

KONCEPCJE E-MATERIAŁÓW DO MATEMATYKI I INFORMATYKI NA POZIOMIE ROZSZERZONYM W SZKOŁACH KOŃCZĄCYCH SIĘ EGZAMINEM MATURALNYM

1. Specyfika kształcenia matematycznego i informatycznego w odniesieniu do nowej podstawy programowej

1.1. Specyfika kształcenia matematycznego

Znajomość podstawowych narzędzi, które dostarcza matematyka, jest niezbędna do funkcjonowania we współczesnym świecie. Dzięki nim można opisywać zjawiska i procesy z otaczającej nas rzeczywistości, rozwiązywać wiele codziennych problemów. Funkcjonowanie matematycznej abstrakcji jest ważnym komponentem komunikacji międzyludzkiej. Matematyzacja nauk ma charakter uniwersalny, pozwalający na jednoznaczne określanie pozornie niezwiązanych z sobą technologicznych rozwiązań.

Kształcenie matematyczne inicjuje podejmowanie działań badawczych zarówno teoretycznych, jak i praktycznych, pozwalających na otrzymanie własnych algorytmów rozwiązywania problemów. Rozwija umiejętności stawiania hipotez, sprawdzania ich i podejmowania decyzji o ich prawdziwości.

Jednym z najistotniejszych elementów szkolnego nauczania – uczenia się matematyki jest **rozumienie pojęć** i wykorzystanie technik posługiwania się nimi w trakcie rozwiązywania trudnych zagadnień. Pomaga to w obserwacji ukierunkowanej na **dostrzeganie zależności, odkrywanie prawidłowości i zapisywanie ich przy użyciu aparatu algebraicznego**. Pierwszym krokiem do realizacji zagadnień z tym związanych jest **uzyskanie odpowiedniej sprawności rachunkowej, odczytywanie i interpretowanie danych liczbowych oraz graficznych, wykorzystanie i tworzenie reprezentacji – dobieranie modelu matematycznego do sytuacji praktycznych**. Po uzyskaniu tych sprawności uczeń może tworzyć strategie, nawet wieloetapowego rozwiązania zadania, wymagającego łączenia wiedzy z różnych działów matematyki. Prowadzi to do wyrobienia u uczących się intuicji matematycznych właściwych danemu wiekowi.

Ważne jest, aby sposoby przekazywania wiedzy matematycznej dostosowane były do konkretnego etapu edukacyjnego i możliwości intelektualnych uczniów, aby były na tyle atrakcyjne i motywujące, by prowokować zaciekawienie uczących się danymi zagadnieniami, umożliwiały samodzielne pogłębienie umiejętności.

Podstawa programowa zakłada, że sposób kształcenia matematycznego będzie odpowiadał etapom rozwoju intelektualnego uczniów. W klasach **IV – V** uczniów znajduje się na **etapie operacyjnym konkretnym**. Wprowadzane w tym okresie pojęcia, terminy, zależności powinny mieć charakter konkretny, odnoszący się do rzeczywistości, często bez użycia sformalizowanego języka nauk ścisłych. Główne obszary wiedzy matematycznej w tym okresie to **arytmetyka i geometria elementarna**.

Etap operacji formalnych (klasa VI i dalsze), to rozwój myślenia abstrakcyjnego, rozumowania przy wykorzystaniu bardziej precyzyjnego aparatu matematycznego. Na tym etapie uczący się jest w stanie *przyswoić sobie niektóre pojęcia algebraiczne, pojęcie prawdopodobieństwa* czy *bardziej*

zaawansowane **własności figur geometrycznych**. W tym okresie rozpoczyna się uświadamianie, czym jest **dowód** matematyczny, a uczeń może samodzielnie przeprowadzić dowodzenie prostych twierdzeń¹.

W szkole **ponadpodstawowej**, szczególnie na poziomie **rozszerzonym**, matematyka staje się bardziej sformalizowana. Uczniowie używają języka matematycznego nie tylko do tworzenia tekstów matematycznych, ale i opisu utworzonych przez siebie obiektów pomocnych w celu przeprowadzenia argumentacji lub rozwiązania problemu. Jednym z celów kształcenia matematycznego na tym poziomie edukacyjnym jest ukształtowanie umiejętności dostrzegania **potrzeby modyfikacji lub doboru nowego modelu** matematycznego w przypadkach wymagających specjalnych zastrzeżeń, czy dodatkowych założeń. Zakłada się, że uczeń poprowadzi rozumowanie kilkietapowe, poparte odpowiednimi argumentami. Tworzone i wykorzystywane przez uczniów strategie, będą skutecznie i najbardziej efektywnie. Ważną sprawnością jest dostrzeganie regularności, podobieństw i analogii, stawianie hipotez i dowodzenie ich poprawności.

Realizacja treści rozszerzonych umożliwi uczniom dalsze, również samodzielne, zdobywanie wiedzy. Kształcenie na poziomie rozszerzonym dedykowane jest uczniom **uzdolnionym matematycznie**. Wykorzystywane narzędzia, metody i sposoby pracy powinny być skierowane do tej grupy osób. Ogromną rolę wspomagającą może odegrać tu **technologia informacyjna**, dzięki której możliwy jest szybki transfer wiedzy, jej zapisywanie i przetwarzanie.

2. Specyfika kształcenia informatycznego

W nowej Podstawie programowej kształcenia ogólnego podkreślona jest ważna rola metod i technik wywodzących się z informatyki w szkolnej edukacji.

Szkoła ma stwarzać uczniom warunki do nabywania wiedzy i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania problemów z wykorzystaniem metod i technik wywodzących się z informatyki, w tym logicznego i algorytmicznego myślenia, programowania, posługiwania się aplikacjami komputerowymi, wyszukiwania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł, posługiwania się komputerem i podstawowymi urządzeniami cyfrowymi oraz stosowania tych umiejętności na zajęciach z różnych przedmiotów m.in. do pracy nad tekstem, wykonywania obliczeń, przetwarzania informacji i jej prezentacji w różnych postaciach. Szkoła ma również przygotowywać ich do dokonywania świadomych i odpowiedzialnych wyborów w trakcie korzystania z zasobów dostępnych w Internecie, krytycznej analizy informacji, bezpiecznego poruszania się w przestrzeni cyfrowej, w tym nawiązywania i utrzymywania opartych na wzajemnym szacunku relacji z innymi użytkownikami sieci.²

¹ ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ1) z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 lutego 2017 r. poz. 353

² ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ1) z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym,

Ważnym elementem kształcenia informatycznego jest umiejętność **programowania** rozumiana, jako proces składający się z identyfikacji i specyfikacji problemu, znalezienia rozwiązania i próby zalgorytmizowania etapów tego rozwiązania. Końcowym efektem może być przetestowanie poprawności uzyskanego algorytmu, ewentualnej jego korekty za pomocą odpowiedniej aplikacji lub języka programowania. Taki sposób podejścia do programowania wspomaga kształtowanie logicznego i precyzyjnego myślenia, kreatywności, otwartości na podejmowanie nowych działań, rozwija umiejętności w zakresie nie tylko stawiania pomysłów, ale też ich weryfikowania. Sprzyja zespołowej organizacji pracy i realizacji wspólnych projektów.

Począwszy od klasy IV zajęcia informatyki stają się **bardziej sformalizowane** – uczniowie samodzielnie tworzą ilustracje, historyjki, ale też poszukują w sieci przydatnych informacji i wykorzystują je do kreowania własnych rozwiązań, tworzenia prostych algorytmów opartych na poleceniach sekwencyjnych, warunkowych i iteracyjnych. Uczeń potrafi napisać i przetestować prosty program przydatny do sterowania robotem lub obiektem na ekranie komputera. Programując w języku wizualnym, uczniowie mogą korzystać z wbudowanych funkcji, ale również tworzyć własne polecenia.

Przygotowywane prezentacje multimedialne powinny być czytelne, oryginalne, wykorzystane filmy i dźwięki powinny być własnym wytworem ucznia. Uczeń kończący szkołę podstawową powinien umieć omówić budowę i funkcjonowanie podstawowych sieci komputerowych (domowej, szkolnej) oraz przedstawić elementy historii rozwoju informatyki.

Podczas zajęć zarówno indywidualnych, jak i grupowych, każdy uczeń powinien mieć osobny komputer z dostępem do Internetu i odpowiednim oprogramowaniem.

Realizacja zajęć informatycznych może być prowadzona w różny sposób, zarówno metodami tradycyjnymi, jak i z użyciem metod aktywizujących, np. dramy. W każdym przypadku warto przedstawić rozwiązanie w postaci schematu blokowego czy listy kroków prowadzących do rozwiązania. W klasach VII – VIII można przy **programowaniu wizualnym i tekstowym** wykorzystać środowiska bezpłatne udostępnione w sieci.

Cele kształcenia informatycznego w szkole **ponadpodstawowej** na **poziomie rozszerzonym** są takie same, jak na innych etapach edukacyjnych. Najważniejszym celem kształcenia informatycznego uczniów jest rozwój **myślenia komputacyjnego**.

Myślenie komputacyjne to proces znajdowania rozwiązań do skomplikowanych otwartych problemów. Wychodzi od analizy pewnego zbioru danych i według większości źródeł składa się z czterech etapów: dekompozycji (rozkładu na składowe danego problemu), zidentyfikowania występujących w nim prawidłowości (analiza), abstrahowania (eliminowania nieistotnych elementów) i tworzenia algorytmu (rozwiązanie danego problemu krok-po-kroku).

Na myślenie komputacyjne składają się następujące umiejętności i postawy:

UMIEJĘTNOŚCI

1. **Formułowanie problemów** – rozpoznawanie, nazywanie problemów, zadawanie odpowiednich pytań
2. **Zbieranie danych** – określanie rzetelności danych i wiarygodności źródeł informacji
3. **Rozkładanie na części** – porządkowanie danych, dzielenie zadań na mniejsze
4. **Rozpoznawanie schematów** – klasyfikowanie (tworzenie zbiorów), rozpoznawanie podobieństw, znajdowanie istotnych i nieistotnych różnic, uogólnianie
5. **Abstrahowanie i tworzenie modeli** – usuwanie zbędnych informacji, upraszczanie, tworzenie modeli
6. **Tworzenie algorytmów** – ustalanie kolejnych kroków i tworzenie zasad, sekwencja, rekurencja (powtarzalność procedur i czynności)
7. **Wykrywanie i diagnozowanie błędów** – wyszukiwanie, znajdowanie i analizowanie błędów
8. **Zrozumiałe i skuteczne komunikowanie się** – formułowanie zrozumiałych komunikatów, dostosowanych do odbiorcy (komputera lub innych ludzi), kodowanie, przedstawianie (symbole i znaki)
9. **Ocenianie** – rozpoznawanie kryteriów wartościowania, określanie priorytetów, ocenianie prototypów i rozwiązań
10. **Logiczne myślenie** – wyciąganie wniosków, rozpoznawanie błędów logicznych, argumentowanie

POSTAWY I NAWYKI

1. **Poszukiwanie** – eksperymentowanie, swobodne i otwarte poszukiwanie rozwiązań, zabawa z rozwiązaniami
2. **Kreatywność i pomysłowość** – rozwijanie i wykorzystywanie wyobraźni, wymyślanie nowych rozwiązań
3. **Udoskonalanie** – krytyczne podejście do efektów swojej pracy i nastawienie na ich ciągłe udoskonalanie i poprawianie
4. **Wytrwałość i cierpliwość** – trwanie w dążeniu do celu, opanowanie w oczekiwaniu na efekty, świadomość konieczności poniesienia wysiłku
5. **Współpraca** – praca w grupie i parach
6. **Zdrowy dystans do technologii** – zastanawianie się nad ograniczeniami technologii i krytyczny stosunek do niej

Zakłada się, że na poziomie rozszerzonym dobrze są już ukształtowane u uczniów umiejętności **myślenia komputacyjnego**, pozwalające na twórcze rozwiązywanie problemów z różnych dziedzin. Proponowane uczącym się zagadnienia **algorytmiczne** wiążą się z zagadnieniami z **innych przedmiotów** (np. matematyki) oraz z problemami związanymi z **funkcjonowaniem w rzeczywistości cyfrowej** (np. dotyczącymi szyfrowania informacji w sieci), **codziennej** (np. wykorzystanie projektowania trójwymiarowego). Trudniejsze techniki i metody algorytmiczne uczeń może poznawać na przykładach lub w odpowiednich aplikacjach.

Preferowanym sposobem realizacji treści informatycznych jest **projekt edukacyjny**, uwzględniający zainteresowania uczniów. Dobrym uporządkowaniem wiadomości, rozwijaniem kreatywności i samodzielności jest praca w **wirtualnej chmurze, na platformie edukacyjnej**, czy przy prowadzeniu obliczeń w arkuszu kalkulacyjnym wzbogaconym programami wytworzonymi w wbudowanym języku programowania. Uczniowie mogą wykorzystać bazy danych osadzone w sieci, a przy tworzeniu stron

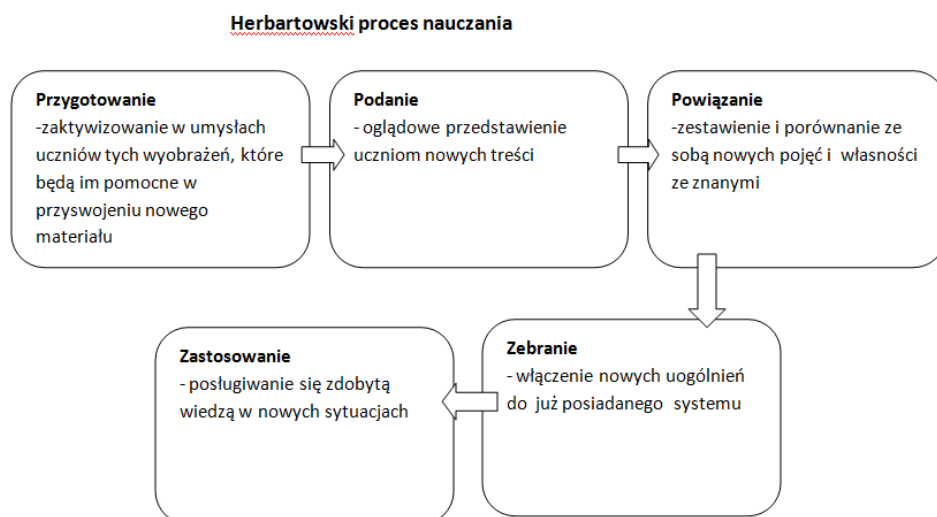
WWW programować elementy strony internetowej połączone z danymi z takiej bazy. Uczniowie mogą w ten sposób zdobywać wiadomości nie tylko w szkole, ale i w warunkach pozaszkolnych. Sami kreują zawartość zasobów taką, jak dokumenty, quizy, wiki, fora, zadania.

3. Systemy dydaktyczne preferowane w nowoczesnym kształceniu matematycznym i informatycznym

3.1. Współczesne trendy edukacyjne

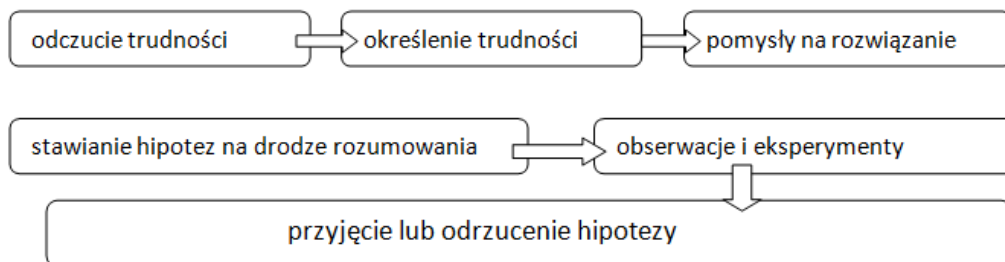
Zmieniająca się rzeczywistość, łatwy dostęp do informacji, wymusza ciągłą ewaluację sposobów kształcenia, opartych na wypracowanych w przeszłości systemach dydaktycznych. Współczesne trendy edukacyjne proponują łączenie różnych koncepcji, przetwarzanie ich i dostosowywanie do aktualnych potrzeb uczących się pokolenia C.

Dydaktyki matematyki i informatyki wykorzystują zarówno tradycyjne elementy dydaktyki **herbartowskiej** (gdzie proces nauczania ma przebiegać od wyobrażeń do pojęć i od pojęć do umiejętności o charakterze teoretycznym), dydaktyki **progresywistycznej**, jak i zdobywcze **neurodydaktyki**.



Dydaktyka **progresywistyczna** zakłada zarówno rozwój uczniowskiego intelektu, jak i myślenia, działania, spostrzegania, formułowania i rozwiązywania problemów teoretycznych oraz praktycznych, powiązanych z życiem codziennym. Poznanie i wiedza stanowią narzędzia, którymi człowiek posługuje się w pokonywaniu różnorodnych trudności i rozwiązywaniu problemów. W procesie kształcenia nauczyciel pełni w dużej mierze rolę obserwatora. Dominuje uczenie się oparte na rozwiązywaniu problemów, ważną rolę pełni samokontrola i założenie, że uczeń zdobywa wiedzę nie tylko w szkole.

Progresywistyczne etapy myślenia



Kształcenie oparte o osiągnięcia **neurodydaktyki** bazuje na ciekawości poznawczej uczniów, wykorzystuje silne strony mózgu, łączy wiedzę czysto kognitywną z emocjami, pozwala uczniom na stawianie hipotez i samodzielne szukanie rozwiązań, nie ogranicza się jedynie do czysto werbalnego przekazu, odwołuje się do wielu modalności i ułatwia łączenie pojedynczych informacji w spójną całość. Bardzo istotnym elementem i warunkiem osiągnięcia sukcesu jest założenie, że ludzie są z natury ciekawi świata i chcą go rozumieć. Pociąga ich nieznanne, nietypowe. Kreatywność uczących się można poprzez zadawanie intrygujących pytań, wykorzystanie nietypowych gadżetów.

Współczesne trendy w edukacji matematycznej i informatycznej, zakładają, że proces nauczania – uczenia się jest najbardziej efektywny, gdy uczniowie przyswajają sobie podstawy usystematyzowanej wiedzy oraz zdobywają określone umiejętności, zarówno w drodze samodzielnych poczynań badawczych, jak i w drodze działalności sprowadzającej się do przyjmowania niektórych informacji w postaci gotowej. Asymilacja wiedzy i umiejętności sprzyja kształtowaniu zdolności do opisywania świata i do jego zmieniania.

Konieczne jest rozwijanie zarówno myślenia konkretno–wyobraźniowego, jak i abstrakcyjnego. Kształtowaniu pożądanych umiejętności sprzyja interaktywny, różnorodny charakter zadań i czynności wykonywanych przez nauczyciela i uczniów.

2.2 Konstruktywistyczna koncepcja kształcenia matematycznego i informatycznego

U podłoża współczesnego kształcenia matematycznego i informatycznego leżą teorie związane z **konstruktywizmem**. Konstruktywizm interpretuje wiedzę, jako konstrukcję ludzkiego umysłu. Istotny jest proces zdobywania wiedzy w wyniku aktywności uczącego się, budującego swoją rzeczywistość. Uczący się jest wytwórcą struktur własnej wiedzy, a nie jedynie rejestratorem informacji przekazanych przez nauczyciela³

Teorie uczenia się oparte na konstruktywizmie podkreślają aktywność jednostki w zdobywaniu wiedzy. Postrzegają przyrost wiedzy jako proces, który odbywa się w ciągłej interakcji z otoczeniem i konfrontacji z już posiadaną wiedzą, aby w efekcie doprowadzić do rekonstrukcji własnego świata. Ważną rolę w rozwoju poznawczym młodego człowieka odgrywają interakcje z osobami posiadającymi określoną wiedzę, umiejętności i inne kompetencje. Taką osobą jest najczęściej

³³Na podstawie Bruner J..S., Haste H., Making sense. The child's construction of the world, New York: Methuen 1987

nauczyciel, zapoznający uczącego się z kodem językowym pozwalającym na wykorzystanie narzędzi matematyki czy informatyki. Uczący się jest wtedy aktywnym interpretatorem (a nie biernym) rejestratorem i budowniczym struktur wiedzy z dostępnych informacji. Potrafi też przekształcić wiedzę w umiejętności i zastosować je w praktyce.

Cele konstruktywistyczne w odniesieniu do edukacji matematycznej i informatycznej⁴

- wspomaganie rozwoju umysłowego uczącego się, poprzez tworzenie w jego umyśle odpowiednich schematów poznawczych i rozwijanie myślenia operacyjnego,
- zbieranie przez uczącego się doświadczeń niezbędnych do kształtowania odpowiednich pojęć,
- stymulowanie rozumowań matematycznych i informatycznych, samodzielność myślenia i krytycyzmu ,
- rozwijanie umiejętności przetwarzania rzeczywistości na struktury abstrakcyjne,
- stosowanie wytworzonej wiedzy w konkretnych sytuacjach.

2.3 Strategia kształcenia wyprzedzającego

Istotą kształcenia wyprzedzającego jest aktywne organizowanie i przyswajanie wiadomości przez uczniów przed lekcją w procesie samodzielnego zbierania informacji, a także przez poszukiwanie odniesień we własnej dotychczasowej wiedzy w związku z tematem, który ma być ostatecznie omawiany na lekcji⁵.

Kolejne kroki strategii kształcenia wyprzedzającego

Samodzielne zbieranie informacji i przekształcanie ich w wiadomości

Budowanie osobistej wiedzy przedmiotowej poprzez tworzenie komunikatów, wykonywanie zadań

Systematyzowanie zdobytej wiedzy z udziałem nauczyciela

Dużą rolę w realizacji koncepcji kształcenia wyprzedzającego pełni wykorzystanie środowiska cyfrowego technologii informacyjno–komunikacyjnych. Uczniowie korzystają z TIK do pozyskiwania potrzebnych informacji, a także do porozumiewania się z sobą i z nauczycielem.

⁴⁴ Na podstawie Semadeni Z., Podejście konstruktywistyczne do edukacji wczesnoszkolnej, ORE, Warszawa 2016 r.

⁵ Red. Dylak S., Strategia kształcenia wyprzedzającego, Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej, Poznań 2013

Etapy strategii kształcenia wielostronnego:

- aktywizacja – uczniowie aktywizują swoją wiedzę bazową – posługują się wyobrażeniami, odwołując się do doświadczeń z życia codziennego,
- przetwarzanie - odbywa się pod wpływem wyraźnie określonych przez nauczyciela zadań dydaktycznych, ale bez jego bezpośredniej obecności i kontroli. Na podstawie wskazanych lub przygotowanych przez nauczyciela materiałów dydaktycznych na dany temat uczniowie rozwiązują zadania. Mogą tworzyć też materiał, które prezentują w przestrzeni cyfrowej (np. prezentacje multimedialne, filmy, animacje).
- systematyzacja – czasie zajęć edukacyjnych, w obecności nauczyciela, prezentują zabrane materiały. Nauczyciel uzupełnia, interpretuje, systematyzuje, odpowiada na pytania, tak, aby uczniowie mogli dokonać korekty w swoich notatkach. Zajęcia te są podsumowaniem i usystematyzowaniem wiedzy na dany temat.
- ocena i ewaluacja – uczniowie orzekają o swojej pracy, sukcesach, porażkach, określają przyrost wiedzy i umiejętności. Nauczyciel ocenia pracę uczniów w oparciu o kryteria wcześniej opracowane wspólnie z uczniami.

W edukacji wyprzedzającej celem zajęć edukacyjnych staje się ugruntowanie wiadomości, korekta rozumienia, doskonalenie określonych umiejętności czy wreszcie rozwiązanie ewentualnych problemów. W dużym stopniu zmienia się również środowisko – z klasowo-lekcyjnego na internetowe, znacznie bogatsze i intelektualnie bardziej wymagające.

2.4 Edukacja kreatywna

W edukacji matematycznej i informatycznej proces przyswajania pojęć często opiera się na **nauczaniu problemowych** – na teorii **reprezentacji wiedzy i teorii twórczego kształtowania pojęć**. Obrazem wykonania zadania może być w tym przypadku reprezentacja ikoniczna (np. diagram, schemat blokowy). Chęć doprecyzowania obrazu wymusza sformułowanie reprezentacji symbolicznej (np. stworzenia programu komputerowego). Teraz trzeba określić reguły decyzyjne wykonywania, przy spełnionych warunkach, danych operacji, a całościowe powiązanie warunków reguł i operacji prowadzących do wykonania zadania da reprezentację enaktywną (np. symulację). Dopiero proces prowadzący od reprezentacji ikonicznej do enaktywnej kształtuje pojęcia dotyczące wykonania danego zadania.

We współczesnej edukacji wspomaganej zaawansowaną technologią informacyjną, wiodącą rolę odgrywają **systemy ekspertowe**, oparte na pojęciach z zakresu sztucznej inteligencji. Zakładają one rozwiązywanie przez uczniów złożonych problemów na podstawie analizy baz wiedzy, a nie przy wykorzystaniu prostych algorytmów. Taki sposób kształtowania pożądaných umiejętności motywuje uczącego się do wykonywania zadań nie tylko po to, aby uzyskać wysoką ocenę, ale aby stać się ekspertem w danym zagadnieniu. Uczący się nie tylko wykonuje określone zadania w procesie dydaktycznym, ale może brać też czynny udział w tworzeniu systemów ekspertowych. Uczeń wykorzystuje system multimedialny odpowiadający jego stylowi uczenia się. Przy czym najbardziej skuteczne środki multimedialne to takie, które wymuszają aktywne uczestniczenie uczącego się w przetwarzaniu informacji (np. uczestniczenie w grach komputerowych). Są zatem nie tylko źródłem informacji w procesie nauczania, ale także narzędziem weryfikacji posiadanych wiadomości. Spełniają funkcje kształcenia wielostronnego: informacyjną, badawczą, transformacyjną i samokształceniową.

Edukacja kreatywna, której składnikami są nauczanie problemowe i ekspertowe, stymuluje elastyczność, skuteczne zarządzanie wiedzą, własnymi zdolnościami i kompetencjami. Zachęca do zaplanowania i realizacji odpowiednich strategii działań.

Zgodnie z jej założeniami, wykorzystanie technologii multimedialnych powinno odbywać się z uwzględnieniem następujących zasad:⁶

- zasada interaktywności – system multimedialny powinien pobudzać do aktywnego uczestniczenia w tworzeniu i uaktywnianiu wytworów multimedialnych oraz korzystaniu z nich
- zasada operatywności (forsingu) – system multimedialny powinien wymuszać wykonywanie przez użytkownika, opanowanych przez niego wcześniej standardowych operacji, sprzyjających adekwatnemu przekazaniu mu wiedzy i kształtowaniu umiejętności oraz tworzenie na ich podstawie w możliwie najprostszy sposób nowych użytecznych operacji.
- zasada efektywności – im większa złożoność czynnościowa procesu uczenia się korzystania i samego korzystania z systemu multimedialnego, tym mniejsza efektywność komunikacji użytkownika z tym systemem.

2.5 Wybrane metody edukacji matematycznej i informatycznej z wykorzystaniem przestrzeni cyfrowej

- **Eksperyment**⁷ – angażuje szeroki obszar dyspozycji poznawczych, rozwija podstawowe sprawności intelektualne. Można go prowadzić zarówno metodami tradycyjnymi, jak i wykorzystując przestrzeń cyfrową (np. do pozyskiwania potrzebnych informacji lub współpracy wirtualnej z innymi badaczami prowadzącymi elementy eksperymentu).
Etapy eksperymentu:
 - ✓ gromadzenie informacji, opisanie napotkanych trudności, sformułowanie problemu,
 - ✓ postawienie hipotez, które są zarazem wyznacznikiem postępowania badawczego. wyodrębnienie i zdefiniowanie zmiennych niezależnych oraz zależnych,
 - ✓ realizacja założeń eksperymentu - uruchomienie działania zmiennej niezależnej i obserwowanie wyników tej ingerencji,
 - ✓ opis wyników, wnioskowanie oraz prezentacja wniosków, a także ich interpretacja w kontekście posiadanej wiedzy.
- **Uczenie się pojęć** – oparte jest na podawaniu przykładów i kontrprzykładów rozpoznawania wzorca według jego istotnych cech. Mogą być one samodzielnie pozyskiwane przez uczniów z Internetu. Najczęstsze sposoby uczenia się pojęć to metody oparte na dedukcji – od reguły do przykładu lub metody oparte na indukcji – od przykładu do reguły.
- **Blended learning** - metoda łącząca tradycyjne, stacjonarne nauczania, z nauczaniem z aktywnościami prowadzonymi zdalnie za pomocą komputera.
- **Rozszerzona rzeczywistość** - to system łączący świat rzeczywisty z obrazami wytworzonymi przez komputer. Można na przykład wykorzystać obraz z kamery, na który nałożona jest grafika w 3D.

⁶ <http://www.math.uni.opole.pl/~ebryniarski/DYD2.pdf>

⁷ Na podstawie https://edustore.eu/download/Strategia_Kształcenia_Wyprzedzajacego.pdf

- **WebQuest** – to jeden z rodzajów metody projektów, generującej samodzielną pracę badawczą uczniów. Instrukcja do pracy umieszczona jest na stronie internetowej. Uczniowie mogą łączyć się w grupy z różnych szkół, miast, a nawet państw. Materiały mogą pozyskiwać zarówno ze źródeł wirtualnych, jak i tradycyjnych.
- **Grywalizacja** - wykorzystanie mechanizmów znanych z gier. W kontekście edukacyjnym 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. Gamifikacja obok edukacji z wykorzystaniem gier (game based learning) jest jedną z form edukacji przez rozrywkę (edutainment). Model edukacyjny, jakim jest gamifikacja, można podzielić na trzy etapy:
 - jasne określenie celów gry, umiejętności i wiedzy, które ma zdobyć uczeń,
 - przedstawienie dokładnych zasad gry i warunków oceniania,
 - poznanie zadań, które uczniowie mają w trakcie gry zrealizować, i zasady otrzymywania za nie punktów.
 Część zadań może uwzględniać wykorzystanie technologii cyfrowych i zasobów Internetu.
- **Nauczanie w środowisku elektronicznym 3D – Second Life**- poszerza i uzupełnia proces dydaktyczny przez przeniesienie do alternatywnej rzeczywistości elektronicznej. W matematyce najczęściej wykorzystuje się metodę do wizualizacji brył. Second Life jest również przeglądarką, gdzie są dostępne np. interaktywne muzea i różnorodnie wizualizowane materiały.
- **E-portfolio** - tworzona przez właściciela kolekcja cyfrowych obiektów demonstrujących doświadczenia, osiągnięcia i dowody związane z umiejętnościami i kompetencjami lub z procesem uczenia się. Uczeń tworząc elektroniczne artefakty gromadzi zdjęcia lub filmiki wideo, skany, opisy. Kolekcjonuje, selekcjonuje klasyfikuje materiały. Kluczowym momentem tworzenia e-portfolio jest refleksja, autorefleksja, informacja zwrotna.
- **Edutainment** – łączenie nauki z rozrywką, przy wykorzystaniu różnego typu programów symulacyjnych, gier i zabaw.

4. Multimedia szczególnie przydatne w matematyce i informatyce na poziomie rozszerzonym

- Video - interaktywne symulacje eksperymentów
- Gry edukacyjne
- Materiały audio
- Interaktywne ćwiczenia
- Baza testów samosprawdzających
- Aplety
- Sprawdzarka programów

5. Krótka charakterystyka i uzasadnienie wykorzystania danego multimedium w matematyce i informatyce

- film – możliwość atrakcyjnego wprowadzenia lub rozwinięcia tematu lekcji, np. poprzez zastosowanie fabuły, doboru obrazów i przykładów, zaprezentowania nowych elementów podczas lekcji, wyjaśnienia pojęć, pobudzenie wyobraźni uczniów, film może mieć charakter tutorialu, instruktażu do wykonywania przez ucznia zaplanowanych czynności,
- nagranie audio, audiobook – możliwość komentowania przedstawianych przykładów i toku rozumowania i/lub rozwiązywania problemu,
- prezentacja multimedialna – możliwość przedstawienia w logicznym ciągu przebiegu rozumowania lub wyjaśnienia nowych pojęć, podzielonego na poszczególne slajdy,
- galeria zdjęć (grafiki) – możliwość zilustrowania zagadnień dotyczących danego tematu, pożądany realizm wizualny - przedstawianie kształtów zgodne z rzeczywistością, staranność w wiernym odtworzeniu obiektów i zjawisk,
- symulacja – możliwość przeprowadzenia eksperymentu przez ucznia, np. wykonanie obliczeń dla różnych danych i przeanalizowanie wyników,
- aplety – ilustracja zależności geometrycznych, wykresy funkcji na płaszczyźnie, w układzie współrzędnych,
- ćwiczenia interaktywne – sprawdzenie ukształtowanych umiejętności, różne typy gier i zabaw, zastosowanie i funkcjonalność ćwiczeń ze względu na ich różnorodność, typ, przeznaczenie, interaktywność, poziom trudności, informację zwrotną, możliwość wielokrotnego rozwiązywania,
- testy interaktywne – sprawdzenie zrozumienia i przyswojenia prezentowanych treści, z możliwością analizowania ze względu na ich różnorodność, typy zadań, obsługę zadań otwartych, drukowanie,
- infografika – rysunki, ilustracje, grafy, tabele,
- schematy interaktywne – zapisanie algorytmu w formie schematu blokowego z możliwością weryfikacji kolejności bloków oraz analizy poprawności algorytmu, poprzez śledzenie wartości zmiennych,
- testerka (sprawdzarka) – system automatycznego sprawdzania kodów źródłowych programów, możliwość uzyskania natychmiastowej informacji zwrotnej przez ucznia, czy poprawnie napisał program, zapewnienie obiektywizmu oceny rozwiązania, stworzenie rankingów - wykorzystanie chęci rywalizacji.

6. Źródła:

Bibliografia

- Red. Hojnacki L., Mobilna edukacja. Rewolucja w nauczaniu – poradnik dla edukatorów, Technik Global, Warszawa 2013 r.
- Bruner J.S., Haste H., Making sense. The child's construction of the world, New York: Methuen 1987
- Semadeni Z., Podejście konstruktywistyczne do edukacji wczesnoszkolnej, ORE, Warszawa 2016 r.
- Dylak S., Strategia kształcenia wyprzedzającego, Ogólnopolska Fundacja Edukacji Komputerowej, Poznań 2013
- Red. Tomaszewska – Wieczorek M., Dydaktyka cyfrowa epoki smartfona. Analiza cyfrowych aspektów dydaktyki gimnazjum i szkoły średniej, Stowarzyszenie Miasto w Internecie, 2013
- Khan S., Akademia Khana. Szkoła bez granic, Media Rodzina, Poznań 2013
- Lorens R., Nowe technologie w edukacji, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa, 2011
- Bednarek J., Multimedia w kształceniu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008

Netografia

<http://www.bc.ore.edu.pl/dlibra/doccontent?id=845> [dostęp 6.05.2017]

https://pl.wikipedia.org/wiki/System_dydaktyczny [dostęp 20.04.2017]

http://www.pdg.ug.edu.pl/studenci/wspolczesne_koncepcje.pdf [dostęp 21.04.2017]

http://encyklopediadziecinstwa.pl/index.php?title=Konstruktywizm_jako_teoria_uczenia_si%C4%99
[dostęp 22.04.2017]

<http://webquest.org/sdsu/taskonomy.html> [dostęp 18.05.2017]