

Praca z uczniem zdolnym w projekcie *Fascynujący świat nauki*

Małgorzata Wysocka-Kunisz, Aldona Kubala-Kukuś

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Instytut Fizyki

Wstęp

Wraz z wprowadzeniem w 2009 roku nowej postawy programowej pojawiło się zalecenie, że *nauczyciele – i szkoła – mają za zadanie tak organizować pracę, żeby jak najskuteczniej wychodzić naprzeciw indywidualnym potrzebom, trudnościom i zainteresowaniom uczniów* [1]. Różnorodne zadania i pomoc powinna dotyczyć nie tylko uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi ale również, uczniów zdolnych chętnie rozwijających swoje pasje czy zainteresowania. Od tego momentu pojawiły się, mniej lub bardziej sformalizowane inicjatywy, czy to w szkołach, czy na szczeblu wojewódzkim, mające na celu wypracowanie jak najlepszego modelu pracy z uczniami zdolnymi. Również w województwie świętokrzyskim zaproponowano projekt systemowy *Świętokrzyski System Wspierania Talentów – Fascynujący Świat Nauki* realizowany w ramach Priorytetu IX Rozwój wykształcenia i kompetencji w regionach, Działania 9.1 Wyrównywanie szans edukacyjnych i zapewnienie wysokiej jakości usług edukacyjnych świadczonych w systemie oświaty, Poddziałania 9.1.2 Wyrównywanie szans edukacyjnych uczniów z grup o utrudnionym dostępie do edukacji oraz zmniejszanie różnic w jakości usług edukacyjnych PO KL.

Celem pracy jest przedstawienie projektu *Zwykła, niezwykła woda* przeznaczonego dla uczniów uzdolnionych z fizyki, realizowanego w ramach projektu systemowego *Fascynujący Świat Nauki*.

Charakterystyka projektu systemowego *Fascynujący świat nauki*

Projekt *Fascynujący świat nauki* przeznaczony był dla uczniów zdolnych z terenu województwa świętokrzyskiego i zakładał wsparcie minimum 384 z nich. Uczniowie wybitnie zdolni charakteryzują się wysoką inteligencją, są otwarci na wiedzę, twórczy i na ogół mają silną motywację do nauki. Przy rozpoznawaniu wybitnych zdolności, z reguły stosuje się jedno z dwóch kryteriów: psychologiczne, najczęściej obejmujące stosowanie testów badających poziom inteligencji i zdolności specjalnych oraz pedagogiczne, zastosowane w projekcie, odwołujące się osiągnięć ucznia. Do projektu wybrano przede wszystkim uzdolnionych kierunkowo (w danej dziedzinie) laureatów i finalistów, trzech konkursów przedmiotowych (humanistyczny, matematyczno-przyrodniczy, języka angielskiego) na poziomie szkoły podstawowej i jedenastu konkursów na poziomie gimnazjum (język polski, historia, matematyka, fizyka, biologia, geografia, chemia, język angielski, język rosyjski, język niemiecki, informatyka, interdyscyplinarny – humanistyczny i interdyscyplinarny – matematyczno-przyrodniczy).

Fascynujący świat nauki ukierunkowany był przede wszystkim na:

- rozwijanie kompetencji naukowych uczniów w zakresie formułowania pytań i wyciągania wniosków;
- rozwijanie u uczniów umiejętności rozpoznawania swoich mocnych stron oraz organizowania własnego procesu uczenia się, zarówno indywidualnie jak i w grupie;
- wzrost umiejętności uczniów w zakresie wykorzystywania nowoczesnych technologii informatycznych do pozyskiwania, tworzenia, prezentowania i wymiany informacji;

oraz zakładał także

- wzrost kompetencji nauczycieli w zakresie podejmowania i organizowania współpracy z instytucjami działającymi na rzecz edukacji, ukierunkowanej na wsparcie uczniów zdolnych [2].

Do najważniejszych zadań projektowych należało przygotowanie platformy e-learningowej, opracowanie zasobów dydaktycznych umożliwiających realizację edukacyjnych projektów badawczych oraz oczywiście realizacja projektów badawczych w formie kampusów naukowych, seminariów naukowych, warsztatów badawczych i konsultacji e-learningowych dla uczniów.

Realizację projektu rozłożono na cztery etapy, w ciągu jednego roku kalendarzowego:

Etap I (I-III. 2014 r.)

- Wniosek aplikacyjny
- Dokumentacja projektowa, w tym dokumentacja przetargowa
- Wyłonienie personelu projektowego

Etap II (III-IV)

- Konferencje promocyjne
- Rekrutacja uczestników projektu
- Opracowanie edukacyjnych projektów badawczych

Etap III (V-X)

- Tematyczne seminaria naukowe
- Tematyczne warsztaty badawcze
- Wyjazdy edukacyjne
- Letnie Akademie Naukowe

Etap IV (XI – XII)

- Konferencja podsumowująca
- Upowszechnienie produktów projektu
- Rozliczenie i zamknięcie projektu

W ramach *Fascynującego świata nauki* dla poszczególnych grup przedmiotowych zrealizowano w sumie szesnaście projektów badawczych, prowa-

dzonych metodą blendedlearningową, obejmującą zarówno tradycyjne metody takie jak seminaria naukowe i warsztaty badawcze, jak i zajęcia e-learningowe. Zajęcia prowadzone były w oparciu o metodę związaną z nauczaniem problemowym. Uczniowie realizowali edukacyjne projekty badawcze nie dla uzyskania określonego produktu, ale dla rozwiązania problemu. Założono, że poszukiwanie tego rozwiązania pozwoli im nabyć określone umiejętności i poszerzyć wiedzę z danego tematu.

Projekt edukacyjny z fizyki

Charakterystyka edukacyjnego projektu badawczego

W ramach projektu systemowego *Fascynujący świat nauki* uczniowie gimnazjów, uzdolnieni w zakresie fizyki, realizowali projekt *Zwykła, niezwykła woda* [3]. Planując zadania projektowe i zajęcia założono, że cele edukacyjnego projektu badawczego z fizyki powinny korelować z tymi zawartymi w obowiązujących dokumentach oświatowych.

Zgodnie z obowiązującą podstawą programową zawartą w *Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół* z 2009 roku i zawartymi w niej celami kształcenia ogólnego na III i IV etapie edukacyjnym, uczniowie powinni:

- przyswajając określony zasób wiadomości na temat faktów, zasad, teorii i praktyk;
- zdobywać umiejętności wykorzystania posiadanych wiadomości podczas wykonywania zadań i rozwiązywania problemów;
- kształtować postawy warunkujące sprawne i odpowiedzialne funkcjonowanie we współczesnym świecie.

Uczniowie powinni również kształtować umiejętności – kompetencje ogólne (kluczowe) takie jak:

- czytanie – umiejętność rozumienia, wykorzystywania i refleksyjnego przetwarzania tekstów, w tym tekstów kultury, prowadząca do osiągnięcia własnych celów, rozwoju osobowego oraz aktywnego uczestnictwa w życiu społeczeństwa;
- myślenie matematyczne – umiejętność wykorzystania narzędzi matematyki w życiu codziennym oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym;
- myślenie naukowe – umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa;
- umiejętność komunikowania się w języku ojczystym i w językach obcych, zarówno w mowie, jak i w piśmie;
- umiejętność sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi;

- umiejętność wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy informacji;
- umiejętność rozpoznawania własnych potrzeb edukacyjnych oraz uczenia się;
- umiejętność pracy zespołowej [4].

Celom i kompetencjom ogólnym towarzyszą również cele kształcenia z fizyki, do których należą:

- wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych;
- przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników;
- wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych;
- posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych) [4].

Dla uczniów zdolnych, zainteresowanych fizyką sformułowanorównież dodatkowe cele, wykraczające poza podstawę programową:

- umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie;
- formułowanie problemów badawczych;
- planowanie i przeprowadzanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników;
- wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- posługiwanie się informacjami pochodzącymi z różnych źródeł i ocena ich treści;
- budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk [5].

Uwzględniając cele i strategie dydaktyczne zalecane do realizacji w pracy z uczniami uzdolnionymi w *Fascynującym świecie nauki*[2] oraz te przedstawione w dokumentach oświatowych, sformułowano najważniejsze cele ogólne, a jednocześnie filary (podstawy i założenia) edukacyjnego projektu badawczego z fizyki. Należą do nich:

- rozumienie metody naukowej, polegającej na stawianiu hipotez i ich weryfikacji za pomocą obserwacji i eksperymentów;
- kształtowanie umiejętności wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- planowanie i przeprowadzanie eksperymentów fizycznych i analiza ich wyników;
- wykorzystywanie nowoczesnych technologii informatycznych do pozyskiwania, tworzenia, prezentowania i wymiany informacji [3].

Temat edukacyjnego projektu badawczego i problem do rozwiązania

Przedstawione wcześniej założenia realizowano w projekcie z fizyki pt. *Zwykła, niezwykła woda*. Sformułowano problem badawczy w postaci:

Woda posiada nietypowe (specyficzne) właściwości fizyczne.

Badając problem uczniowie poszukiwali odpowiedzi na pytania szczegółowe.

Przykładowe z takich pytań to:

Dlaczego życie w zbiornikach wodnych nie zamiera w zimie?

Dlaczego ciężkie statki pływają po wodzie?

Jak rośliny pompują wodę?

Jak powstają bańki mydlane?

W jaki sposób powinniśmy ogrzewać wodę?

Dlaczego w piękny słoneczny dzień wiatr wieje od morza?

Czy woda ma wpływ na kształtowanie klimatu na Ziemi?

W jaki sposób woda krąży w przyrodzie?

Jak działa sieć wodociągowa?

Czym różni się lód od śniegu?

Czy woda może pozostawać płynna w temperaturze poniżej zera stopni Celsjusza?

Jak powstaje mgła?

Czy prawdziwe jest powiedzenie: nie ma dwóch identycznych płatków śniegu? [3]

Odpowiedzi na pytania szczegółowe pozwoliły wyjaśnić jakie właściwości fizyczne wody sprawiają, że jest naprawdę niezwykła, że woda to prawdziwy cud natury.

Cele edukacyjnego projektu badawczego

Cele szczegółowe edukacyjnego projektu badawczego związane są bezpośrednio z celami nauczania fizyki i wcześniej określonymi celami ogólnymi. Podczas realizacji projektu uczeń miał możliwość:

- przewidywania przebiegu wybranych zjawisk i procesów;
- korzystania ze znanych praw i zasad fizyki do wyjaśniania wybranych zjawisk zachodzących w przyrodzie;
- przeprowadzania obserwacji i doświadczeń według instrukcji;
- wykonywania pomiarów prostych i złożonych;
- posługiwania się procedurą badawczą typową dla fizyki;
- posługiwania się metodami matematycznymi do opisu zjawisk fizycznych i problemów fizycznych;
- posługiwania się modelami i teorią do przewidywania przebiegu zjawisk i procesów fizycznych;
- posługiwania się technologią informacyjną do wyszukiwania, przekazywania, przetwarzania i analizy danych.

Ponadto miał możliwość:

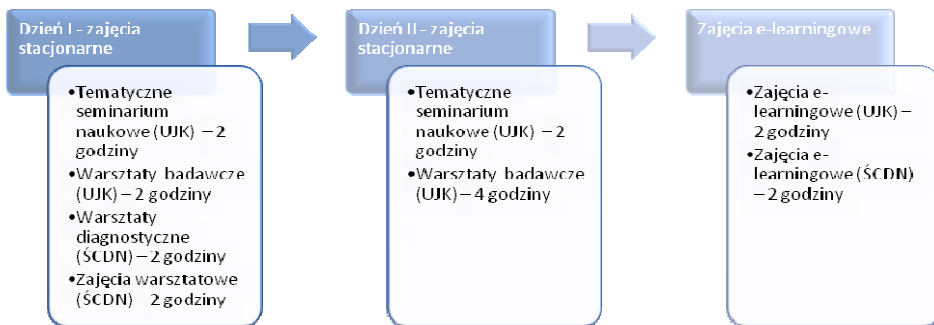
- kształtowania umiejętności przechodzenia z myślenia analitycznego na holistyczne i odwrotnie (posługiwanie się myśleniem indukcyjnym i dedukcyjnym);
- formułowania jasnego i logicznego przekazu;
- rozpoznawania własnych potrzeb edukacyjnych;
- poznania znaczenia roli fizyki i odkryć w rozwoju cywilizacji;
- skutecznego uczenia się w grupie [3].

Planowane zajęcia i ich tematyka

Program zajęć w projekcie *Zwykła, niezwykła woda* obejmował trzy dwudniowe spotkania (zjazdy) zorganizowane w specjalistycznych laboratoriach UJK i Centrum Edukacyjnym Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli (ŚCDN) w Wólce Milanowskiej. Na drugim zjeździe odbył się także wyjazd edukacyjny do Ogrodu Doświadczeń i Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie. Dodatkowo, czwarte spotkanie- Letnią Akademię Naukową, zorganizowano w trakcie wakacji. Ponadto w projekcie odbywała się stała współpraca z uczniami i nauczycielami poprzez platformę e-learningową. Program dla uczniów uzupełniały również spotkania pracowników UJK i ŚCDN z nauczycielami fizyki.

Ścieżkę realizacji edukacyjnego projektu badawczego z fizyki wraz tematyką zajęć przedstawiono na schemacie poniżej.

Zjazd I



Dzień I

Seminarium naukowe (UJK)

- „Woda – jej własności i wpływ na procesy i zjawiska obserwowane w przyrodzie” – wykład problemowy i dyskusja.
Wprowadzenie w tematykę projektu połączone z dyskusją na temat właściwości fizycznych wody. Sformułowanie problemu badawczego (tematu projektu) i określenie jego zakresu tematycznego.

Warsztaty badawcze (UJK)

- Badanie właściwości fizycznych wody – wykonywanie zaplanowanych przez uczniów doświadczeń.

Zajęcia warsztatowe (ŚCDN)

- Moje bańki mydlane. Wykonywanie baniek o różnych kształtach.
- Zastosowania wynikające ze zmiany napięcia powierzchniowego wody.

Dzień II**Seminarium naukowe (UJK)**

- „Dlaczego woda może występować jednocześnie w trzech stanach skupienia?” – wykład problemowy.
- Obliczanie energii w procesach cieplnych dla wody.

Warsztaty badawcze (UJK)

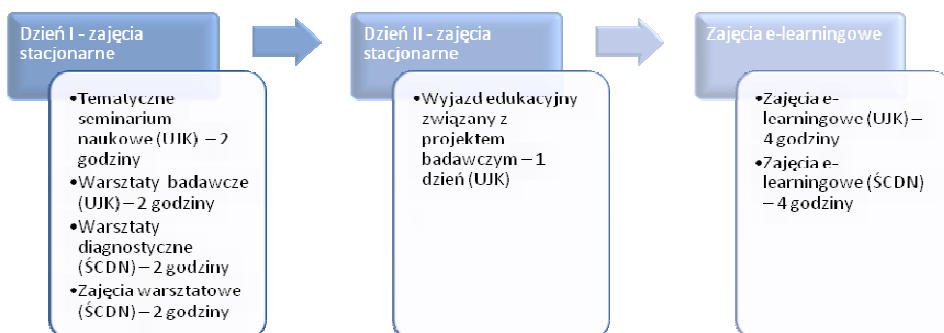
- Wykonujemy pomiary złożone:
- Wyznaczanie ciepła właściwego wody metodą elektrokalorymetryczną.
- Wyznaczanie napięcia powierzchniowego wody i wody z detergentem.
- Wyznaczanie ciepła topnienia lodu.

Pomiędzy zjazdem I i II**Zajęcia e-learningowe (UJK)**

- Wykonywanie obliczeń ciepła właściwego wody na podstawie zebranych na warsztatach badawczych pomiarów.
- Wykonanie wykresu zmian temperatury t od dostarczonej energii E dla wody w procesie cieplnym z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego lub na papierze milimetrowym

Zajęcia e-learningowe (ŚCDN)

- Wytwarzanie baniek mydlanych.
- Dokumentacja fotograficzna.

Zjazd II

Dzień I

Seminarium naukowe (UJK)

- „Na wodzie i w wodzie” – wykład problemowy z pokazami.
- Konkurs – rozwiązywanie zadań problemowych; *Baron Münchhausen opowiada*.

Warsztaty badawcze (UJK)

- Rozwiązywanie zadań doświadczalnych i wykonanie doświadczeń:
- Wyznaczanie gęstości wody i określenie niepewności pomiaru metodą najmniej korzystnego przypadku (NKP).
- Wykorzystanie wagi Mohra do wyznaczania gęstości cieczy.
- Badanie procesu ostygnięcia wody.
- Pokazanie, że szybkość ostygnięcia zależy od różnicy temperatur pomiędzy stygnącym ciałem, a otoczeniem.

Zajęcia warsztatowe (ŚCDN)

Tworzenie interaktywnych quizów na bezpłatnej platformie Kahoot! Zakładanie konta na <https://getkahoot.com/>

Wykorzystanie urządzeń mobilnych uczniów (lub tabletów) do przeprowadzenia przykładowego quizu.

- Tworzenie pytań zawierających tekst.
- Dobieranie pytań z grafiką.
- Osadzanie filmu w pytaniach.

Nabyte umiejętności uczniowie wykorzystali przy tworzeniu quizu z wyjazdu edukacyjnego do Ogrodu Doświadczeń oraz Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie.

Dzień II

- Wyjazd edukacyjny do Ogrodu Doświadczeń oraz Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie.

Zbieranie materiałów do dokumentacji fotograficznej.

Podczas zajęć uczniowie poznawali niektóre prawa fizyczne posługując się przy tym własnymi zmysłami. Udział w warsztatach edukacyjnych oraz w doświadczeniach miał skłonić do refleksji, zadawania pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi.

Pomiędzy zjazdem II a IV

Zajęcia e-learningowe (UJK)

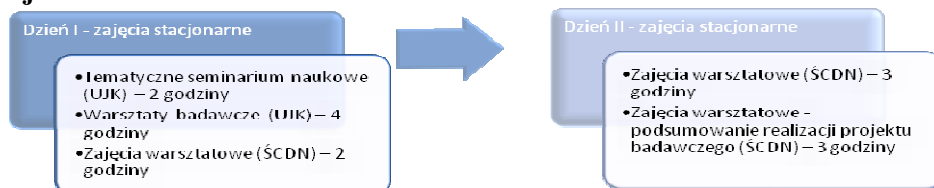
- „Sam przygotowuję”.
Moje samodzielnie zaplanowane i wykonane doświadczenie z wodą w roli głównej. Przygotowanie krótkiej prezentacji albo plakatu z wykonywania doświadczenia.
- Zadanie „Znajdź odpowiedź” – przygotowanie referatu na wybrane pytanie związane z wodą.

Zajęcia e-learningowe (ŚCDN)

- Opracowanie pytań do quizu związanych z zagadnieniami poruszonymi podczas wyjazdu edukacyjnego. Pytania dotyczą właściwości wody oraz zawierają grafikę (np. zdjęcia) oraz filmiki z wyjazdu do Ogrodu Doświadczeń oraz Muzeum Inżynierii Miejskiej w Krakowie.

Zjazd III – Letnia Akademia Naukowa – 2 dni (zajęcia warsztatowe + wyjazd edukacyjny)

Zjazd IV



Dzień I

Seminarium naukowe (UJK)

- „Czy wiemy co pijemy?” – wykład informacyjny. Przedstawienie metod fizyki atomowej wykorzystywanych do określania składu pierwiastkowego wody.

Warsztaty badawcze (UJK)

- Określanie składu pierwiastkowego wody – eksperyment uczniowski.
- „Ja Wam pokażę”: Prezentacja doświadczeń przygotowanych przez uczniów. Podsumowanie zadania *e-learningowego* „Znajdź odpowiedź”.
- Podsumowanie projektu – wykonanie plakatu (kolażu): *Zwykła, niezwykła woda*.

Zajęcia warsztatowe (ŚCDN)

- Czynniki wpływające na odbiór prezentacji:
 - mowa werbalna;
 - mowa niewerbalna;
 - pomoce audiowizualne.

Dzień II

Zajęcia warsztatowe (ŚCDN)

- Ćwiczenia inspirujące do stawiania pytań dotyczących wody, poszukiwania nowych problemów (ćwiczenie „myślenia pytajnego”).
- Kapelusze doktora de Bono.

Zajęcia warsztatowe (ŚCDN)

- Przygotowanie prezentacji projektu.

- Prezentacja prac wykonanych przez poszczególne grupy uczniów.
- Informacja zwrotna dla uczniów.

Zadania realizowane w projekcie *Zwykła, niezwykła woda* ściśle związane są z jego tematyką, założonymi do realizacji celami oraz wybraną metodą (projekt badawczy). Z uwagi na przedstawioną powyżej organizację zajęć kolejne fazy realizacji zadań projektowych wyglądały następująco:

Faza I

Wprowadzenie w tematykę projektu z określeniem problemu badawczego (zjazd I).

Faza II

Określenie celów projektu i zaplanowanie etapów jego realizacji (zjazd I).

Planowany zakres tematyczny projektu:

- Właściwości fizyczne wody.
- Wpływ właściwości fizycznych wody na zjawiska fizyczne występujące w przyrodzie.
- Badanie właściwości fizycznych wody.
- Budowa cząsteczki wody.
- Woda w trzech stanach skupienia i jej różne formy występowania w przyrodzie.
- Zmiany stanów skupienia.
- Analiza różnic w budowie mikroskopowej w trzech stanach skupienia.
- Procesy cieplne w wodzie.
- Wykres zmian temperatury t od dostarczonej energii E dla wody w procesie cieplnym, nazywanie procesów cieplnych na podstawie wykresu $t(E)$.
- Wyznaczanie wielkości fizycznych dla wody (gęstość, ciepło właściwe wody, ciepło topnienia, napięcie powierzchniowe).
- Opracowanie danych przy użyciu arkusza kalkulacyjnego.
- Prawo Archimedes, Pascala, Bernoulliego.
- Warunki pływania ciał.
- Rozwiązywanie zadań obliczeniowych i nieobliczeniowych.
- Określanie składu pierwiastkowego wody.

Faza III

Wykonywanie zaplanowanych działań – czas pomiędzy i w trakcie zjazdów I, II i IV.

Faza IV

Prezentacja rezultatów projektu, Zjazd IV.

Rezultaty

Uzyskane po realizacji edukacyjnego projektu badawczego rezultaty bezpośrednio związane będą z podjętymi w projekcie działaniami oraz z założo-

nymi celami szczegółowymi projektu. Uczniowie samodzielnie opracowali sprawozdanie z wykonanego na zajęciach eksperymentu fizycznego, przygotowywali krótką prezentację lub plakat z samodzielnie zaplanowanego i wykonanego doświadczenia, wykonali wykresy z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego lub na papierze milimetrowym. W trakcie wykonywanych zadań projektowych uczniowie dokumentowali swoją pracę wykonując zdjęcia, filmy, sprawozdania czy prezentacje. Niektóre rezultaty wykonywanych czynności zamieszczane zostały na platformie e-learningowej projektu. Na podsumowanie prac uczniowie przygotowali prezentację oraz plakat - kolaż podsumowujący projekt.

Stosowane metody, sposoby i techniki pracy z uczniem zdolnym

Praca z uczniem zdolnym wymaga stosowania różnorodnych podejść dydaktycznych, a dobór metod i form pracy w dużej mierze zależy od założonego celu zajęć. Ważne jest zarówno zaangażowanie nauczyciela, jak i umiejętność aktywizowania uczniów, zależna od ich potrzeb i oczekiwań. Zadania powinny być jak najlepiej dostosowane do możliwości ucznia; nie za łatwe, żeby nie znudzić i nie za trudne, żeby nie zniechęcić. Często dość proste, ale niestandardowe zadania lepiej pobudzają do myślenia, niż wymagające dużej wiedzy i ponadprzeciętnych zdolności [6].

Przy realizacji projektu z fizyki starano się podtrzymywać i rozbudzać ciekawość poznawczą uczniów, dbano o rozwijanie u uczniów umiejętności zadawania pytań i poszukiwania na nie odpowiedzi. Starano się również, aby uczniowie porządkowali i systematyzowali wiedzę.

Zalecaną w programie *Fascynujący świat nauki* metodą pracy z uczniem zdolnym był projekt edukacyjny o profilu badawczym, z problemem w formie otwartego pytania (PBL – Problem Based Learning – uczenie się w oparciu o problem), który uczył:

- szukania i analizowania informacji;
- krytycznego myślenia;
- stawiania i sprawdzania hipotez;
- przedstawiania i obrony wybranych rozwiązań.

W takim projekcie celem jest twórcze rozwiązanie problemu, a nie uzyskanie określonego produktu. Poprzez rozwiązywanie problemów uczniowie uczą się twórczej, samodzielnej pracy i poszerzają wiedzę z określonego obszaru.

Ponadto realizując projekty edukacyjne:

- kształcimy umiejętności krytycznego korzystania ze źródeł informacji poprzez analizę treści dotyczących nauki, zawartych w prasie, radiu i telewizji;
- wdrażamy uczniów do samodzielnego formułowania wypowiedzi o zagadnieniach fizycznych, prowadzenia dyskusji w sposób terminologicznie i merytorycznie poprawny oraz rozwiązywania prostych i złożonych problemów fizycznych;

- pokazujemy znaczenie, możliwości i piękno fizyki;
- inspirujemy dociekliwość i postawy badawcze uczniów;
- stwarzamy warunki do planowania i prowadzenia eksperymentów oraz analizy ich wyników;
- wykorzystujemy metody komputerowe do budowania modeli i analizy wyników doświadczeń;
- zapoznajemy z możliwościami współczesnych technik badawczych [3].

W projekcie *Zwykła, niezwykła woda* planowano zajęcia w taki sposób, aby upodobnić proces nauczania do procesu badawczego, czyli stosować metodę naukową. Podstawy wiedzy fizycznej wywodzą się z obserwacji i wyników doświadczeń, a badanie rzeczywistości można przedstawić w uproszczeniu przy pomocy cyklu, w którym obserwacja i pomiar stanowią punkt wyjścia do konstruowania hipotez i modeli abstrakcyjnych. Te z kolei są podstawą do wyprowadzenia wniosków, których słuszność sprawdzana jest doświadczalnie. Dane doświadczalne z kolei służą do weryfikacji hipotez i mogą być punktem wyjścia do cyklu następnego (symboliczny schemat poniżej):

obserwacja, pomiar \Rightarrow *hipoteza* \Rightarrow *przewidywanie (model teoretyczny)*
 \Rightarrow *eksperyment (weryfikacja modelu, hipotezy)* \Rightarrow *nowe obserwacje*
 \Rightarrow *zmiana hipotezy* itd.

Zastosowanie przedstawionej procedury - metody naukowej, pozwoliło na pokierowanie procesem poznawczym ucznia w celu rozwijania myślenia naukowego, dostrzegania związku pojęć, opisów i modeli naukowych ze zjawiskami, jakie występują w otaczającym nas świecie [7], [3].

Dbając o wszechstronny rozwój ucznia, a także atrakcyjność prowadzonych zajęć stosowane były również inne, różnorodnie metody nauczania, w tym aktywizujące. W projekcie zaproponowano między innymi: eksperyment, pokaz, burza mózgów, mapa myśli, 6 kapeluszy myślowych Edwarda de Bono, gry dydaktyczne czy kolaż.

Uczniowie pracowali wszyscy, całym zespołem, w małych grupach oraz mieli sposobność pracy indywidualnej.

Najważniejsze formy pracy to:

- seminaria naukowe – w trakcie których przedstawiane były wykłady wspomagane środkami wizualnymi czy pokazami. W trakcie zajęć była również okazja do dyskusji, rozważań i wymiany myśli;
- warsztaty badawcze – na których uczniowie wykonywali różne zadania doświadczalne (np. samodzielnie wykonywali pokazy czy pomiary) oraz ćwiczyli i doskonalili konkretne umiejętności takie jak rozwiązywanie zadań doświadczalnych, obliczeniowych i nieobliczeniowych. Na zajęciach była również okazja do samodzielnego prezentowania przygotowanych przez uczniów prac;

- zajęcia warsztatowe – przeznaczone były nie tylko na wykonywanie konkretnych zadań praktycznych związanych z realizacją projektu, ale dodatkowo służyły rozwijaniu i kształtowaniu kompetencji ogólnych;
- zajęcia e-learningowe – przeznaczone na konsultacje, rozwiązywanie zadań projektowych oraz ćwiczenie umiejętności wykorzystania ICT w uczeniu się [3].

Warunki realizacji edukacyjnego projektu badawczego

Projekt *Fascynujący świat nauki* realizowany był w okresie od maja do września 2014 roku. Uczniowie przywożeni i odbierani byli przez rodziców, a w czasie zjazdów zakwaterowani w Centrum Edukacyjnym w Wólce Milanowskiej. Mieli zapewnione wyżywienie. Beneficjentami byli uczniowie gimnazjów województwa świętokrzyskiego, laureaci i finaliści wojewódzkiego konkursu fizycznego oraz uczniowie wykazujący zdolności w dziedzinie fizyki. Seminaria naukowe prowadzone były w grupie 24-28 osób, a warsztaty badawcze i zajęcia warsztatowe w dwóch grupach po 12-14 osób. Zajęcia odbywały się w pracowniach i laboratoriach Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach oraz w pracowniach Centrum Edukacyjnego Świętokrzyskiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Wólce Milanowskiej.

Oczekiwane osiągnięcia ucznia

Założono, że oczekiwane po realizacji projektu osiągnięcia ucznia będą odnosić się do wiadomości, umiejętności i postaw. Jednak aby mogły zostać osiągnięte ważny jest zasób wiedzy ucznia, na którym nowa wiedza będzie budowana. W projekcie *Zwykła, niezwykła woda* bazę stanowiły treści nauczania – wymagania szczegółowe określone w podstawach programowych z przyrody w szkole podstawowej i z fizyki w gimnazjum. Poniżej przedstawiono te, które bezpośrednio związane były z realizacją projektu.

Uczeń:

- obserwuje i nazywa zjawiska atmosferyczne,
- obserwuje i rozróżnia stany skupienia wody,
- bada doświadczalnie zjawiska: parowania, skraplania, topnienia i krzepnięcia wody,
- posługuje się pojęciem drobina jako najmniejszym elementem budującym materię,
- prezentuje za pomocą modelu drobinowego trzy stany skupienia ciał (substancji),
- opisuje skład materii jako zbiór różnego rodzaju drobin tworzących różne substancje i ich mieszaniny,
- prezentuje na modelu drobinowym właściwości ciał stałych, cieczy i gazów (kształt i ściśliwość),

- podaje przykłady ruchu drobin w gazach i cieczach (dyfuzja) oraz przedstawia te zjawiska na modelu lub schematycznym rysunku,
- obserwuje proste doświadczenia wykazujące rozszerzalność cieplną ciał stałych oraz przeprowadza, na podstawie instrukcji, doświadczenia wykazujące rozszerzalność cieplną gazów i cieczy,
- podaje przykłady występowania i wykorzystania rozszerzalności cieplnej ciał w życiu codziennym, wyjaśnia zasadę działania termometru cieczowego,
- podaje przykłady przemian odwracalnych i nieodwracalnych,
- odróżnia pojęcia: rozpuszczanie i topnienie, podaje przykłady tych zjawisk z życia codziennego,
- bada doświadczalnie czynniki wpływające na rozpuszczanie substancji: temperatura, mieszanie,
- podaje i bada doświadczalnie czynniki wywołujące topnienie i krzepnięcie (temperatura) oraz parowanie i skraplanie (temperatura, ruch powietrza, rodzaj cieczy, wielkość powierzchni),
- odróżnia mieszaniny jednorodne od niejednorodnych, podaje przykłady takich mieszanin z życia codziennego,
- analizuje różnice w budowie mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów,
- posługuje się pojęciem gęstości,
- stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością,
- na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy,
- opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie,
- posługuje się pojęciem ciśnienia hydrostatycznego,
- formułuje prawo Pascala i podaje przykłady jego zastosowania,
- analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy,
- wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa,
- opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie,
- opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu,
- opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny,
- wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia,
- szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych,
- przelicza wielokrotności i podwielokrotności,
- rozróżnia wielkości dane i szukane,
- odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli,
- rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą,

- sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu,
- rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną,
- posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej,
- zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2-3 cyfr znaczących),
- planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru,
- mierzy: masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu [4].

Ponadto kształtowane były wiadomości i umiejętności założone do realizacji na wyższych poziomach kształcenia.

Uczeń:

- opisuje (jakościowo) związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek,
- odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego,
- analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy,
- wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego,
- samodzielnie wykonuje poprawne wykresy,
- przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem,
- wyznacza ciepło właściwe wody,
- wyznacza ciepło topnienia lodu,
- wyznacza wartość napięcia powierzchniowego wody,
- określa skład pierwiastkowy wody [4].

Podczas realizowanych w projekcie zadań nacisk położony był na pogłębioną analizę zjawisk, staranne wykonanie doświadczeń i pomiarów, obliczanie i szacowanie wartości liczbowych oraz utrwalanie materiału. Zwiększony został poziom stosowanej matematyki pod kątem zdolności i zainteresowań uczniów.

W zakresie postaw uczniowie mieli możliwość:

- wykazywać dociekliwość i postawę badawczą,
- docenić znaczenie odkryć w fizyce dla rozwoju cywilizacji i rozwiązywania problemów współczesnego świata,
- pokazywać znaczenie, możliwości i piękno fizyki,
- kształcić umiejętność krytycznego korzystania ze źródeł informacji,
- wykazywać postawę tolerancji i krytycyzmu wobec poglądów i opinii innych,
- współpracować w grupie [3].

Monitorowanie osiągnięć uczniów

Monitorowanie to ciągle obserwowanie i zbieranie informacji o przebiegu pracy i uzyskiwanych efektach cząstkowych w celu bieżącej modyfikacji ob-

serwowanych procesów. Podczas realizacji edukacyjnych projektów badawczych obejmowało:

- metody sprawdzania wiedzy, umiejętności i postaw;
- przykładowe narzędzia ewaluacji;
- informację zwrotną dla uczestników projektu badawczego [2].

Monitorując pracę uczniów i realizację ich projektów poszukiwano również odpowiedzi na pytania:

- Co udało się zrobić od ostatniego spotkania?
- Z czego jesteście szczególnie zadowoleni?
- Jakie napotkaliście problemy?
- Czego dowiedziałem się lub nauczyłem w trakcie dotychczasowej pracy nad projektem?
- Jakie działania zamierzamy przeprowadzić do następnego spotkania?
- Jakie problemy przewidujemy w trakcie dalszej pracy? [3]

W projekcie z fizyki nie prowadzono formalnej oceny osiągnięć uczniów. Ewentualny proces sprawdzania nastawiony był tylko na kształtowanie adekwatnej samooceny ucznia i wzmacnianie jego motywacji do uczenia się fizyki [5].

Stosowane metody sprawdzania wiedzy, umiejętności i postaw uczniów związane były między innymi z typem i miejscem zajęć. Stosowano między innymi:

- dyskusję monitorującą wiedzę uczniów związaną z tematem seminarium naukowego;
- analizę i korektę rozwiązywanych przez uczniów problemów;
- omawianie i ocenę sprawozdania oraz analizę otrzymanych wyników z wykonanego eksperymentu w czasie warsztatów badawczych;
- dyskusje oceniające prace projektowe (warsztaty, e-learning) [3].

W celu sprawdzenia osiągnięć stosowane były między innymi takie narzędzia jak: zadania problemowe obliczeniowe i nieobliczeniowe, zadania doświadczalne, sprawozdania, zadania obliczeniowe oraz kwestionariusze ankiet [3].

Do ewaluacji bezpośrednio po zajęciach stosowano typowe ankiety ewaluacyjne np. metoda „kosza i walizki” oraz ankiety on-line.

Przy monitorowaniu osiągnięć uczniów uwzględniono również informację zwrotną, której podstawą była obserwacja zespołu uczniowskiego.

Wzięto pod uwagę następujące aspekty:

- samodzielność;
- sposób współpracy w zespole projektowym;
- terminowość i odpowiedzialność w wywiązywaniu się z zaplanowanych prac;
- umiejętność rozwiązywania pojawiających się problemów;
- pracowitość i inicjatywa w przeprowadzaniu badań;
- wykorzystanie różnorodnych źródeł informacji;

- umiejętność doboru i selekcji informacji;
- umiejętność dokonania samooceny adekwatnej do wkładu i efektów pracy nad projektem [2].

Zaplanowaną informację zwrotną dla uczestników edukacyjnego projektu badawczego odniesiono do obszarów:

- wzrostu kompetencji naukowych w zakresie formułowania pytań i wyciągania wniosków oraz inicjatywności ukierunkowanej na kreatywność;
- wzrostu umiejętności rozpoznawania swoich mocnych stron oraz organizowania własnego procesu uczenia się, zarówno indywidualnie jak i w grupie [2].

W projekcie uwzględniono również samoocenę uczniowską, czyli na przykład odpowiedzi uczniów na pytania:

- Z czego w swojej pracy jesteście zadowoleni? Co wam udało się zrobić?
- Co wam się podoba w waszej współpracy?
- Czy udało wam się włączyć wszystkich do pracy zespołu? Co możecie zrobić na przyszłość inaczej, aby w czynny sposób projekt realizowali wszyscy członkowie zespołu?
- Z którym zadaniem były największe trudności? Co zrobiliście, aby je pokonać? Co można zrobić inaczej?

Taka samoocena powinna pomóc uczniom poprawić ich dalszą pracę i pozytywnie wpłynąć na jej efekty.

Podsumowanie

W projekcie *Zwykła, niezwykła woda* pracowała duża grupa bardzo zaangażowanych i zainteresowanych fizyką uczniów. Współpracowali i integrowali się, uczestnicząc w różnorodnych formach i zadaniach projektowych, co na co dzień, w przypadku uczniów zdolnych, z reguły się nie zdarza. Uczniowie mieli kontakt, często po raz pierwszy, z pracownikami naukowymi, co przynosiło obu stronom mnóstwo satysfakcji.

W projekcie powstały znaczne zasoby dydaktyczne i nawiązała się współpraca nauczycieli uczniów zdolnych, metodyków (konsultantów) i nauczycieli akademickich.

Zrekrutowana do projektu grupa uczniów okazała się niestety trochę zbyt duża i zróżnicowana pod względem wiedzy i umiejętności. W połączeniu ze zbyt krótkim czasem przeznaczonym na realizację projektu, powodowało to utrudnienia w pracy.

Zaproponowany w projekcie *Zwykła, niezwykła woda* program, w naturalny dla fizyki sposób, zakładał kształtowanie myślenia naukowego. Uczniowie nauczyli się wykorzystywać wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych. Poszerzyli umiejętność planowania i wykonywania eksperymentów oraz analizy ich wyniki. Wykorzystywali nowoczesne technologie infor-

matyczne do pozyskiwania, tworzenia, prezentowania i wymiany informacji [3]. Uczniowie nauczyli się określania stanu swojej wiedzy czy rozpoznawania własnych potrzeb edukacyjnych. Oprócz nabycia założonych umiejętności rozwijali dociekliwość poznawczą.

Literatura

- [1] „*Uczniowie ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi*”, Informator MEN, Warszawa 2010.
- [2] Łysak K., *Informator dla osób opracowujących edukacyjne projekty badawcze w ramach realizacji partnerskiego projektu systemowego Świętokrzyski System Wspierania Talentów – Fascynujący Świat Nauki*, ŚCDN, Kielce 2014.
- [3] Wysocka-Kunisz M., Grzegorzczak M., *Zwykła, niezwykła woda. Edukacyjny projekt badawczy z fizyki*. ŚCDN i UJK, Kielce 2014.
- [4] *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół*, Dz.U. z 2009 r. nr 4; poz. 17.
- [5] Plebański S., Greczyło T., Jakubowski R., *Fizyka. Innowacyjny program wspierania uzdolnień w zakresie nauk matematyczno-przyrodniczych*, Drukarnia KiD s.c., Wrocław 2013.
- [6] Braun M., Mach M., *Jak pracować ze zdolnymi?*, ORE, Warszawa 2013.
- [7] Wysocka-Kunisz M., *Procedura badawcza w nauczaniu przyrody*, w: *Uczyć inaczej?*, Instytut Fizyki AŚ, Kielce 2004.