektorów szkół*. Wyd. Ośrodek Rozwoju Edukacji, Warszawa 2012.
- *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów* (2012) red. Maciejowska I., Odrowąż E., Wydział Chemii UJ
<http://www.zdch.uj.edu.pl/ksiazka-cz.1>
- Nodzyńska M. (2015) *Metoda projektów czy PBL? [w:] Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia?* red. Nodzyńska M., Kopek-Putała W., Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie http://uatacz.up.krakow.pl/~wwwchemia/pliki/ISBN_978-83-7271-967-6_Co_w_dydaktykach_nauk_przyrodniczych_ocalic_od_zapomnienia.pdf
- Nodzyńska M. (2007) *Pojmowe mapy jako nastrój pro sebevaluace, [w:] Hodnoceni v praci ucitelepsychodidakticke a eticke souvislosti, Gaudeamus, Hradec Králové, str. 90-94;*
- Nodzyńska M., Cieśla P. (2016) *Interaktywne komputerowe doświadczenia w nauczaniu chemii. [w:] Aktualne problemy dydaktyki przedmiotów przyrodniczych*, Bernard P. Maciejowska I.
- Pietrzak M., Potyrała K., Walosik A. (2015) *Program innowacyjnego nauczania przyrody PINaP*, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie,
<https://zasobyip2.ore.edu.pl/pl/publications/download/34510>
- *Profits and Limitations of Inquiry Based Science Education*, (2014) red. Małgorzata Nodzyńska, Wioleta Kopek-Putała, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie,
<http://uatacz.up.krakow.pl/~wwwchemia/pliki/ISBN%20978-83-7271-882-2%20IBSE%202014.pdf>
- *Strategia kształcenia wyprzedzającego* (2013) Dylak S. (red.) Wyd. Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej, Poznań.
- Tkaczyk P. (2012) *Grywalizacja. Jak zastosować mechanizmy gier w działaniach marketingowych*, Wyd. Helion, Gliwice.
- www1 https://pl.wikipedia.org/wiki/Blended_learning (dostęp 18 V 2017)
- www2 <http://www.uq.edu.au/teach/flipped-classroom/what-is-fc.html> (dostęp 18 V 2017)
- www3 <http://www.enauczanie.com/metodyka/ok> (dostęp 18 V 2017)
- www4 <http://www.ceo.org.pl/pl/ok> (dostęp 18 V 2017)
- www5
- <https://www.khanacademy.org/test-prep/mcat/biomolecules/carbohydrates/v/carbohydrates-di-and-polysaccharides> (dostęp 18 V 2017)
- www6 https://www.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics?ref=resume_learning#variations-on-mendelian-genetics (dostęp 18 V 2017)
- www7 https://youtu.be/zDy0_8bWZB8 (dostęp 18 V 2017)
- www8 <https://www.youtube.com/watch?v=PjdPTY1wHdQ&t=129s> (dostęp 18 V 2017)