

**KONCEPCJA E-MATERIAŁÓW DO PRZEDMIOTÓW PRZYRODNICZYCH NA POZIOMIE
PODSTAWOWYM I ROZSZERZONYM
dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum
(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. **Niezmierzalnym 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 indywidualizowania 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-odkrywcy-konstruktor wiedzy**, tak, jak to ma miejsce w badaniu 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 podstawowym i rozszerzonym dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum 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;

W związku z powyższym każdy e-materiał obowiązkowo ma za zadanie rozwijanie „kompetencji matematycznych i podstawowych kompetencji naukowo-technicznych” oraz „kompetencji umiejętności uczenia się” oraz minimum jednej z pozostałych czterech wyżej wymienionych kompetencji kluczowych.

2. Odniesienia do koncepcji pedagogicznych dla grupy przedmiotów przyrodniczych

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 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 przeznaczone dla nich aktywności w przestrzeni wirtualnej, później na zajęciach w szkole następuje dyskusja dotycząca niezrozumiałych treści, a następnie czas, zaoszczędzony na przetruceniu 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 kategoryjny" (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, Zajac, 2012);
- gamifikacji/grywalizacji 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 grupie przedmiotów przyrodniczych

W związku z powyższymi założeniami proponuje się wyróżnienie 10 bazowych multimediów i na ich podstawie skonstruowanie e-materiałów. Do tych bazowych multimediów proponuje się zaliczyć:

- wirtualne laboratoria (dwa rodzaje),
- symulacje interaktywne,
- filmy edukacyjne (dwa rodzaje),
- grafiki interaktywne,
- animacje/modele 3D,
- mapy pojęciowe,
- gry edukacyjne,
- audiobooki

Integralną częścią każdego z powyższych multimediów jest polecenie, lub zestaw poleceń jakie uczeń powinien wykonać, pracując z danym multimediami, aby proces uczenia odbywał się w sposób aktywny, a nie bierny.

4. Krótka charakterystyka i uzasadnienie wykorzystania danego multimediami 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 laboratoria oraz symulacje umożliwiają stosowanie koncepcji odwróconej klasy lub nauczania wyprzedzającego. Samodzielnie sformułowanie hipotezy, następnie wykonane przez ucznia wirtualnego eksperymentu przed lekcją umożliwia podczas lekcji przedyskutowanie w większej grupie otrzymanych wyników, wspólne zweryfikowanie hipotez, ewentualnie modyfikację parametrów eksperymentu i jego powtórne wykonanie.

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 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 przyjmuje lub odrzuca hipotezę badawczą (jak w przypadku

WL-I). Ten rodzaj wirtualnego laboratorium jest zdecydowanie bardziej przydatny i wręcz niezbędny w zastosowaniu podczas uczenia się bazując na strategii IBSE.

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 probówce 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 powinien trwać od 3 do 5 minut, chyba że inna długość nagrania jest szczególnie uzasadniona dydaktycznie.

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.

Dopuszcza się możliwość wpływu odbiorcy na alternatywne rozwinięcie fabuły na podstawie podejmowanych przez niego wyborów. 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).

Film powinien trwać od 3 do 5 minut, chyba że inna długość nagrania jest szczególnie uzasadniona dydaktycznie.

Grafika interaktywna

Informacja przedstawiona w formie graficznej (ilustracja, galeria zdjęć, schemat, mapa, spacer wirtualny) umożliwiającej manipulowanie obrazem lub znajdującymi się na niej danymi. Grafika interaktywna oparta jest na dialogu pomiędzy użytkownikiem (ucznem) a urządzeniem (programem) w czasie rzeczywistym. W prostej formie pozwala m.in. na śledzenie przebiegu wybranych procesów fizyko-chemicznych, wyświetlanie różnych obiektów w różnych skalach, mierzenie 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 np. aplikacji GIS. Może też umożliwiać zajrzenie do obiektów i miejsc ciekawych z punktu widzenia poznawczego np. do jaskiń, gniazd owadów, nor zwierząt, a także obiektów takich jak na przykład laboratorium chemiczne, genetyczne, sala operacyjna, muzeum. Powinna również umożliwiać dynamiczne monitorowanie zmian wybranych parametrów, np. kierunki migracji ludności, zmiany struktury i lokalizacji różnych form roślinności na danym terenie w zadanym czasie. W

zależności od specyfiki tematu grafika interaktywna może zawierać również dodatkowe informacje z nim powiązane, np. w postaci danych ilościowych, jakościowych, definicji, efektów audiowizualnych. W przygotowaniu grafiki interaktywnej bardzo ważna jest jej wyrazistość i wyważona szczegółowość. Każda musi posiadać tytuł, legendę i odpowiednio dobrane środki wyrazu ułatwiające zrozumienie przedstawionych treści.

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/i grywalizację. Polega 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. 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.

Przykładową animacją spełniającą wyżej wymienione założenia (pod względem sposobu prezentacji treści a nie standardów jakościowych) jest dostępna w internecie animacja 3D obrazująca sposób działania enzymu syntazy ATP (www 8).

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. W uzasadnionych przypadkach uczeń powinien mieć możliwość samodzielnego konstruowania takiej mapy.

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. Nagranie powinno być dostosowane do poziomu odbiorcy, przykuwać jego uwagę i odzwierciedlać rzeczywistość i kontekst opisany w dialogu. Ponadto głos uczestników dialogu powinien być naturalny, nie sztucznie zmieniany, a uczestnicy odpowiednio dobrani do roli (role dzieci lub młodzieży powinny być odgrywane przez dzieci, lub młodzież, a nie przez osoby dorosłe). Ponadto jeżeli w nagraniach pojawiają się wywiady ze specjalistami, to w nagraniu powinni uczestniczyć specjaliści, a nie osoby odgrywające ich role. Nagrania powinny trwać od 3 do 5 minut, chyba że inna długość nagrania jest szczególnie uzasadniona dydaktycznie. Integralną częścią audiobooka jest polecenie lub zestaw poleceń jakie uczeń powinien wykonać w trakcie odsłuchu, aby nagranie nie bazowało jedynie na transmisji i asymilacji wiadomości, a zmuszało ucznia do aktywnego uczenia się poprzez wykonanie określonych czynności na przykład konstruowanie rysunku, wykresu, mapy, modelu itp.

5. Struktura e-materiału

Poprzez E-materiał do przedmiotów przyrodniczych w zakresie podstawowym i rozszerzonym należy rozumieć jednostkę tematyczną, która pełni następujące funkcje:

- **Poprzez odpowiednio dobrany zestaw treści, poleceń i multimediów umożliwia uczniowi samodzielne poznanie poruszanego w e-materiale tematu;**
- **Bazując na zawartości e-materiału oraz scenariuszu lekcji umożliwia nauczycielowi realizację pełnej lekcji (45 minut) z danego przedmiotu w zakresie podstawowym lub/i rozszerzonym.**

Zakresy tematyczne e-materiałów do poszczególnych przedmiotów wraz z propozycją bazowego multimediu (określonego w standardach i koncepcjach e-materiałów) są załącznikami do dokumentacji konkursowej. Co do zasady zakres tematyczny e-materiałów nie powinien ulegać zmianom. Dopuszcza się zmiany w zakresie tematów e-materiałów tylko w uzgodnieniu z ekspertami merytorycznymi Ośrodka Rozwoju Edukacji. Zmiany mogą dotyczyć zakresu merytorycznego, tematycznego, jak i zmian w zakresie bazowych multimediów.

Zestawy tematów e-materiałów do przedmiotów przyrodniczych, które są załącznikami do dokumentacji konkursowej, umożliwiają pełną realizację podstawy programowej w zakresie podstawowym i rozszerzonym przewidzianym dla danego przedmiotu dla czteroletniego liceum ogólnokształcącego i pięcioletniego technikum, a także zawiera treści rozszerzające i wykraczające

poza podstawę programową umożliwiające poszerzenie wiedzy i wszechstronny rozwój ucznia. Dopuszcza się realizację e-materiałów wykraczających w całości poza zakres podstawy programowej. Aktywności uczniów, które ma wspierać e-materiał, a w nim multimedium mają przede wszystkim wynikać z czasowników operacyjnych użytych w opisie wymagań szczegółowych zawartych we wspomnianej wyżej podstawie programowej (na przykład uczeń: opisuje, rozpoznaje, porządkuje, określa problem badawczy, formułuje hipotezę, planuje, dokumentuje, analizuje, przedstawia opinię, ocenia, odnosi się krytycznie do informacji i inne).

E-materiał powinien zawierać następujące bloki:

I. **Wprowadzenie i cele nauczania skierowane do ucznia w II osobie liczby pojedynczej, sformułowane językiem dla niego zrozumiałym.**

II. **Blok tekstowy** - powinien być ściśle połączony tematycznie z multimedium zawartym w e-materiale. Część tekstowa, w zależności od przyjętej koncepcji dydaktycznej, może być wprowadzeniem do zagadnień zawartych w multimediami lub przedstawieniem uzupełniających zagadnień teoretycznych, może spełniać rolę wyjaśniającą lub rozszerzającą. Może też stanowić podsumowanie e-materiału. Blok tekstowy powinien być tak przygotowany, aby stanowił zamkniętą całość, by mógł być wykorzystany opcjonalnie również osobno jako oddzielny moduł bez multimedium.

Tekst powinien mieć charakter tekstu naukowego z odpowiednią terminologią (wyjaśnianą w słowniczku) opatrzonego, w zależności od potrzeb, tabelami, grafami przedstawiającymi różnego rodzaju klasyfikacje i podziały, zdjęciami ilustrującymi zagadnienia poruszane w tekście oraz wykresami ilustrującymi omawiane zagadnienie (nie należy ich rozumieć jako multimedia).

III. **Multimedium bazowe powinno być** związane tematycznie z blokiem tekstowym e-materiału. Multimedium powinno być opracowane zgodnie z założeniami opisanymi w punkcie 4. niniejszej koncepcji oraz standardach merytoryczno-dydaktycznych do poszczególnych przedmiotów przyrodniczych, standardach funkcjonalnym i techniczno-graficznym oraz powinno uwzględniać wymagania dotyczące dostępności zgodnie z wymaganiami WCAG 2.0. na poziomie AA.

Wykorzystanie multimedii powinno być zróżnicowane metodycznie.

Każde multimedium należy opatrzyć poleceniem, lub zestawem poleceń jakie uczeń powinien wykonać, pracując z danym multimedium, aby proces uczenia odbywał się w sposób aktywny, a nie bierny. Polecenie/polecenia stanowią integralną część multimedium. Nie dopuszcza się, aby multimedium służyło tylko jednokierunkowej transmisji informacji. Multimedium należy w taki sposób umieścić w e-materiale, aby w przyszłości możliwe było jego samodzielne wykorzystanie.

W tabelach tematów e-materiałów do poszczególnych przedmiotów, które są załącznikami do dokumentacji konkursowej, znajduje się propozycja bazowego multimedium spójna z zakresem merytorycznym danego e-materiału. Beneficjent konkursowy tylko w uzgodnieniu z ekspertem Ośrodka Rozwoju Edukacji może dokonać wyboru innego bazowego multimedium. W pierwszej kolejności główne multimedium do danego e-materiału zostanie wybrane z grupy bazowych multimedii określonych dla poszczególnych przedmiotów. Inne zmiany w wyborze bazowych multimedii mogą być dokonywane tylko w uzgodnieniu z ekspertami ORE.

W celu uatrakcyjnienia przekazu merytoryczno-dydaktycznego, w całej grupie e-materiałów, powinien być reprezentowany każdy z rodzajów bazowych multimedii określonych w koncepcji e-materiałów dla poszczególnych przedmiotów.

- IV. **Zestaw interaktywnych ćwiczeń multimedialnych** . Ćwiczenia interaktywne mają za zadanie umożliwić uczniowi autoewaluację procesu uczenia się i sprawdzenie wiadomości i umiejętności zdobytych podczas pracy z e-materiałem, wynikających z różnych poziomów taksonomii celów według zmodyfikowanej klasyfikacji Benjamina Blooma. Sześć poziomów taksonomicznych ze sfery kognitywnej implikuje adekwatną liczbę i rodzaj ćwiczeń interaktywnych. Ćwiczenia powinny zostać dobrane w taki sposób, aby uczeń mógł zweryfikować zapamiętanie wiadomości, zrozumienie treści, zastosowanie zdobytej wiedzy w sytuacjach typowych i problemowych, a także w miarę możliwości kształtować umiejętności intelektualne takie jak analiza, ocena, synteza, adaptacja i kreatywność. Przykładowo zastosowanie ćwiczeń sprawdzających te same aktywności ucznia, które wykonywał podczas korzystania z multimedium da możliwość uczniowi sprawdzenie się w sytuacjach typowych, natomiast wymaganie od ucznia innych aktywności w nowej sytuacji, z wykorzystaniem innych danych, innych warunków umożliwi mu sprawdzenie się w sytuacjach problemowych. Zaleca się więc, by w każdym e-materiale zestaw obejmował około **8 różnorodnych ćwiczeń interaktywnych**. Ćwiczenia powinny odnosić się bezpośrednio lub pośrednio do zagadnień omówionych w bloku tekstowym i ukazanych w multimedium. Ćwiczenia multimedialne powinny być ułożone w sposób noszący znamiona testu wielostopniowego, czyli być ułożone od ćwiczeń łatwiejszych do trudniejszych. Każde ćwiczenie powinno być opatrzone informacją zwrotną z zachowaniem zasad oceniania kształtującego (np. „jeśli rozwiązałeś to zadanie to znaczy, że.....” , „jeśli miałeś trudności z wykonaniem tego zdania wróć doi spróbuj jeszcze raz wykonać.....”) wskazując uczniowi jego mocne strony i drogi osiągnięcia sukcesu. Każde z ćwiczeń musi być odrębnym obiektem. Nie dopuszcza się łączenia kilku ćwiczeń w jeden obiekt. W ramach ćwiczeń interaktywnych dopuszczalne jest wykorzystywanie narzędzi platformy lub obiektów WOMI Interaktywne (np. apletów, widżetów).

W uzasadnionych przypadkach merytoryczno-dydaktycznych, po uzgodnieniu z ekspertami merytorycznymi ORE, beneficjent konkursowy może dokonać wyboru innego drugiego multimedium.

- V. **Słowniczek** – powinien zawierać wyjaśnienie trudnych terminów zawartych w e-materiale.
- VI. **Scenariusz lekcji** – obowiązkowy element każdego e-materiału, przeznaczony dla nauczyciela i bezpośrednio niedostępny dla ucznia, zgodny z poniższym wzorem:

Część I: - metryczka

- Poziom edukacyjny, klasa
- Kształtowane kompetencje kluczowe
- Cele lekcji zgodne ze zrewidowaną taksonomią celów Blooma, w tym minimum jeden cel z poziomu 3-6 sfery kognitywnej, sformułowane w postaci SMART
- Strategia nauczania
- Formy zajęć

- Środki dydaktyczne potrzebne do realizacji lekcji

Część II – Wprowadzenie do lekcji:

- Zaciekawienie
- Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów w kontekście realizowanego tematu oraz nawiązanie do tej wiedzy:

Część III – Realizacja:

- Konstruowanie wiedzy z zakresu nowego tematu, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania bazowego multimediu (proponując kolejne etapy lekcji ze szczególnym uwzględnieniem sytuacji dydaktycznych sprzyjających samodzielnemu konstruowaniu wiedzy przez uczniów)
- Rekonstruowanie wiedzy uczniów

Część IV – Podsumowanie:

- Zastosowanie skonstruowanej wiedzy

Część V – Materiały pomocnicze

Część VI – Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimediu tzn. jak można je wykorzystać podczas lekcji, przed lekcją lub po lekcji.

Niedopuszczalne jest wykorzystanie tego samego zasobu multimedialnego (np. filmu, animacji, grafiki interaktywnej, zestawu ćwiczeń interaktywnych) w dwóch e-materiałach, realizujących inny lub ten sam element podstawy programowej z danego przedmiotu.

W szczególnie uzasadnionych przypadkach merytoryczno-dydaktycznych, po uzgodnieniu z ekspertem merytorycznym ORE, dopuszcza się zastosowanie takiego samego multimediu, ale pod warunkiem liczenia go tylko w jednym e-materiale jako nowego, a w innych jako dodatkowego „trzeciego” multimediu.

Opracowanie e-materiałów do poszczególnych przedmiotów przyrodniczych ma spowodować zwiększenie liczby bezpłatnych i dostępnych multimediu. Niedopuszczalne jest wykorzystywanie zasobów już istniejących na platformie www.epodreczniki.pl.

5. Źródła:

- Kruk J., Karwasz G., *Jak współcześnie stosować zasadę pogłębłości - dwugłós interdyscyplinarny*. [W:] Siemieniecki B. (red.), *Współczesne odniesienia edukacyjne do pedagogiki Kazimierza Sośnickiego*. ISBN: 978-83-7611-298-5, Wyd. A. Marszałek, 2009
- Jancarz-Łanczkowska B., *Edukacja przyrodnicza z zastosowaniem e-learningu przygotowaniem do uczenia się przez całe życie*, Wyd. Libron, Kraków 2016.

- Mikina A., Zając B., 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, red. Maciejowska I., Odrowąż E., Wydział Chemii UJ, Kraków 2012, <http://www.zdch.uj.edu.pl/ksiazka-cz.1>
- Nodzyńska M., Metoda projektów czy PBL? [w:] Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia? red. Nodzyńska M., Kopek-Putała W., Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Kraków 2015, http://uatacz.up.krakow.pl/~wwwchemia/pliki/ISBN_978-83-7271-967-6_Co_w_dydaktykach_nauk_przyrodniczych_ocalic_od_zapomnienia.pdf
- Nodzyńska M., Pojmove mapy jako nastroj pro sebeevaluace, [w:] Hodnoceni v praci ucitelepsychodidakticke a eticke souvislosti, Gaudeamus, Hradec Králové 2007, str. 90-94;
- Nodzyńska M., Cieśla P., Interaktywne komputerowe doświadczenia w nauczaniu chemii. [w:]
- Aktualne problemy dydaktyki przedmiotów przyrodniczych, Bernard P. Maciejowska I., Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Kraków 2016
- Pietrzak M., Potyrała K., Walosik A., Program innowacyjnego nauczania przyrody PINaP, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Kraków 2015, <https://zasobyip2.ore.edu.pl/pl/publications/download/34510>
- Profits and Limitations of Inquiry Based Science Education, red. Małgorzata Nodzyńska, Wioleta Kopek-Putała, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Kraków 2014, <http://uatacz.up.krakow.pl/~wwwchemia/pliki/ISBN%20978-83-7271-882-2%20IBSE%202014.pdf>
- Strategia kształcenia wyprzedzającego, Dylak S. (red.), Wyd. Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej, Poznań 2013.
- Tkaczyk P., Grywalizacja. Jak zastosować mechanizmy gier w działaniach marketingowych, Wyd. Helion, Gliwice 2012.
- www 1 https://pl.wikipedia.org/wiki/Blended_learning (dostęp 16 III 2018)
- www 2 <http://www.uq.edu.au/teach/flipped-classroom/what-is-fc.html> (dostęp 16 III 2018)
- www 3 <http://www.enauczanie.com/metodyka/ok> (dostęp 16 III 2018)
- www 4 <http://www.ceo.org.pl/pl/ok> (dostęp 16 III 2018)
- www 5
- <https://www.khanacademy.org/test-prep/mcat/biomolecules/carbohydrates/v/carbohydrates-di-and-polysaccharides> (dostęp 16 III 2018)
- www 6 https://www.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics?ref=resume_learning#variations-on-mendelian-genetics (dostęp 16 III 2018)
- www 7 https://youtu.be/zDy0_8bWZB8 (dostęp 16 III 2018)
- www 8 <https://www.youtube.com/watch?v=PjdPTY1wHdQ&t=129s> (dostęp 16 III 2018)