



Rafał Jakubowski

**Metoda projektów w uczeniu się
i nauczaniu fizyki w gimnazjum**

Koncepcja rozprawy doktorskiej
napisana pod kierunkiem naukowym
prof. UAM dra hab. Stanisława Dylaka
w Zakładzie Pedagogiki

*Wyrażam zgodę na złożenie niniejszej pracy
w Dziekanacie Wydziału Studiów Edukacyjnych*

.....
podpis promotora

Data

Spis treści

Wstęp	4
1. Podstawowe założenia współczesnej edukacji	6
1.1 Szkoła przyszłości.....	15
1.2 Pożądane cechy współczesnej edukacji	17
1.3 Przekształcenie szkoły ze środowiska nauczania w środowisko uczenia się	20
1.4 Międzynarodowy wymiar edukacji	21
2. Jak konstruujemy wiedzę?	25
2.1 Wiedza i rozumowanie – treści i zakres pojęcia	25
2.2 Nauczanie problemowe w konstruktywistycznej teorii kształcenia	29
2.3 Twórczość nadrzędnym wymiarem w procesie kształcenia	33
2.4 Rozumowanie naukowe	36
3. Projekt edukacyjny jako połączenie wiedzy, umiejętności i postaw	46
3.1 Projekt edukacyjny jako metoda kształcenia	47
3.2 Wykorzystanie modelu 5E w projektach edukacyjnych.....	48
3.3 WebQuest jako ważna strategia realizacji projektu	49
3.4 Prawa autorskie podczas realizacji projektu i WebQuestu	50
3.5 WebQuest w praktyce szkolnej.....	52
4. Mikrogravitacja.....	59
4.1 Największe uogólnienie fizyki.....	59
4.2 Uczenie się podstaw grawitacji i nieważkości.....	63
4.3 W jaki sposób wytwarza się warunki Mikrogravitacji?.....	66
4.4 Międzynarodowa Stacja Kosmiczna – International Space Station (ISS)	71
5. Metodologia badań własnych	75
5.1 Przedmiot i cele badań	75
5.2 Problemy badawcze, zmienne i wskaźniki	75
5.3 Hipotezy badawcze	77
5.4 Metoda badań.....	78

Abstract

Uczniowie, których powierzono mi w ostatnich latach mojej pracy w szkole, żyją w rzeczywistości, która bardzo szybko się zmienia. Współczesny świat nowych technologii wygląda zupełnie inaczej niż ten sprzed 12 lat, kiedy zaczynałem pracę w szkole. Studia, kursy i konferencje, w których brałem udział zainspirowały mnie do poszukiwań edukacji dla uczniów nowej generacji (new generation students). Zafascynowany nowymi technologiami i ideami stworzyłem dla uczniów portal www.fizyka.osw.pl z którego korzysta miesięcznie kilka tysięcy gimnazjalistów. Kilukrotnie wygłaszałem referaty w USA i Turcji o tym jak uczyć fizyki. Na ostatniej Konferencji w Johnson City, zrozumiałem iż propozycja kształcenia w XXI wieku nowej generacji uczniów sprowadza się do bardzo prostych rozwiązań (referat J. Brooks). Według tej propozycji uczenie i nauczanie musi być w swej istocie proste. Taką wizję chciałbym przedstawić w poniższej pracy.

Z jednej strony uczniowie są inni niż 12 lat temu, a z drugiej wciąż tacy sami. Mają te same pragnienia i potrzeby. Wśród uczniów są tacy, którzy chcą się uczyć i tacy, którzy nie lubią tego robić. Ciekawy jest również fakt, iż wielu uczniów już w gimnazjum wie, jaki zawód będzie wykonywało w przyszłości – mają swój projekt życia, wiedzą kim będą, zdają sobie sprawę co dla nich jest najważniejsze. Ci właśnie uczniowie na fizyce robią wspaniałe projekty z medycyny, muzyki czy informatyki. Uczą mnie jak cieszyć się nauką i uczeniem. To oni przekonują mnie do wspólnych poszukiwań i wspólnej pracy. To od nich dowiedziałem się, że nauczyciel przyszłości to ten, który uczy się wraz z uczniami i dzieli się z nimi swoim życiem, doświadczeniem i radością uczenia się rzeczy nowych.

Wstęp

Uczenie się i nauczanie fizyki metodą projektów w gimnazjum nawiązuje do nałożonego w 2010 roku na gimnazja obowiązku zorganizowania pracy metodą zespołowego projektu edukacyjnego. Projekt edukacyjny jest zespołowym, planowym działaniem uczniów, mającym na celu rozwiązanie konkretnego problemu.

Istotnym motywem rozpoczęcia pracy nad rozprawą doktorską było duże zainteresowanie piszącego pracę projektami edukacyjnymi. W konsekwencji tego, po obligatoryjnym wprowadzeniu metody projektów do gimnazjów uznano za konieczne podjęcie badań nad skutecznością metody projektów w uczeniu się i nauczaniu fizyki w gimnazjum.

Autor rozprawy sądzi, że obowiązek pracy metodą projektów zarówno w odniesieniu do nauczycieli jak i uczniów gimnazjum, jest nieuniknioną konsekwencją wyzwań społeczeństwa informacyjnego, oraz koniecznością nabywania przez uczniów kompetencji kluczowych w zakresie uczenia się przez całe życie.

Celem badań było określenie skuteczności pedagogicznej stosowania metody projektów w nauczaniu i uczeniu się fizyki w gimnazjum.

Przedmiotem badań była ocena skuteczności dydaktycznej metody projektów i jej wpływu na łączenie wiedzy, umiejętności i postaw uczniów. Nadto badania miały określić poziom rozumowania naukowego uczniów biorących udział w projektach edukacyjnych.

Problemy badawcze nawiązywały do kompetencji kluczowych dla których należało określić wpływ metody projektów na łączenie przez uczniów wiedzy, umiejętności i postaw odpowiednich do sytuacji. Po dokonaniu analizy poszczególnych zmiennych i ich wskaźników wybrano eksperyment pedagogiczny jako metodę wiodącą badań, która pozwoliła na empiryczną weryfikację postawionych w pracy hipotez i problemów.

Dobierając grupy eksperymentalne uwzględniono następujące wskazania: badanie od początku do końca, we wszystkich swoich etapach, przeprowadzone zostało przez tego samego nauczyciela, występowały te same treści kształcenia, jednakowy był czas projektów, jednakowe warunki pomocy nauczyciela oraz jednakowe sposoby doboru – uczniowie sami wybierali projekty u prowadzącego badania.

Po określeniu zakresu treści i celów dydaktycznych projektów edukacyjnych, w następnym etapie konstruowano dla wszystkich projektów WebQuesty, kwestionariusze i ankiety dla uczniów.

Badania przeprowadzono w Gimnazjum Sióstr Salezjanek w Ostrowie Wielkopolskim pod koniec I okresu i na początku II okresu roku szkolnego 2011/2012 podczas zajęć i konsultacji

pozalekcyjnych na ogólnodostępnej platformie google dysk z prezentacją podczas szkolnego Dnia Projektów 21 marca 2012 roku w Zespole Szkół Sióstr Salezjanek oraz Forum Synagoga w Ostrowie Wielkopolskim.

Opierając się na zainteresowaniach badacza teorią konstruktywistyczną, która uznaje osobę uczącą się jako aktywnego uczestnika zdolnego do samooceny i wglądu we własne procesy uczenia się i rozumowania, w rozprawie stwierdzono, że metoda projektów jest jak najbardziej odpowiednią metodą uczenia się i nauczania, godną polecenia wszystkim uczniom i nauczycielom gimnazjum.

1. Podstawowe założenia współczesnej edukacji

*Prawdziwym powodem słabych wyników w nauce
jest to, że dzieci nie uczą się, jak się uczyć.*

Gardner, Orstein, Thompson

Współczesne środowisko uczenia się i pracy

„Wszystko lub niemal wszystko w naszym świecie zmienia się: mody, którym ulegamy, przedmioty, którym poświęcamy uwagę (równie nietrwałą jak wszystko inne: wszak dzisiaj tracimy zainteresowanie tym, co jeszcze wczoraj nas przyciągało, by już jutro zobojętnieć na to, co ekscytuje nas dzisiaj), rzeczy, których pożądamy i których się lękamy, rzeczy, które dają nam nadzieję i które napawają nas niepokojem. Zmieniają się także warunki, w jakich żyjemy, pracujemy i próbujemy planować naszą przyszłość (...). Mówiąc krótko, nasz świat, świat płynnej nowoczesności, nieustannie nas zaskakuje: to, co dziś wydaje się pewne i na właściwym miejscu, już jutro może się okazać żalostną pomyłką, czymś płóнным i niedorzecznym. (...) musimy być stale przygotowani na zmiany (...). Potrzebujemy zatem więcej informacji o tym, co się dzieje i co się może zdarzyć. Na szczęście mamy dziś coś, czego nasi rodzice nie mogli sobie nawet wyobrazić: mamy Internet i strony www, mamy „infostrady”, które łączą nas błyskawicznie, „w czasie rzeczywistym”, z każdym zakątkiem planety, a wszystko to zamknięte w poręcznych, mieszczących się w kieszeni przenośnych telefonach lub iPadach, dostępne w dzień i w nocy, przemieszczające się wraz z nami. (...) Niestety, nie sposób mówić tu o pełni szczęścia, ponieważ zmorę niedoinformowania, która trapiła naszych rodziców, zastąpiła jeszcze gorsza zhora, jaką jest zalew informacji, istny ocean informacji, w którym nie da się już pływać ani nurkować (...)”¹.

Żyjemy w czasach podboju kosmosu, niezwykłych osiągnięć w zakresie nauki, medycyny, nowych technologii, portali społecznościowych, ale także wybujałej konsumpcji, egocentryzmu, indywidualizmu. Jesteśmy zasypywani różnorodnymi atrakcjami: Internet a w nim Google, SkyDrive, DropBox, Skype, banki, sklepy, telewizja, radio. Poza naszymi komputerami centra handlowe, multikina, parki rozrywki, dyskoteki, festiwale, promocje...

„Od mniej więcej dziesięciu lat trwa na świecie rewolucja, która w Polsce jest niestety, kompletnie ignorowana. Można nawet podać datę, kiedy się zaczęła – 23 października 2001

¹ Bauman Z., *44 listy ze świata płynnej nowoczesności*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 2011.

roku. Wtedy pojawił się iPod. Potem przyszedł Facebook, Twitter itd. Na naszych oczach nagle i na zawsze zmienił się sposób konsumpcji informacji i kultury oraz współdziałania. Matematycznie rzecz biorąc, zmieniła się geometria świata. Przestało się liczyć, kto jest blisko kogo fizycznie, „za miedzą”, ważna stała się odległość, jaka nas dzieli w sieciach społecznościowych, ilu i jakich mamy tam znajomych. To jest większa rewolucja niż wynalezienie druku przez Gutenberga.

Dziś mamy całkiem nową cywilizację i musimy wymyślić, jak ma w niej wyglądać edukacja, (...) zostaliśmy zanurzeni w morzu informacji i musimy wymyślić, jak szkoła ma się tym zająć”².

„Nic dziwnego, że w takim świecie „wirujących atrakcji” trudno jest zafascynować młodego człowieka nauką. Wszyscy zdajemy sobie sprawę, że lekcje szkolne nie mogą być nudne, że powinny stanowić mocną konkurencję dla propozycji rozrywkowo – konsumpcyjnych, ale coraz trudniej jest rywalizować z „kolorowym światem” tradycyjnymi metodami pracy.

Znaczenie szkoły jako miejsca zdobywania wiedzy i umiejętności z roku na rok maleje. Młodzi ludzie chętniej i coraz częściej uczą się poza szkołą: z Internetu, telewizji, gier i programów komputerowych, w klubach sportowych, domach kultury, szkołach językowych, centrach naukowych, muzeach techniki, kinach, teatrach, w parafiach, podczas różnego typu obozów, warsztatów, wyjazdów krajowych i zagranicznych, a nawet centrach handlowych, grupach formalnych i nieformalnych, podczas kursów, projektów, programów...

Z jednej strony, nastolatki chcą zdobywać wiedzę i umiejętności, chcą poznawać świat, ale tylko nieliczni zadowolają się akademicką, teoretyczną wiedzą książkową, oferowaną przez polskie gimnazja i licea. Większość młodych ludzi nie pragnie zostać naukowcami, poszukuje natomiast praktycznej wiedzy i umiejętności przydatnej w życiu. Szkoła nie jest w stanie odpowiedzieć młodym ludziom na ich potrzeby edukacyjne, dlatego najważniejszych praktycznych umiejętności uczą się oni poza murami szkolnymi.

Szkoła od dawna nie jest głównym źródłem wiedzy i umiejętności, z czego młodzież (zwłaszcza w wieku gimnazjalnym i starsza) zdaje sobie sprawę lepiej od nas dorosłych. Presja poznawcza młodzieży na otoczenie jest ogromna. Dlatego jak grzyby po deszczu powstają różne „szkółki”, „szkoły”, „kursy”, „grupy”... Młodzi ludzie chcą mieć prawo jazdy, uczą się pływać, żeglować, jeździć na rowerze, motorowerze, na deskorolce, na rolkach, na nartach, na desce, grają w koszykówkę, siatkówkę, piłkę nożną, tenisa, strzelają z

² Turski Ł., *Nie uczmy fizyki, uczmy dzieci*, „Gazeta Wyborcza”, (z prof. Łukaszem Turskim rozmawiają Aleksandra Pezda i Piotr Ciesliński, niedziela 2-3 czerwca 2012, wyborcza.pl, magazyn świąteczny).

wiatrówki, jeżdżą konno, poznają setki programów komputerowych i stron internetowych, „wyciskają ostatnie poty” ze smartfonów, chodzą na kursy tańca, zwiedzają Polskę, Europę i świat, uczą się języków obcych, zdobywają ważne umiejętności i doświadczenia, pracując poza granicami kraju, handlują osobiście lub za pomocą Internetu, podejmują działania oparte na wolontariacie, grają na instrumentach, śpiewają, komponują, jeżdżą na koncerty wszelkiej muzyki oraz na spotkania z Papieżem, tłumnie uczestniczą w pielgrzymkach, ale także masowo zasilają sekty, stowarzyszenia, oazy, grupy nieformalne...”³.

Z drugiej strony, okazuje się, że w kilka lat po zakończeniu edukacji rynek pracy już nie potrzebuje naszych uczniów, są więc społecznie w Polsce bezużyteczni. Wyjeżdżają szukać pracy za granicą. Wielu z nich się tam odnajduje.

„Nie może być tak, że uczeń kończy szkołę zawodową czy liceum i posiada umiejętności, na które nie ma zapotrzebowania, i dziwi się, że nie ma dla niego pracy. Dzisiejsze bezrobocie jest przejawem naszych słabych umiejętności. Nasze umiejętności nie potrafią wpasować się w to, czego wymaga społeczeństwo informacyjne w warunkach gospodarki rynkowej opartej na wiedzy”⁴.

Czego zatem uczyć?

„W dyskusji na temat nauczania fizyki, jak też i każdego innego przedmiotu, trzeba wziąć pod uwagę trzy punkty: czego należy uczyć i dlaczego właśnie tego, kogo uczyć i dlaczego właśnie tych uczniów, oraz jak uczyć i dlaczego właśnie tak”⁵.

„Uczyć tego, czego potrzebuje rynek pracy, a nie tego co umieją nauczyciele. Uczyć przede wszystkim tego, jak się uczyć! Rynek pracy powinien być wymiernym kryterium oceny tego, czego oczekuje od nas szkoła. Nauczyciele powinni zastanowić się: Czego powinniśmy uczyć uczniów? Uczniowie zaś: czego powinniśmy uczyć się? Należałoby dokładnie przeanalizować jakie są potrzeby i wymagania społeczeństwa informacyjnego i gospodarki opartej na wiedzy”⁶.

Obecna edukacja skupia się wyłącznie na narzędziach, technice i wydajności. Również tak postrzegana jest praca. Wielu młodych ludzi nie bierze odpowiedzialności za swoje czyny, widać u nich ucieczkę od odpowiedzialności.

³ Laska J., *Mitologia oświatowa, Edukacja równoległa*, Kłodzko – Nowa Ruda 2007.

⁴ Naskręcki R., *Jak kształcić w XXI wieku?*, Wykład autorski podczas II Ostrowskiego Festiwalu Nauki, 5 czerwca 2006.

⁵ Lewis J.L., *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985, s.77.

⁶ Naskręcki R., *Jak kształcić w XXI wieku?*, Wykład autorski podczas II Ostrowskiego Festiwalu Nauki, 5 czerwca 2006.

Potrzebujemy nowego modelu rozwoju edukacji i pracy, a także nowego spojrzenia na edukację i pracę. Musimy sprzyjać ludzkiej kreatywności. Uczymy się nie tylko dla siebie ale i innych, aby dać innym przyszłość i pracę.

Praca dziś uważana jest za zmienną, zależną od mechanizmów ekonomicznych i finansowych. Przywrócenie poszanowania pracy jako podstawowego dobra dla osoby, rodziny i społeczeństwa.

Aby funkcjonować w społeczeństwie informacyjnym, współczesny człowiek powinien uczyć się przez całe życie. Nie każdy jednak rozumie potrzebę ciągłego kształcenia, nie każdy z nas lubi się uczyć i nie każdy potrafi robić to dobrze.

*Jeśli umiecie diagnozować radość dziecka i jej natężenie, musicie dostrzec,
że najwyższą jest radość pokonanej trudności, osiągniętego celu, odkrytej tajemnicy.
Radość tryumfu i szczęście samodzielności, opanowania, władania.*

Janusz Korczak

Radość z uczenia się rzeczy nowych

Podstawowym zadaniem nauczycieli powinna być inspiracja uczniów do uczenia się. To fantastyczne, że cały czas można się czegoś uczyć.

„Ponieważ jako nauczyciele kładziemy zwykle nacisk na nauczanie, łatwo nam przeoczyć, że nauczanie wtedy i tylko wtedy ma sens, kiedy jego skutkiem jest uczenie się. Nauczyciel musi więc koncentrować uwagę na tym, by uczeń się uczył i żadna technika nauczania, nawet najbardziej logiczna i elegancka, nie może być uważana za wartościową, jeśli jej skutkiem nie jest uczenie się”⁷.

W wywiadzie (Shaughnessy, 2004, p.165) psycholog edukacyjny – Anita Woolfolk – wyróżnia trzy podstawowe kategorie efektywnego uczenia. Po pierwsze, podkreśla wagę umiejętności rozpoznawania tego, co uczniowie rozumieją. „Niezależnie od tego jak uczysz, niezależnie od celu, niezależnie od tego kim są twoi uczniowie, jako nauczyciel musisz wciąż pytać, jak uczniowie rozumieją to, czego nauczasz. Jedną z najważniejszych rzeczy, którą może zrobić nauczyciel, to rozumieć jak uczniowie myślą o danej idei lub temacie”. Po drugie, zaznacza, że uczniowie chcą poznawać rzeczy, które są znaczące, związane z nimi i należą do świata rzeczywistego. Po trzecie, ważne jest, by znać swoich uczniów i wiedzieć jak się uczą, a także by twórczo wykorzystywać tę wiedzę podczas kształcenia⁸.

„Uczeń musi być świadomy tego, że w procesie dydaktycznym to on jest najważniejszy (ma być podmiotem tego procesu) ma rozumieć czego i po co się uczy, w jaki sposób jest oceniany, czemu ta ocena ma służyć. Powinien umieć wykorzystywać tę wiedzę w sposób korzystny dla siebie. W jaki sposób dokonać tego, aby uczeń poczuł się pełnoprawnym partnerem nauczyciela. Niestety, model istniejącego nauczania i wychowania przestaje powoli być wystarczający, tak jak niewystarczające są metody i różnorakie techniki stosowane przy „wtłaczaniu” uczniom wiedzy, najczęściej przy pomocy nagród i kar z przewagą kar, w postaci demotywujących stopni szkolnych, uwag i rozmów prewencyjnych”⁹.

⁷ Lewis J.L., *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985, s.78.

⁸ Shaughnessy M.F. (2004). *An Interview with Anita Woolfolk: The Educational Psychology of Teacher Efficacy*. *Educational Psychology Review* 16 (2), 153-176.

⁹ Choroszczańska M., *Uczeń pod lupą oceniania kształtującego, czyli o współpracy ucznia z nauczycielem*, wydawnictwo_kor_ok.indd 321, XII KDE, Lublin 2006.

„Ciągłe dobrze dokumentujemy to, czego dzieci nie wiedzą – natomiast bardzo jesteśmy ubodzy w narzędzia pokazywania dzieciom, co już wiedzą, aby na tym budować. Aby to osiągnąć, nasi uczniowie przede wszystkim powinni mieć możliwość działania w różnych dziedzinach, podejmowania różnych aktywności. *Edukacja* – jak mówił Tomas Edison – *to ujmowanie rzeczy w działaniu*. Tylko wtedy bowiem, kiedy dzieci będą mogły robić różne rzeczy będą miały szansę znalezienia swoich talentów i zainteresowań. Uzdolnienia ma każdy, problem tylko w tym aby je odkryć. W tym właśnie, jak sądzę, obecna szkoła i dom rodzinny nie domaga najbardziej. Inną sprawą jest niedocenianie tego, co dzieci już wiedzą czy brak zainteresowania tym o czym już są przekonane. W ten sposób przyczyniamy się do tworzenia rozdzwiewku między wiedzą czynną a wiedzą szkolną¹⁰.

Uczniowie kierują się własnymi pragnieniami, zainteresowaniami i pasjami. Szkoła powinna im pomóc aby rozwijali swoje talenty i je wykorzystywali od zaraz dla siebie i innych. Właśnie wtedy każdy uczeń będzie miał radość z uczenia się rzeczy nowych i przy okazji będzie rozwijał swoją kreatywność, twórcze, analityczne i krytyczne myślenie.

„Często mówi się, że nauka i technika dały społeczeństwu bardzo praktyczne wynalazki, takie jak telewizja, elektrownie atomowe, telefon komórkowy, Internet itp. Są one pożyteczne zarówno dla pojedynczych ludzi, jak i dla społeczeństwa. Biorąc pod uwagę obecny szybki postęp w naukach ścisłych, szybkie zmiany w produktach oferowanych przez przemysł są krótkotrwałe. Bardziej trwałą wartością jest to, że metody i koncepcje poznane np. w fizyce będą mogły być używane nawet w okolicznościach dotychczas nieznanymi. Te koncepcje, poznane w przedmiotach ścisłych, odnoszą się też do ludzi biznesu, prawników, ekonomistów, polityków albo oficerów wojska i policji. Jeśli szkole uda się wpoić uczniom te umiejętności i koncepcje w skuteczny sposób, nauczanie przedmiotów ścisłych będzie miało długotrwałe odniesienie do następnej generacji. To jest powodem, że warto poświęcać więcej uwagi metodzie, a nie treści. Warto poświęcać więcej uwagi edukacji, a nie samemu programowi nauczania”¹¹.

„Jak dotąd nie wynaleziono skutecznej, szybkiej i łatwej metody uczenia się i wychowania... i chyba należy umiarkowanie się z tego cieszyć”¹².

„Obecnie popularne stają się różne *pseudometody supernauczania*, relaksacji i tak dalej. Do czego zmierzamy? Chcemy mieć wiedzę i umiejętności szybko i bezboleśnie... Obawiam się, że wszelkie tego typu metody są nadużyciem, że bazują właśnie na dążeniu do szybkich

¹⁰ Dylak S., *Konstruktoryzm – jako inna perspektywa patrzenia na edukację*

¹¹ Gubański Z., *Szkoła dawniej i dziś*, Wykład autorski w Ostrowie Wielkopolskim dla OTN.

¹² Dylak S., *Konstruktoryzm – jako inna perspektywa patrzenia na edukację*

efektów. Zapytajmy naszych mistrzów olimpijskich – ile potu wylali? Ile kilometrów przebiegli; ile podnieśli ciężarów? A ile czasu spędzili na relaksacji i wyobrażaniu sobie, że są już mistrzami? Oczywiście takie wyobrażenia mogą pomóc – ale tylko tym, którzy ciężko pracowali, którzy się po prostu przygotowali”¹³.

Uczenie się fizyki przerasta niejednokrotnie uczniów. Z obserwacji nauczycieli wynika, iż przerost wymagań wobec uczniów wpływa na nich negatywnie. Uczniowie lubią robić to, co jest w zasięgu ich możliwości i zdolności.

Tak naprawdę nauczanie przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum jest pseudonaukowe, zamiast być indukcyjne, jest pseudodedykcyjne¹⁴, a poza tym nie rozwija kreatywności i twórczości i jest po prostu nudne i nieciekawe.

„Zdaniem wielu uczonych początkiem każdej twórczości jest nastawienie badawcze. Człowiek znudzony takiego nastawienia nie wykazuje, nie dostrzega tego co jest do odkrycia, napisania czy chociażby przemyślenia. Nic go nie dziwi, staje się „ślepy na rzeczy do zrobienia”¹⁵.

Dlatego starajmy się, aby nasi uczniowie chcieli się uczyć i chcieli występować „w roli badaczy inspirowani przez nauczycieli, korzystając z różnych źródeł informacji, tworzyli nową wiedzę”¹⁶.

„Model szkoły, opierający się głównie na przyswajaniu wiedzy, przestaje spełniać potrzeby współczesnego społeczeństwa. Pomimo tego, że jest ona niezbędna w wykształceniu jednostki, staje się niewystarczająca do tego, by człowiek mógł przystosować się do nowych warunków w zmieniającym się świecie. W tej sytuacji niezwykle ważne staje się kształcenie umiejętności intelektualnych wyższego rzędu, na które składają się myślenie twórcze i krytyczne”¹⁷.

„W dziedzinie nauk przyrodniczych szkoła kładzie nacisk na szczegółowe wiadomości, kosztem zrozumienia ich w szerszym kontekście, bardziej w formie procesu lub układu zależności niż pojedynczych faktów; oczekuje się powtórzenia przeczytanych lub gotowych argumentów zamiast dochodzenia do nich.

¹³ Tamże.

¹⁴ Dokładny opis w paragrafie „Jak tworzymy wiedzę?”.

¹⁵ *Dydaktyka twórczości: koncepcje, problemy, rozwiązania*, red. Krzysztof J. Szmidt, Impuls, Kraków 2005, s. 379.

¹⁶ Śniadek B., *Konstruktywistyczny model kształcenia nauczycieli przyrody*, XIV Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, Opole 2008.

¹⁷ Piotrowski E., *Myślenie twórcze i krytyczne w edukacji*, w: *Tendencje w dydaktyce współczesnej*, praca zbiorowa pod redakcją Kazimierza Denka i Franciszka Bereźnickiego, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 1998.

Większość podręczników szkolnych oraz metod prowadzenia lekcji kładzie nacisk na wyuczenie odpowiedzi, zamiast nauczenie umiejętności zadawania pytań. Tymczasem zaciekawienie i nauczenie zadawania pytań jest najprostszą drogą rozwoju. Uzyskane w szkole wiadomości łatwo ulatują, a sposoby postępowania i rozumowania budują trwałe fundamenty¹⁸.

„Przyswajanie wiedzy opierające się na założeniach idei podającej to podawanie gotowych wyników, suchych faktów, bez wyjaśniania skąd się wzięły oraz dlaczego tak jest. Prowadzi to do przeświadczenia uczniów, że zapamiętywanie jest najwyższą umiejętnością intelektualną, a dobra, sprawna pamięć jest w szkole cechą najbardziej pożądaną. Uczniowie w konsekwencji nie myślą twórczo i samodzielnie, jedynie odtwarzają.(...)”

W polskim społeczeństwie nie ma zapotrzebowania na twórczych uczniów. Nie chcemy w szkole ucznia, który częściej pyta, niż odpowiada, który się nie zgadza i kwestionuje, który ma swoje pomysły i strategie działania. Nie chcemy młodzieży mającej własne zdanie, kontestującej zastaną sytuację, odrzucającej istniejące autorytety i narzucane jej rozwiązania, podważającej ustalone dogmaty. Nie chcemy młodzieży spierającej się i dyskutującej z dorosłymi, która domaga się respektowania tego, co dla niej jest istotne. Społeczeństwo nie chce uczniów twórczych, bo oni są wyemancypowani, a taki wyemancypowany uczeń niekoniecznie dorosłych cieszy, a przez wielu jest traktowany jako dowód wychowawczej klęski i staje się narodowym dramatem¹⁹.

„We współczesnej edukacji obserwujemy bardzo ciekawe zjawisko ścierania się dwóch warstw: twardego konserwatyizmu wielu nauczycieli i warstwy organizacyjnej szkolnictwa z płynną – w baumanowskim sensie – warstwą uczniowską, społeczną, kulturową, a przede wszystkim technologiczną. Nasuwa się tu analogia do geologicznej budowy naszej planety. Nie jest ona kulą, lecz raczej piłką futbolową, składającą się z wielu elementów litosfery, tzw. płyt tektonicznych. Miejsca styku tych płyt są narażone na wzajemnie nacieranie i często są one obszarami trzęsień Ziemi. Czy ścieranie się dwóch wymienionych tu warstw spowoduje edukacyjne trzęsienie Ziemi, czy też polityka edukacyjna państw będzie skutecznie działać na rzecz łagodzenia społeczno-kulturowych skutków bezprecedensowego rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych, czyli de facto petryfikacji istniejącego stanu, nie przystającego do epoki społeczeństwa sieci?”²⁰.

¹⁸ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, WYNIKI BADANIA 2006 w POLSCE, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

¹⁹ Klus-Stańska D., „Gazeta Szkolna” 2008, nr 5, 16.

²⁰ Morbitzer J., *Szkola w epoce płynnej nowoczesności*.

Pedagogia dobroci i radości

Obecnie obserwuje się odejście od pedagogiki posłuszeństwa na rzecz pedagogii wolności i odpowiedzialności zmierzającej do uformowania osób odpowiedzialnych, zdolnych do dojrzałych decyzji, otwartych na relacje międzysobowe i włączonych aktywnie w struktury społeczne z postawą konstruktywnie krytyczną.

W zasadzie mamy nauczyć nowe generacje do poruszania się w nowym środowisku, którego w praktycznych szczegółach nie znamy.

Każdy młody człowiek ma talenty, które nauczyciele powinni odkryć, rozpoznać i docenić. To nauczyciele powinni wierzyć w siłę wychowania w pedagogii dobroci, ponieważ nikt nie potrafi żyć bez jakiegoś oparcia, szczególnie ludzie młodzi, dla których radość życia jest nieodłącznym elementem.

Powstaje pytanie jak przełożyć radość życia młodzieży na radość uczenia się rzeczy nowych? Jak bowiem pisze D. Tapscott młode pokolenie chce, aby chodzenie do szkoły było dobrą i ciekawą zabawą²¹.

„Uczenie się jest darem, który od natury otrzymał każdy człowiek. Szkoła zaś jest największym usystematyzowanym i sformalizowanym obszarem procesu uczenia się. Jest miejscem spotkań dziecka z rówieśnikami i z dorosłymi. To tu młody człowiek zawiera przyjaźnie, niejednokrotnie na całe życie, to tu spotyka mistrza, który wydobywa jego talent i tworzy warunki dla jego rozwoju, to tu odnosi sukcesy i ponosi porażki. Także w szkole nabywa potrzebę edukacji przez całe życie – uczy się uczyć, poznaje wzorce zachowań, normy i zasady rządzące życiem społecznym i jednostkowym”²².

Równie ważne, oprócz radości istnienia są wartości wychowawcze: dawanie uczniom poczucia sensu i rozwijania zdolności radzenia sobie z problemami – nie tylko w szkole, ale i w życiu oraz równowaga i wzajemność, tak częste pojęcia obecne na lekcjach fizyki.

Dzisiaj bardziej niż kiedykolwiek uczniowie poszukują wychowawców – którzy wskażą im drogę. Nasza edukacja ma być podróżą, trwającą całe życie. Podróż jest metaforą życia, a mądry podróżnik – nauczyciel to ten, który nauczył się sztuki życia i dzieli się nią z uczniami.

Równowaga, wzajemność i dzielenie się

Największą wartością wychowawczą przekazywaną uczniom powinna być równowaga. Równowaga pomiędzy rodziną, nauką i czasem wolnym. Zharmonizowanie czasu nauki,

²¹ Tapscott D., *Cyfrowa dorosłość. Jak pokolenie sieci zmienia nasz świat*. Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2010, s. 237.

²² Przybylska A., *Nauczyciel siewca, żniwiarz, a może kreator uczniowskich pasji – o dylematach twórczego nauczyciela*, Polskie Stowarzyszenie Kreatywności.

wymogów rodziny, życia w grupie rówieśniczej i czasu wolnego jest ważne dla budowania przyszłego społeczeństwa, w którym uczniowie będą żyli.

Następną ważną wartością wychowawczą powinna być wzajemność i dzielenie się, czyli wspólne poszukiwanie, uczenie się i tworzenie przez uczniów wraz z nauczycielami.

1.1 Szkoła przyszłości

„Ogólne założenia szkoły przyszłości brzmią następująco:

- Każdy człowiek powinien mieć zapewnione warunki, aby mógł się uczyć stosownie do własnych chęci i możliwości zarówno w dzieciństwie, jak również w późniejszych okresach swego życia. W tym kontekście tradycyjny podział życia na okresy zabawy, nauki i pracy zawodowej traci rację bytu, ponieważ uczyć trzeba się od najwcześniejszych lat do późnej starości.
- Wszystkim dzieciom należy zapewnić możliwie szeroki zasób trwałej wiedzy i operatywnych umiejętności oraz ukształtować w nich potrzebę i nawyk ustawicznego uczenia się²³.

Nieciekawi zostają w tyle...

Jedyną przyczyną ważnych odkryć naukowych, które potem zmieniają oblicze świata, jest ludzka ciekawość. Szkoła, która jest przeladowana formalnym, werbalnym nauczaniem, budzi w młodych ludziach agresję. Szkoła powinna raczej pobudzić dziecko do tego, żeby chciało się samo dalej uczyć, żeby chciało się rozwijać, żeby wiedziało, że jest coś takiego, co się nazywa nauka. Chciałbym, żeby rozbudzić w dzieciach ciekawość, żeby nie zamykać im kłapek na oczach i żeby wpoić w nie rzetelność działania. Tego uczą tylko nauki podstawowe, przede wszystkim matematyka i moja fizyka.

Łukasz Turski

„Głównym celem szkoły jest to, by nauczyć powierzonych jej uczniów, jak radzić sobie z problemami, które mogą wystąpić poza jej murami [...], apeluje się o takie cele nauczania, które mogłyby skutecznie wzbudzić i podtrzymać ciekawość uczniów”²⁴.

²³ Kupisiewicz Cz., *O reformach szkolnych. Wybór rozpraw i artykułów z lat 1977–1999*, Żak, Warszawa 1999, s. 294.

²⁴ Mietzel G., *Psychologia kształcenia*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003, s. 74.

„Podstawą edukacji jest takie zmotywowanie uczniów, by jak najbardziej zaangażowali się w proces uczenia”²⁵.

Jak pisze D. Klus-Stańska celem edukacji jest przekazywanie tego, co najistotniejsze w dziedzictwie kulturowym, ale również umożliwienie rozumienia codzienności. Stanisław Palka natomiast mówi, że podstawowym celem pracy współczesnej szkoły staje się kształtowanie badawczej i twórczej postawy uczniów. Kształtowanie takiej postawy może się dokonywać w toku rozwiązywania przez uczniów problemów teoretycznych i praktycznych.

Dydaktyk polski Wincenty Okoń już w 1964 roku wskazał na konieczność powiązania procesu nauczania z procesem badania naukowego. Stwierdził, że „nauka, podobnie jak technika i sztuka, odgrywa dziś w życiu człowieka coraz ważniejszą rolę, jest zresztą wśród tych dziedzin dziedziną wiodącą. Aby w pełni przysposobić się do rozumienia wyników badań naukowych i posługiwania się nimi w życiu codziennym, wychowankowie szkoły współczesnej muszą poprzez procesy uczenia się stopniowo coraz to bardziej zbliżać się do rozumienia istoty badań naukowych...”²⁶.

„We współczesnej teorii i praktyce kształcenia bardzo dużego znaczenia nabrała sprawa opanowania wiadomości i umiejętności przez wychowanków na drodze samodzielnego rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych.

Szkoła nie jest w stanie wyposażyć uczniów w system wiadomości i umiejętności, które wystarczą im na całe życie. W związku z szybkim przyrostem wiedzy naukowej i coraz bardziej skomplikowanymi obowiązkami zawodowymi oraz dynamicznym rozwojem życia społecznego szkoła musi przygotowywać wychowanków do samokształcenia, przysposobić ich do twórczego udziału w życiu zawodowym, społecznym i kulturalnym”²⁷.

„Współczesny człowiek żyje w szybko zmieniającym się, naturalnym, technicznym i społecznym otoczeniu. My, nauczyciele, musimy edukować młodych ludzi dla świata nieznanego nam w praktycznych szczegółach. Ma to nowe i poważne konsekwencje dla edukacji. Celem szkoły nie może być tylko reprodukcja społeczeństwa. My musimy przygotować młodą generację do życia w tej nieznannej sytuacji, do oceniania swojego środowiska, do przewidywania i kształtowania przyszłości. Fizyka (a za nią inne nauki ścisłe) oferują skuteczną strategię dla orientacji w nieznanym środowisku i dla przewidywania przyszłości. Konsekwencje tego są takie, że cel nauczania tych przedmiotów nie może

²⁵ Sterna D., *Urzeczeni OK*, „Psychologia w Szkole” 2007, nr 4.

²⁶ Okoń W., *U podstaw problemowego uczenia się*, PZWS, Warszawa 1964, s. 56.

²⁷ Palka S., *Praca badawcza uczniów w procesie kształcenia*, Kraków 1977, s. 5.

ograniczać się do przekazywania tylko wiedzy faktycznej. Głównym celem musi być przekazywanie środków i sposobów orientacji”²⁸.

1.2 Pożądane cechy współczesnej edukacji

Dzisiejsze cele polskiej edukacji

Polska szkoła zbytnio skupia się na efektach kształcących, z których wiedza jest najważniejsza. Mniejszą uwagę zwraca na inne składowe tych efektów, a mianowicie na umiejętności i postawy, a prawie w ogóle na efekty realizacyjne (produkty materialne i niematerialne uczenia się w szkole).

Można odnieść wrażenie, że głównym celem edukacji w Polsce jest zapamiętywanie, egzaminy i testy, których cel wytycza i ogranicza podstawa programowa.

„Współczesna szkoła za bardzo koncentruje się na mało rozwijających ucznia testach, a zupełnie zaniedbała potencjał intelektualny i osobowościowy, z jakim uczeń czy student przychodzi do szkoły”²⁹.

„Polska szkoła jest usztywniona przez XIX-wieczną strukturę i zalana cementem reguł, które czynią z nauczyciela urzędnika niezbyt wysokiej rangi. Żeby pokierować najważniejszym społecznym działaniem, czyli uczeniem dzieci, nauczyciel powinien być twórczy.

Szkoła wydaje się być tylko miejscem pracy dla dyrektorów, nauczycieli i urzędników oświatowych. W głównej mierze liczy się tylko zdawalność, a nie kompetencje.

Wszyscy mówią, że w USA istnieje zły system edukacji, ale większość Nagród Nobla zdobywają naukowcy amerykańscy”³⁰.

„Szkoła musi być bardziej praktyczna – mniej akademicka. To trudne zadanie – wszak wszyscy nauczyciele ukończyli studia i nasz sposób myślenia jest właśnie akademicki. Niemniej „upraktycznienie” szkoły jest konieczne. Matematyka – wyłącznie poruszająca problemy życia codziennego i to na poziomie odbiorcy (dziecka, młodzieży). Fizyka, chemia, biologia, geografia – także winny opierać się na tym, co nas otacza, nie na teoretyzowaniu. Język ojczysty i języki obce – praktyczne ich stosowanie na wszelkie potrzebne sposoby. Aby nie było już takich sytuacji, że uczeń potrafi co prawda rozwiązać równanie kwadratowe, ale

²⁸ Gubański Z., *Szkoła dawniej i dziś*, wykład autorski w Ostrowie Wielkopolskim dla OTN.

²⁹ Morbitzer J., *Szkoła w epoce płynnej nowoczesności*.

³⁰ Turski Ł., *Nie uczmy fizyki, uczmy dzieci*, „Gazeta Wyborcza”.

nie potrafi obliczyć podatku PIT. Aby nie było już takich sytuacji, że młody człowiek potrafi wyrecytować z pamięci budowę kwiatu jabłoni, a nie odróżnia sosny od świerka"³¹.

„(...) uwolnijmy system polskiej edukacji z akademickiego gorsetu. Przestańmy kontrolować programy nauczania (nota bene najlepiej wyglądające na papierze), przestańmy zachłystywać się egzaminami zewnętrznymi (które nie sprawdzają najważniejszych umiejętności), zacznijmy doceniać bogactwo talentów uczniów ich praktyczne umiejętności, wielość ścieżek w edukacji. Nie obrażajmy się na instytucje inne niż szkoła, które aspirują do wspierania rozwoju dzieci i młodzieży. Budujmy lokalne koalicje, uzupełniające się w edukacji, złożone ze szkół, parafii, domów kultury, muzeów, skansenów, kół gospodyń wiejskich, nadleśnictw, parków narodowych i krajobrazowych, policji, klubów sportowych, straży pożarnej, harcerzy, stowarzyszeń, klubów, prywatnych inicjatyw i wszelkich innych miejsc.

(...) zmienimy zasady rekrutacji i kształcenia nauczycieli. Wiemy wszyscy, że dobry nauczyciel – to skarb. Nie wystarczy, że ma „wszystkie wymagane papiery” – musi mieć jeszcze przysłowiową „iskrę bożą”, której żaden dyplom akademicki nie zastąpi. Jeżeli kadry oświatowe są uczone „metodą akademicką”, to nic dziwnego, że potem taką właśnie metodą pracują z dziećmi i młodzieżą. Wysyłanie studentów na praktyki do szkół, w których akademicki sposób pracy dominuje – też niewiele zmieni, bo „grzech” przechodzi z nauczyciela na ucznia. Kształćmy nauczycieli do zawodu – nie na naukowców”³².

„Obecny system sprawdzania osiągnięć uczniów opiera się na systemie egzaminów zewnętrznych. W przypadku gimnazjum, poza możliwościami tego systemu znajduje się sprawdzenie wielu kompetencji, które szkoła ma kształcić. Szczególnie dotyczy to kształtowania umiejętności i postaw związanych z pracą zadaniowo-projektową, umiejętnościami współdziałania i pracy zespołowej, inicjatywnością i kreatywnością”³³.

Czy egzaminy zewnętrzne świadczą o jakości pracy szkoły?

„Matura zewnętrzna, zewnętrzne egzaminy gimnazjalne, obligatoryjny test OKE na koniec klasy szóstej, olimpiady i konkursy przedmiotowe oraz inne testy międzyszkolne porównują wybrane umiejętności i częściową wiedzę. Zdajemy sobie sprawę, że większości ważnych umiejętności matura jednak nie sprawdza, ale mimo to przywiązujemy do tego egzaminu niezwykle dużą wagę.

³¹ Laska J., *Mitologia oświatowa, Edukacja równoległa*, Kłodzko – Nowa Ruda 2007.

³² Tamże.

³³ Hall K., Minister Edukacji Narodowej.

Gdy naukowcy, ekonomiści lub pracodawcy dyskutują o modelach absolwenta szkoły średniej, to pragną, by posiadał on m.in. następujące kompetencje: potrafił pracować w grupie, podejmować różnorodne role w grupie, był sprawny i szybki w poszukiwaniu informacji, był kreatywny, innowacyjny, zaradny, potrafił eksperymentować, posiadał umiejętności terenowe, laboratoryjne, techniczne, plastyczne, muzyczne, estetyczne, sprawnie obracał się w przestrzeni interpersonalnej, bezbłędnie radził sobie z interpretacją prawa (także specjalistycznego), nie bał się nowych technologii, posługiwał się biegle co najmniej jednym obcym językiem.

Czy takie oczekiwania są zbieżne z działaniami szkół i egzaminatorów OKE oraz komisji maturalnych?

Podobnie ma się sprawa z testami gimnazjalnymi oraz na koniec klasy szóstej. Bynajmniej nie sprawdzają one umiejętności najbardziej przydatnych w życiu dorosłym oraz na wyższych uczelniach, lecz w gruncie rzeczy porównują tylko możliwości zapamiętywania dużej ilości faktów, mechanizmów, algorytmów, schematów, etc. Im lepszą masz pamięć, im więcej faktów zapamiętałeś, im częściej ćwicyłeś algorytmy – tym lepiej zdasz zewnętrzny egzamin.

Mimo to wyniki testów zewnętrznych są dla wielu z nas „święte”. Zamiast więc zastanawiać się nad jakością pracy szkoły, do której chodzi nasze dziecko – dyskutujemy o wynikach egzaminów zewnętrznych. A przecież to dwie zupełnie różne kwestie.[...]

Uznając wyniki egzaminów zewnętrznych za najważniejszy miernik jakości pracy szkoły, popełniamy taki sam błąd, jak nauczyciele Alberta Einsteina, który przecież nigdy matury nie zdołał zdać³⁴.

Pożądane cele edukacji

Konieczność dokonywania pewnych modyfikacji w nauczaniu dostrzegano od dawna, w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku, znalazła wyraz w licznych pracach naukowych i raportach oświatowych: ”Zasygnalizowano przede wszystkim potrzebę zmiany celów kształcenia, uznając za najistotniejsze uświadomienie uczniom wartości i potrzeby uczenia się, przygotowanie do samodzielności, aktywności, rozwinięcie zainteresowań, co służyłoby szerszemu poznawaniu rzeczywistości pozaszkolnej³⁵.

³⁴ Laska J., *Mitologia oświatowa, Edukacja równoległa*, Kłodzko – Nowa Ruda 2007.

³⁵ Półturzycki J., *Edukacja ustawiczna a rozwój i przemiany dydaktyki*, w: *Dydaktyka w dobie przemian edukacyjnych*, red. K. Denek, F. Bereźnicki, Oficyna Wydawnicza Zachodniopomorskiego Centrum Edukacyjnego, Szczecin 1999, s. 34.

Potrzebę zmiany celów kształcenia akcentuje się w wielu raportach oświatowych, w których jest mowa o takiej edukacji, w toku której przygotowuje się uczniów do uczenia się przez całe życie. Idee przewodnie tych dokumentów, np.: „uczyć się bez granic”, „uczyć się, aby być”, „uczyć się, aby wiedzieć”, „uczyć się, aby działać”, „uczyć się, aby żyć z innymi ludźmi”, „kształcenie do mistrzostwa”, „kształcenie dla przyszłości”, „kształcenie ustawiczne”, „kształcenie zhumanizowane”³⁶, wciąż pozostają jednak tylko hasłami, podczas gdy od wielu lat uwagę pedagogów przykuwa problem uczenia się jako pewnego sposobu przekazywania informacji oraz ich pamięciowego opanowywania, a następnie – kontrolowania i oceniania.

Pożądanym dziś celem edukacji jest społeczeństwo samouczące się.

Szkoła powinna być dla uczniów – rozwijać kompetencje potrzebne do samodzielnego funkcjonowania na dynamicznie zmieniającym się rynku pracy.

Nauczyciel wraz z uczniami powinien tworzyć społeczność uczących się i współpracujących.

„Dziś proces uczenia musi się zmienić we współdziałanie grupy znajomych, jak na portalach społecznościowych. To oznacza jednak, że nauczyciel przestanie być trenerem, a stanie się reżyserem”³⁷.

Nauczyciele powinni się uczyć razem z uczniami. Powinni zwracać uwagę nie tylko na efekty kształcące ale także na efekty realizacyjne takie jak: wspólne uczenie się nauczycieli wraz z uczniami, wspólne tworzenie produktów nauczania i uczenia się.

1.3 Przekształcenie szkoły ze środowiska nauczania w środowisko uczenia się³⁸

„Jak wspomniano, żyjemy dziś w całkowicie odmiennych czasach, niż nasi dziadowie czy rodzice. Nowoczesne technologie za pośrednictwem swoich narzędzi kształtują nowy typ człowieka. Mamy do czynienia już nie z nowymi mediami, lecz – za sprawą Paula Levinsona – tzw. „nowymi nowymi mediami”³⁹. Media te, zachowując wszystkie cechy nowych mediów, dodają do nich „społecznościowy” charakter. Do nowych nowych mediów zaliczamy więc Facebooka, Wikipedię, YouTube, Second Life, MySpace, Digg, Twitter i jego polski odpowiednik BLIP (akronim od pełnej nazwy: Bardzo Lubię Informować Przyjaciół). Jest to zasadnicza nowa jakość, gdyż audytorium potencjalnych odbiorców wytwarzanych

³⁶ Kupisiewicz Cz., *Paradygmaty i wizje reform oświatowych*, PWN, Warszawa 1985.

³⁷ Turski Ł., *Nie uczmy fizyki, uczmy dzieci*, „Gazeta Wyborcza”

³⁸ Morbitzer J., *Szkoła w epoce płynnej nowoczesności*.

³⁹ Levinson P., *Nowe nowe media*. Wydawnictwo WAM, Kraków 2010.

przez internautę komunikatów staje się globalne. McLuhanowska globalna wioska nie oznacza już więc kurczenia się świata – przeciwnie – świat kontaktów i obszar możliwej komunikacji znacznie się rozszerzyły.

W stronę szkoły 2.0

Nowe media kształtują nowy typ człowieka, ten zaś jest prekursorem zmian w szkole. Szkołę na miarę wyzwań społeczeństwa sieci kanadyjski badacz Internetu i wpływu nowych technologii na innowacyjność Don Tapscott proponuje nazwać – na wzór nazwy obecnej fazy rozwoju Internetu – Web 2.0 – szkołą 2.0⁴⁰. Podobnie jak Web 2.0 oferuje użytkownikom możliwość współtworzenia zasobów internetowych, tak i szkoła 2.0 oznacza radykalną zmianę relacji między nauczycielami i uczniami, którą najlepiej charakteryzuje idea „partnerstwo dla prawdziwego uczenia się”. To krótkie hasło zawiera w sobie głęboką myśl i implikuje konieczność wprowadzenia daleko idących innowacji.

„Problem niedostosowania polskiego szkolnictwa do wymogów współczesności polega – w dużej mierze – na niewłaściwej relacji między nauczaniem a uczeniem się. Szkoła ciągle opisywana jest jako instytucja nauczająca i z efektów tego nauczania jest rozliczana. Zapominamy o tym, że uczyć się każdy musi sam. Szkoła zatem, będąc miejscem nauczania, usiłuje być pasem transmisyjnym wiedzy, podczas gdy wymogiem współczesności jest, by stała się środowiskiem uczenia się i skoncentrowała swoje wysiłki na tworzeniu warunków i sytuacji, umożliwiających poszukiwanie, tworzenie oraz przetwarzanie wiedzy. Przekształcenie szkoły ze środowiska nauczania w środowisko uczenia się jest ściśle związane z przyspieszoną ewolucją roli nauczyciela, który z głównego źródła wiedzy i „mędrca na katedrze” (ang. Sage on the Stage) musi stać się stojącym z boku doradcą ucznia, jego naukowym opiekunem, wspierającym ucznia w rozwoju intelektualnym (ang. the Guide on the Side)”⁴¹.

1.4 Międzynarodowy wymiar edukacji

„Umiejętność wyjaśniania zjawisk bliska jest tradycyjnemu kształceniu w naukach przyrodniczych, opierającemu się na przekazywaniu wiedzy teoretycznej (pogadanka, praca z podręcznikiem, wykład) w odróżnieniu od uczenia umiejętności rozpoznawania zagadnień naukowych (określenia i definiowania problemu w kategoriach naukowych, czyli: co i jak

⁴⁰ Tapscott D., *Cyfrowa dorosłość. Jak pokolenie sieci zmienia nasz świat*, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa 2010, s. 253-259.

⁴¹ Morbitzer J., *Szkoła w epoce płynnej nowoczesności*.

można badać naukowo), czy umiejętności interpretowania i wykorzystywania wyników badań. Umiejętność wyjaśniania zjawisk naukowych dominuje w nauczaniu nauk przyrodniczych w Polsce, a także w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. We Francji w programie nauczania nauk przyrodniczych kładzie się natomiast duży nacisk na budowanie umiejętności analizowania danych i eksperymentów naukowych. Różnice te widać wyraźnie, gdy porównuje się stwierdzenia uczniów dotyczące sposobów nauczania nauk przyrodniczych⁴².

Program PISA

„Docenianie przez uczniów roli badań naukowych i przyjmowanie naukowego podejścia do problemów uznaje się za ważny cel edukacji w zakresie nauk przyrodniczych”⁴³.

„Program PISA (Programme for International Student Assessment) stanowi jeden z przykładów badań międzynarodowych, które trwale zadomowiły się w wielu krajach jako stały punkt odniesienia dla podejmowanych działań w oświacie. Ma on także swój wymiar europejski, dostarczając wskaźników do oglądu systemów edukacyjnych krajów członkowskich Unii Europejskiej. Jednak jego podstawowy wymiar oddziaływania odnosi się do szczebla najwyższego, czyli bezpośredniego kontaktu nauczyciela z uczniem.

Skojarzenie ze sobą wyników badań i zadań testowych sprzyja bardziej świadomej pracy z uczniem. (...) Jest potrzeba rozwijania bardziej złożonych umiejętności uczniów już na etapie powszechnego kształcenia. Potrzeba taka znajduje swoje potwierdzenie w głównym wyniku dotychczasowych badań międzynarodowych. Chodzi o słabości polskich uczniów w rozwiązywaniu bardziej złożonych zagadnień. Dotyczy to zarówno relatywnie lepszych uczniów, którzy jednak w zestawieniach międzynarodowych – poza jednostkowymi wyjątkami – nie wypadają zbyt dobrze, jak i tym bardziej słabszych uczniów, którzy zbyt często poprzestają na odtwórczym podejściu do zadań”⁴⁴.

„Główna dziedzina pomiaru w badaniu PISA 2006 objęła umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych. Rezultaty testu zostały ujęte zbiorczo dla całej dziedziny oraz w rozbiciu na podskale umiejętności. Wynik ogólny polskich uczniów (498 pkt) nie różni się od przeciętnego w krajach OECD. Natomiast porównanie rezultatów polskich uczniów w zakresie poszczególnych rodzajów umiejętności pokazuje istotne różnice, często wynikające

⁴² PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁴³ Tamże.

⁴⁴ Fedorowicz M., *Umiejętności polskich gimnazjalistów. Pomiar, wyniki, zadania testowe z komentarzami*, praca zbiorowa, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2007.

ze słabości polskiej szkoły. Słabości te są obserwowane zarówno na poziomie gimnazjum, jak i w szkołach ponadgimnazjalnych każdego typu”⁴⁵.

Program PISA stawia podstawowe pytania dotyczące celów kształcenia w zakresie nauk przyrodniczych. Czy uczniowie potrafią zastosować wiedzę szkolną w różnych sytuacjach związanych z życiem codziennym? Co powinni wiedzieć i potrafić, aby mogli w pełni uczestniczyć w życiu społecznym, obywatelskim i zawodowym?

Kompetencje kluczowe

Zgodnie z dokumentami unijnymi kompetencje kluczowe to te, „których wszystkie osoby potrzebują do samorealizacji i rozwoju osobistego, bycia aktywnym obywatelem, integracji społecznej i zatrudnienia”⁴⁶. Kompetencje kluczowe zostały zdefiniowane w Zaleceniu Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (2006/962/WE) jako „połączenie wiedzy, umiejętności i postaw odpowiednich do sytuacji”. W wymienionym dokumencie ustanowiono osiem kompetencji kluczowych:

- 1) porozumiewanie się w języku ojczystym,
- 2) porozumiewanie się w językach obcych,
- 3) kompetencje matematyczne i podstawowe kompetencje naukowo-techniczne,
- 4) kompetencje informatyczne,
- 5) umiejętność uczenia się,
- 6) kompetencje społeczne i obywatelskie,
- 7) inicjatywność i przedsiębiorczość,
- 8) świadomość i ekspresja kulturalna.

Kolejność wymieniania nie tworzy tu żadnej hierarchii. Wszystkie kompetencje kluczowe uważane są za tak samo istotne. Zakresy tych kompetencji nie są rozłączne, a wręcz przeciwnie – stanowią powiązaną strukturę.

„Problematyka „Jak uczyć uczniów uczenia się” lokuje się na szczycie priorytetów europejskich i światowych trendów w edukacji XXI wieku. Szkoła polska też oczywiście musi na to wyzwanie zareagować. W tradycyjnej szkole temat „Jak się uczyć” jest mniej lub bardziej pomijany, funkcjonuje ciche założenie, że uczeń sam ma jakoś... opanować warsztat

⁴⁵ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁴⁶ *Kompetencje kluczowe w uczeniu się przez całe życie – europejskie ramy odniesienia*. Załącznik do zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie; Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 30 grudnia 2006 r./L394.

swego uczenia się. Czy ktoś (szkoła) w tym pomaga? Oto jest pytanie. Jest różnie, czasem szkoła nawet przeszkadza w uczeniu się. Co to znaczy uczyć ze zrozumieniem? Może właśnie oznacza to uczenie ze zrozumieniem procesów, które tenże proces konfigurują i wpływają na wykreowanie indywidualnych, specyficznych dla każdego, stylów uczenia się. Tak aby w każdej szkole uczyli się najlepsi uczniowie świata. Umiejętność uczenia się to największy kapitał, który można wynieść ze szkoły. Jak wiadomo – wiedza dość szybko umyka z głowy lub się dezaktualizuje. Umiejętność uczenia się – najlepiej stale doskonalona – pozostaje na całe życie”⁴⁷.

⁴⁷ Taraszkiewicz M., Colin Rose, *Atlas efektywnego uczenia się nie tylko dla nauczycieli, część 1*

2. Jak konstruujemy wiedzę?

*Nie ma wiedzy bez rozumowania, nie ma też rozumowania bez wiedzy.
[...] same umiejętności nie istnieją bez odpowiedniej porcji wiedzy, tak jak i wiedza
pozostaje wątpliwa bez towarzyszących jej umiejętności.
[...] Wiadomości są raczej „budulcem” dla rozwinięcia umiejętności uczniów⁴⁸.*

„W szkole tradycyjnej profesorowie selekcionują te elementy wiedzy naukowej, które uważają za wystarczające na całe życie przeciętnego obywatela. Autorzy opisują te fragmenty informacji w podręcznikach. Ich głównym źródłem jest poprzedni podręcznik. Gdy wiedzy przybywa, nowe strony i nowe fragmenty są dodawane do podręczników. Nauczyciele przekazują uczniom wyselekcjonowaną wiedzę faktyczną na lekcjach. Zazwyczaj brak czasu na przerobienie ostatnich rozdziałów grubych podręczników. Uczniowie biernie przyjmują te informacje, odtwarzają je na egzaminach i zapominają je tak szybko jak to jest możliwe. Społeczeństwo przyspiesza postęp w naukach ścisłych, technologiach i strukturze społecznej. Prowadzi to do dezaktualizacji programów szkolnych przedmiotów ścisłych i odwraca młode umysły od takich przedmiotów jak fizyka, biologia i chemia”⁴⁹.

2.1 Wiedza i rozumowanie – treści i zakres pojęcia

Wiedza to ogół wiadomości zdobytych dzięki badaniom, uczeniu się itp⁵⁰.

„Wiedza w badaniu PISA nie jest traktowana tylko jako zbiór faktów i definicji pojęć. Obejmuje ona zarówno wiadomości z danej dziedziny nauk przyrodniczych, jak i znajomość zasad rozumowania naukowego. Rozumowanie stanowi integralną część wiedzy, stwarzając podstawę do wykształcenia umiejętności związanych z naukami przyrodniczymi. Nie ma wiedzy bez rozumowania, nie ma też rozumowania bez wiedzy.

Wiedzę z dziedziny nauk przyrodniczych można podzielić na dwa rodzaje.

Pierwszy jest bliższy klasycznej, szkolnej wiedzy z różnych dziedzin nauk przyrodniczych (umownie nazwanej knowledge of science) i dotyczy tego, co uczeń wie z zakresu biologii, chemii, fizyki, geografii i techniki, ale też jaki z tej wiedzy potrafi zrobić użytek.

⁴⁸ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁴⁹ Gubański Z., *Szkola dawniej i dziś*, wykład autorski w Ostrowie Wielkopolskim dla OTN.

⁵⁰ *Słownik języka polskiego*, red. L. Drabik, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

Drugi rodzaj dotyczy tego, co uczniowie wiedzą o metodach badania naukowego i charakterystycznych cechach nauki (umownie nazwany knowledge about science). Chodzi tu o znajomość metod stosowanych w naukach przyrodniczych, np. zrozumienie, w jaki sposób dochodzi się do wniosków na podstawie danych, skąd wiadomo, że te wnioski są uzasadnione, jak się przeprowadza doświadczenia itp.

W naukach przyrodniczych w badaniu PISA, jest odejście od wysuwania na pierwszy plan wiadomości zdobytych w trakcie nauki w ramach poszczególnych przedmiotów szkolnych. Wiadomości są raczej „budulcem” dla rozwinięcia umiejętności uczniów⁵¹.

Proces konstruowania wiedzy

W nauce w szkole podstawowej i podczas pobytu w gimnazjum, uczniowie spotykają się z procesem konstruowania wiedzy. Jednak rzadko koncentrują swoją uwagę na tym procesie. Warto im uzmysłwić dwa sposoby budowania wiedzy: metodę dedukcji i indukcji.

Część wiedzy jest uzyskiwana za pomocą metody zwanej dedukcją. Jest to wiedza zawsze słuszna. Przykładem szkolnym tak budowanej wiedzy są twierdzenia matematyczne, np. twierdzenie Pitagorasa. Dzięki dowodowi matematycznemu można być pewnym, że twierdzenie Pitagorasa jest prawdziwe dla każdego trójkąta prostokątnego. Przeprowadzając dowód nie ma potrzeby potwierdzać jego poprawności sprawdzając różne trójkąty prostokątne. Można oczywiście zastanawiać się nad tym, jak wyglądać będzie podobne twierdzenie dla innych trójkątów (nie prostokątnych).

Część wiedzy można pozyskać w drodze indukcji analizując przypadki, które są postrzegane i można próbować na ich podstawie sformułować wnioski ogólne, słuszne również w takich sytuacjach, które nie były jeszcze podmiotem badań. W pewnym momencie wiedza tak budowana może być uznana za nieprawdziwą, gdy spostrzeżemy zdarzenia z nią niezgodne.

W naukach przyrodniczych za podstawową metodę pozyskiwania wiedzy uznaje się indukcję, która opiera się na analizie dostępnej wiedzy i wyciąganiu z niej wniosków. Jest to o tyle niepewne, że w pewnym momencie można odkryć coś nowego, co nie jest zgodne z dotychczasową wiedzą. Niemniej takie odkrycie, niezgodne z dotychczasową wiedzą, jest bardzo cenne, ponieważ na jego podstawie można poszerzyć wiedzę, a czasami wręcz zaprzeczyć dotychczasowym przekonaniom.

⁵¹ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

„Analizując podręczniki nie trudno się przekonać, że w bardzo obszernym programie nauczania fizyki w gimnazjum indukcyjna metoda poznawania zjawisk jest traktowana po macoszemu. Dominuje ukazywanie przyrody za pomocą metod pseudodedukcyjnych. Uczeń poznaje prawa dotyczące oporu elektrycznego, nowe pojęcia takie jak *masa*, *prędkość*, *przyspieszenie* i traktuje je jako pewniki na równi z twierdzeniem Pitagorasa.

W sposób naturalny oczekuje spełnienia zasady zachowania energii podczas zderzeń szepiających się wagoników (zasada zachowania energii jest przecież bezdyskusyjna) czy stałej wartości oporu elektrycznego (pan Ohm na pewno się nie mylił).

Podobnie jak w przypadku innych przedmiotów, dobrym sposobem na dochodzenie do wiedzy są doświadczenia nieudane, poprzez zmianę badanych parametrów uczniowie mają możliwość zaobserwowania procesów w nowych warunkach. Jest to argument za opracowywaniem nowych wersji dostępnych doświadczeń, nie zaś do kopiowania doświadczeń, które już są precyzyjnie opisane w różnych źródłach.

Lekcja nie może być prowadzona w pełni w języku nauki, bo nie rozumieją jej uczniowie. Będą mogli tylko nauczyć się jej na pamięć. Warto zwrócić uwagę, że problem ten jest szczególnie jaskrawy, gdy nauczyciele uczący w gimnazjum nauk przyrodniczych, korzystają z podręczników, będących „*adaptacją*” dawnych podręczników licealnych do zakresu treści nauczania w gimnazjum”⁵².

Związki przyczynowo – skutkowe

Człowiek może kształtować świat tylko w zgodzie z prawami przyrody. Może się realizować twórczo nie tylko słowem, pismem, sztuką, ale także produktywną pracą. Ale uczniów trzeba tak kształcić, żeby dobrze pojęli rolę przyczynowości w przyrodzie. Żeby umieli przewidywać i technicznie wykorzystywać zjawiska przyczynowo-skutkowe.

Zenon Gubański

W wielu doświadczeniach i tekstach umieszczanych w podręcznikach, uczniowie nie dostrzegają związków przyczynowo-skutkowych. W eksperymencie nie zauważają, który parametr zmieniamy i co jest efektem tych zmian.

Podstawowym celem prowadzenie eksperymentów i obserwacji w fizyce jest znalezienie związków przyczynowo – skutkowych. Chcemy, by uczniowie odkryli, że zwiększając napięcie zasilania żarówki, zmieniają wiele jej parametrów, w tym m.in. zwiększają

⁵² Piotrowski M., Jerzy Kielech, Marta Dobrzyńska, Akademia Uczniowska.

temperaturę włókna. Włókno w wyższej temperaturze jest źródłem światła o większym natężeniu. W skrajnej sytuacji wysoka temperatura włókna prowadzi do częściowego jego stopienia – „żarówka przepala się”.

Zapisując związek przyczynowo-skutkowy badany w powyższym eksperymencie za pomocą zmiennych zauważyć można, że to, co zmieniono to napięcie żarówki (zmienna niezależna) to, co ulega zmianie na skutek działania to nie tylko temperatura włókna, ale również: opór elektryczny, moc żarówki, natężenie prądu płynącego przez żarówkę (są to zmienne zależne, zależne od napięcia zasilania).

Kreowanie *sztucznej* wiedzy na lekcjach fizyki

„Moim zdaniem większość wiedzy szkolnej szkodzi. Mam tu na myśli ten rodzaj wiedzy opisanej programami, którą uczniowie muszą sobie przyswajać, a nauczyciele muszą nauczać. Ta sytuacja obustronnego przymusu powoduje, że uczniowie przestają myśleć, przestają używać osobiście aktywowanych procedur myślowych. Szkoła wykreowała sztuczny system wiedzy szkolnej, który nie tylko nie funkcjonuje równolegle z wiedzą naturalną, ale wręcz ją blokuje”⁵³.

Ciekawe spojrzenie jak uczyć fizyki przedstawił na Konferencji GIREP w Skofja Loka 1992 roku Alfred Pflug, profesor fizyki Uniwersytetu Technicznego w Dortmundzie, kierownik Dydaktyki Fizyki, zajmujący się obecnie metodami nauczania fizyki współczesnej. Podobnie jak profesor D. Klus-Stańska uważa, że celem edukacji powinno być umożliwienie rozumienia codzienności⁵⁴.

„W procesie tworzenia nowej wiedzy lub jej pogłębiania oraz restrukturyzacji zasadniczą rolę ogrywają eksperymenty wykonywane przy pomocy prostych przyrządów lub przedmiotów codziennego użytku. Doświadczenie może być w tym przypadku źródłem wiedzy lub środkiem jej weryfikacji i pomagać w kształtowaniu pojęć oraz formułowaniu praw”⁵⁵.

„Tymczasem edukacja fizyczna w szkołach jest bardzo często oceniana poprzez badanie, czy zostały osiągnięte krótkowzroczne cele takie jak: umiejętności odpowiadania na specjalne pytania czy rozwiązywanie wybranych problemów, które w sposób zaplanowany prowadzą do określonych odpowiedzi.

⁵³ Klus-Stańska D., „Gazeta Szkolna” 2008, nr 5, 16.

⁵⁴ Klus-Stańska D., *Konstruowanie wiedzy w szkole*, s. 403.

⁵⁵ Śniadek B., *Konstruktywistyczny model kształcenia nauczycieli przyrody*, XIV Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, Opole 2008.

Jeśli nasze nauczanie fizyki ma mieć długotrwały efekt w działaniu i sposobie myślenia naszych uczniów w ich przyszłym dorosłym życiu, powinniśmy raczej pomóc im stać się amatorami tj. miłośnikami fizyki, aniżeli profesjonalistami, ponieważ przytłaczająca większość z nich nie będzie korzystała z fizyki w swoim przyszłym życiu, pracując na utrzymanie”⁵⁶.

„Rodzaj ludzki musi odbudować w swoim istnieniu pewną harmonię z naturą zagubioną w okresie rewolucji przemysłowej. Oczywiście cel ten może być osiągnięty, jeśli podstawowe prawa fizyki, jak zasada zachowania energii i produkcja entropii, określą myślenie i działalność polityków i przemysłowców. Z tego wynika, że fizyka jako specyficzny pogląd na świat, jako umiejętność patrzenia na nasze ziemskie środowisko musi przenikać także ich osobiste życie, aby dali godny zaufania przykład społeczeństwu.

Potwierdzono w wielu badaniach dotyczących nauczania fizyki, że uczniowie i studenci będą z większym prawdopodobieństwem pamiętali i stosowali te wiadomości, których byli uczeni, czyli uczyli się przy wykorzystaniu różnych form przekazu i zdobywania wiedzy. Równocześnie najważniejsze są doświadczenia własne, wykonywane bez nakazu, bez z góry określonego celu i strategii”⁵⁷.

„Szansa przeniesienia aktywności klasowej na działania w codziennym życiu wzrasta znacząco, jeśli zestawy eksperymentalne nie są jakieś specjalne, ale wzięte z codziennego życia. Nie jest dziwnym, że we wszystkich szkołach zestawy odtwarzają wiedzę szkolną, ponieważ zostały one wykonane jedynie w tym celu. Zapomina się, że przedmioty użytku codziennego otwierają możliwość ilustracji szerokiego zastosowania podstawowych praw fizycznych, które ważne są w warunkach życia codziennego”⁵⁸.

2.2 Nauczanie problemowe w konstruktywistycznej teorii kształcenia

Konstruktywizm

Bardzo popularną etykietką dla myślenia o edukacji opartego na twórczej, poznawczej aktywności dziecka, na wychodzeniu w edukacji od jego wiedzy i przekonań – jest konstruktywizm.

„Konstruktywizm (jako teoria wiedzy) ma właściwie dwa poważne wsparcia: jest to z jednej strony neurobiologiczna teoria funkcjonowania mózgu, a z drugiej koncepcje

⁵⁶ Pflug A., Referat wygłoszony na Konferencji GIREP w Skofja Loka, 1992 (Foton 21 / 1992).

⁵⁷ Tamże.

⁵⁸ Tamże.

pedagogiczne, wskazujące na efektywność reguł działania pedagogicznego wyprowadzonych z założeń konstruktywizmu”⁵⁹.

„Istotą konstruktywizmu jest założenie, że uczeń występuje w roli badacza inspirowany przez nauczyciela, korzystając z różnych źródeł informacji, tworzy nową wiedzę”⁶⁰.

W konstruktywizmie uczenie się jest postrzegane jako aktywne budowanie wiedzy, rozpoczynające się od wiedzy, która jest już obecna w uczniu (Driver et al., 1994)⁶¹. Ten szczególny obraz uczenia się sięga korzeniami do pracy Deweya (1897)⁶² i jego twierdzenia, że „edukacja musi być postrzegana jako nieustanna rekonstrukcja doświadczenia”, a także do pracy Piageta (1937) i przekonania, że „inteligencja organizuje świat poprzez organizowanie siebie samej”. A zatem, w przeciwieństwie do poglądów behawiorystów, dla konstruktywistów w centrum uwagi jest sam uczeń jako osoba aktywna, co implikuje także zmianę roli nauczyciela z „osoby przekazującej wiedzę” na „trenera” procesu nauczania.

Alternatywą do przekazywania wiedzy jest aktywne budowanie wiedzy przez uczniów.

„W ramach perspektywy konstruktywistycznej, każdy uczący się aktywnie konstruuje i rekonstruuje swoje rozumienie, zamiast przejmować je z autoryzowanego źródła, za jakie bywa uważany nauczyciel lub podręcznik szkolny”⁶³.

Nurt ten jest oparty na następujących założeniach:

- uczenie się z tej perspektywy jest samoregulacyjnym procesem zmagania się z konfliktem między istniejącymi osobistymi modelami świata, a docierającym informacjami z zewnątrz;
- uczenie się to proces konstruowania nowych modeli i reprezentacji świata za pomocą narzędzi kulturowych i symboli oraz proces nieustannego negocjowania znaczenia, zarówno poprzez bezpośredni kontakt z przedmiotem poznania jak i pracę w grupie oraz dyskurs;
- środowiska uczenia się – to także wszystko to, co uczestniczy w konstruowaniu nowej wiedzy o świecie, to wiedza uprzednia, styl poznawczy ucznia, a także relacje między uczniem, a przedmiotem poznania.

⁵⁹ Dylak S., *Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli*, w: pod red. H. Kwiatkowska, T. Lewowicki, S. Dylak, *Współczesność a kształcenie nauczycieli*, WSP ZNP, Warszawa 2000.

⁶⁰ Śniadek B., *Konstruktywistyczny model kształcenia nauczycieli przyrody*, XIV Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, Opole 2008.

⁶¹ Driver R., Asoko H., Leach J., Mortimer E. & Scott P. (1994). *Constructing scientific knowledge in the classroom. Educational Research* 23, 5-12.

⁶² Dewey J. (1897). *My Pedagogic Creed*. *School Journal* 54, 77-80.

⁶³ Roth W. M. (1994), *Experimenting In a constructivist high school physics laboratory. Journal of Research in Science Teaching*, 31, 197-223.

„Jak jednak przekładają się zasady konstruktywizmu na podstawowe twierdzenia pedagogicznego działania?⁶⁴ Założenia te podała Jacquelin Brooks oraz Martin Brooks.

„Pierwszą zasadą jest stawianie problemów odpowiednich (zwłaszcza atrakcyjnych) dla uczniów. Jak zauważają autorzy ta odpowiedniość może się wyłonić już w trakcie nauczania.

Druga zasada dotyczy organizowania nauczania wokół jakichś podstawowych pojęć. Mogą to być problemy, pytania czy sytuacje. Uczniowie bardziej angażują się w zagadnienia prezentowane całościowo. Dla wielu osób uczących się budowanie całości z bardzo szczegółowych zagadnień omawianych odrębnie jest wielką trudnością.

Kolejna z zasad jest chyba najbardziej definicyjna ze względu na założenia konstruktywizmu. Oto postuluje się poszukiwanie i docenianie uczniowskiego punktu widzenia w procesie kształcenia i wychowania. Świadomość uczniowskiej wiedzy potocznej (osobistych punktów widzenia i przekonań) pozwala nauczycielom na osadzanie czynności uczenia się w kontekście wiedzy uczniów, będą one wtedy dla nich bardziej znaczące. Konsekwencją realizacji tej ostatniej zasady jest postulat uwzględniania posiadanej już przez uczniów wiedzy w programie nauczania, co pozwoliłoby nauczycielom na budowanie pomostu między obecnym rozumieniem danych zagadnień przez uczniów, a rozumieniem bardziej złożonym. Zdobywanie wiedzy – głębszego rozumienia – zachodzi w *głowie ucznia*, nauczyciel stwarza uczniom tylko możliwości działań poznawczych. W naturalny sposób z powyższej zasady wynika ostatni postulat konstruktywizmu aby, oceniać wyniki uczenia w kontekście procesu kształcenia oraz zapewnionych warunków^{65, 66}.

„Z perspektywy konstruktywistycznej egzaminy w szkole mają sens tylko wtedy, gdy przedstawiają problemy dokładnie tak, jak występują one w sytuacjach autentycznych. Wprawdzie wielu uczniów w przeszłości udowodniło, że może również rozwiązać zadania, które występują tylko w kontekście szkolnym, ale czy przez tworzenie takich egzaminów chcemy jedynie dodatkowo wzmocnić podejrzenie, że dzieci uczą się tylko dla szkoły?”⁶⁷

Nauczanie problemowe

Zajęcia z pytaniem problemowym – nauczanie problemowe – zwięźle sformułował ponad 100 lat temu Dewey.

⁶⁴ Lunenburg F.C. (1998) *Constructivism and Technology: Instructional Designs for Successful Education Reform*, Journal of Instructional Psychology, nr 2.

⁶⁵ Brooks J. G., Martin G. Brooks, *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*, 1993

⁶⁶ Dylak S., *Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli*, w: red. H. Kwiatkowska, T. Lewowicki, S. Dylak, *Współczesność a kształcenie nauczycieli*, WSP ZNP, Warszawa 2000.

⁶⁷ Mietzel G., *Psychologia kształcenia*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003, s. 460.

Dewey podkreślał przewagę doświadczenia nad wiedzą teoretyczną i znaczenie szkoły jako miejsca wymiany tych doświadczeń, omówienia ich i czerpania wiedzy z tego wynikającej. Nauczyciel powinien być osobą poszerzającą te doświadczenia, ale i zarazem opierać się na wiedzy już zdobytej. Ma on za zadanie mobilizować ucznia do aktywnego udziału w następujących wydarzeniach, a zarazem uczyć wyciągania wniosków z przeżytych sytuacji.

Dewey wyodrębnił następujące etapy myślenia prowadzące do rozwiązania problemu:

- odczucie trudności,
- określenie trudności – sformułowanie problemu,
- szukanie rozwiązań – formułowanie hipotez,
- wyprowadzenie drogą rozumowania wniosków z rozwiązań – logiczna weryfikacja hipotez,
- dalsze obserwacje prowadzące do przyjęcia lub odrzucenia hipotezy – empiryczna weryfikacja hipotezy.

Zajęcia z pytaniem problemowym

W odróżnieniu od eksperymentów i obserwacji w zajęciach z pytaniem problemowym, przy weryfikacji hipotezy (odpowiedzi na pytanie problemowe) uczniowie mogą korzystać nie tylko z eksperymentu lub obserwacji, lecz również z analiz, obliczeń, symulacji, wyszukiwania wyjaśnień w podręcznikach.

Ważne jest, by uczniowie starali się argumentować i dyskutować. Zadaniem nauczyciela jest sformułowanie pytania problemowego i dodatkowych pytań lub przykładów, które umożliwią dyskusję między uczniami. Nauczyciel powinien również dbać i o to, by jak największa liczba uczniów brała udział w dyskusji (warto podzielić ich na grupy, lub pracować w parach).

Najczęściej zajęcia z pytaniem problemowym prowadzone są po „przerobionym” temacie, by nie trafić w „pustkę wiedzy” i ukazać jej nieznanego dotychczas aspekt np. praktyczne wykorzystanie.

Zajęcia z pytaniem problemowym, z uwagi na konstrukcję – charakter, mogą inspirować uczniów do ich kontynuacji w postaci projektów badawczych.

2.3 Twórczość nadrzędnym wymiarem w procesie kształcenia

Nauczyciele nie uczą elementarnego twórczego myślenia.

Dorota Klus-Stańska

„Jeśli nauczyciel nie jest szczęśliwy, nie jest w stanie wychować szczęśliwych dzieci, a takie dzieci powinny być przyszłością naszego społeczeństwa. Nauczyciel może i powinien sprawić, by dzieci w szkole i dzięki niej były szczęśliwe i takie tworzyły społeczeństwo w przyszłości. Wydaje się, iż jedną z dróg, prowadzących do osiągnięcia tego celu, jest kształtowanie postaw twórczych poprzez stymulowanie twórczego myślenia i działania. Oczekiwanie, by nauczyciel był kreatorem uczniowskich pasji, by potrafił łowić talenty i wspierać ich rozwój, stawia przed nim możliwość i zarazem konieczność zmierzenia się ze zdobywaniem doświadczenia „bycia twórcą” w rozmaitych obszarach aktywności (wskazują na to m.in.: K. J. Szmidt, K. Robinson, L. Witkowski).(...)

Zatem definicja pojęcia „kreatywność” brzmi: „to zdolność człowieka do tworzenia wytworów nowych i wartościowych, czyniących świat lepszym, bardziej prawdziwym, piękniejszym, do generowania nowatorskich, oryginalnych pomysłów.(...) K. Robinson dodaje, iż kreatywność wiąże się ze szczególnymi postawami i byciem zdolnym do dojścia do głębokich zasobów. Ludzie, którzy osiągnęli wielkie rzeczy w danej dziedzinie, osiągnęli je często dzięki miłości do tej dziedziny, pasji do natury procesu, jaki się z tym wiąże. Kreatywność wg niego nie jest procesem intelektualnym. Jest wzbogacana przez inne zmysły, a w szczególności przez uczucie, intuicję, swawolną wyobraźnię. Podpowiada on także, iż kreatywność jest podstawowym ludzkim atrybutem, który musi być pielęgnowany wśród wszystkich ludzi, nie tylko wśród artystów i naukowców. Jej wspieranie wśród ludzi wszystkich zawodów, klas społecznych i środowisk etnicznych jest niezbędne dla wspólnego dobra”⁶⁸.

„Kreatywność to potencjał człowieka, dzięki któremu potrafi on wykonać coś nowego i wartościowego dla siebie lub innych ludzi. Warunkiem oceny danej osoby pod kątem jej kreatywności nie jest wyłącznie fakt stworzenia przez nią kreatywnego wytworu, lecz również zasoby; możliwość twórczego myślenia i działania, gotowość do takich zachowań”⁶⁹.

W polskich badaniach nad kreatywnością (Jacek Pyżalski) wykazano, iż tylko 25% uczniów wykazuje się twórczym myśleniem. Reszta z nich to tak zwani odtwórcy. Co więcej,

⁶⁸ Przybylska A., *Nauczyciel - siewca, żniwiarz, a może kreator uczniowskich pasji - o dylematach twórczego nauczyciela.*

⁶⁹ Nęcka E., *Psychologia twórczości*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2001.

wykazano także, iż z polskimi nauczycielami jest jeszcze gorzej, bo twórczych nauczycieli jest tylko 5%.

„Dzisiejszy świat nastawiony jest na ciągłe zmiany, rozwój. Człowiek by nadażyć za wciąż zmieniającą się rzeczywistością musi być aktywny i twórczy. Według K. J. Szmidta brak twórczości, nowatorstwa, kreatywności prowadzi do nudy, apatii, konformizmu w myśleniu i działaniu. Autor nazywa ten stan „poznawczą śmiercią za życia”⁷⁰.

Szmidt twierdzi, że nuda jest wynikiem braku zadań do zrealizowania oraz problemów do rozwiązania. Jednostka twórcza, gdy coś robi jest zaangażowana w swoje działanie, zafascynowana nim. Człowiek pozbawiony kreatywności podejmuje określone działanie „na odczepnego”, jest nim znudzony, w związku z czym osiąga bardzo stereotypowe rezultaty. Zdaniem wielu uczonych początkiem każdej twórczości jest nastawienie badawcze. Człowiek znudzony takiego nastawienia nie wykazuje, nie dostrzega tego co jest do odkrycia, napisania czy chociażby przemyślenia. Nic go nie dziwi, staje się „ślepy na rzeczy do zrobienia”. Według Guilforda twórcze jest przede wszystkim myślenie dywergencyjne czyli ukierunkowane na poszukiwanie wielu rozwiązań jednego problemu⁷¹.

„Relatywny charakter twórczości, pojmowanej jako połączenie wartościowości i nowatorstwa pojawił się w klasycznej już definicji twórczości, sformułowanej przez Steina (1953, za Nęcka, 2001), zgodnie z którą, „twórczość to proces prowadzący do nowego wytworu, który jest akceptowany jako użyteczny lub do przyjęcia dla pewnej grupy w pewnym okresie”. Według tej definicji coś, co jest uznawane za twórcze w określonym czasie i w określonej społeczności, może takie nie być dla innej społeczności lub dla tej samej – w innym czasie”⁷².

Psycholodzy twórczości w znacznie większym stopniu niż definiowanie twórczości w odniesieniu do dzieł, koncentrują się na twórczości rozumianej jako cecha osoby. W tym znaczeniu twórczość (nazywana także kreatywnością) to zdolność człowieka do generowania produktów, które można określić jako nowe i cenne. W tym rozumieniu twórczości główny problem stanowi ustalenie, czy jest to cecha wyjątkowa i rzadko spotykana – właściwa jedynie wybitnym artystom, myślicielom i wynalazcom, czy też cecha, która w mniejszym lub większym stopniu występuje u każdego. Pierwsze podejście określane jest jako elitarne. Jego zwolennicy uważają, że osoba twórcza to ktoś wybitny, obdarzony wrodzonymi zdolnościami do tworzenia dzieł o wielkiej wartości, a przy tym nowatorskich.

⁷⁰ *Dydaktyka twórczości: koncepcje, problemy, rozwiązania*, red. K. J. Szmidt, Impuls, Kraków 2005, s. 379.

⁷¹ Guilford J. P., *Natura inteligencji człowieka*, PWN, Warszawa 1978.

⁷² Nęcka E. *Psychologia twórczości*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2001.

Podjęcie egalitarne zakłada, że twórczy jest każdy człowiek, a kreatywność jest cechą ciągłą, podobnie jak np. inteligencja czy neurotyczność. Każdy jest więc twórczy, choć w różnym stopniu. Jednym z argumentów przemawiających za podejściem egalitarnym jest charakterystyczne dla psychologii humanitarnej przekonanie, że kreatywność jest nieodłącznym atrybutem osoby ludzkiej.

Innych argumentów dostarcza psychologia rozwojowa: każdy człowiek już jako małe dziecko przejawia zachowania, które można określić jako twórcze, są one dopasowane do okoliczności i pomagają rozwiązać określone problemy (np. tworzenie nowych zdań, czy słów).

„Rolą nauczyciela w kreatywnym procesie dydaktycznym jest tworzenie wspólnoty badawczej z uczniami i uczestniczenie w dialogu jako wspólnym przedsięwzięciu, podążanie w myśleniu za swymi uczniami, nauczanie strategii potrzebnych do rozwiązywania problemów w sposób twórczy oraz pomaganie w odkrywaniu uczniowskich talentów. W postawie kreatywnego nauczyciela ważne jest podejście emocjonalne, pełne zaangażowania, poczucie humoru, otwartości na to, co nowe. Wymaga się od nauczyciela przede wszystkim odwagi w podejmowaniu decyzji, życzliwości wobec uczniów oraz umiejętności w przełamywaniu barier komunikacyjnych z uczniami. Kreatywne nauczanie wpływa na model absolwenta każdego typu szkoły, który dzięki niemu zostaje wyposażony w umiejętność rozpoznawania i rozwiązywania problemów – cechy wymagane na współczesnym rynku pracy”⁷³.

Program wspierania twórczości de Bono

„Jednym z najbardziej znanych na świecie programów wspierania twórczości dzieci i młodzieży jest program Edwarda de Bono oparty na teorii myślenia lateralnego.

Zaproponowane przez niego pojęcie myślenia lateralnego (obocznego) oznacza sposób podejścia do problemu – nie wprost, nie bezpośrednio. Dzięki takiemu traktowaniu, możliwe jest spojrzenie na problem z innej strony, w nowy sposób. Program de Bono zawiera także propozycje trenowania stylów poznawczych ustalonych według typologii jego autorstwa. Wyróżnione przez de Bono sześć jakościowo różnych stylów myślenia to:

- styl obiektywny (koncentracja na faktach);
- styl krytyczny (poszukiwanie wad i słabości w rozwiązaniach);
- styl konstruktywny (poszukiwaniu dobrych stron rozwiązań, „myślenie pozytywne”);

⁷³ Przybylska A., *Nauczyciel - siewca, żniwiarz, a może kreator uczniowskich pasji - o dylematach twórczego nauczyciela.*

- styl emocjonalny (kierowanie się w decyzjach, myśleniu uczuciami);
- styl produktywny (wytwarzanie nowych pomysłów, bez oceniania ich jakości);
- styl kontrolujący (kontrolowanie procesu myślenia, planowanie, ustalanie strategii itp.).

Pomysł de Bono polega zarówno na ćwiczeniu umiejętności rozpoznawania własnego stylu myślenia, jak i na doskonaleniu umiejętności myślenia w inny sposób, „zgodnie z cechami innego stylu”.

Umieszczenie w programie ćwiczeń tego rodzaju wynika z przekonania, że każdy ze stylów jest cenny i potrzebny w myśleniu nad problemem, zaś plastyczność, zmienność stylów myślenia oraz dostosowanie ich do bieżącej aktywności dobrze służy rozwiązywaniu problemów⁷⁴.

2.4 Rozumowanie naukowe

Rozwijanie umiejętności samodzielnego myślenia, rozumowania naukowego, modelowania i rozumowania matematycznego, formułowania hipotez, zwięzłego zapisania wniosków, dostrzegania alternatywnych rozwiązań problemu, stanowi piętę achillesową polskiej oświaty⁷⁵.

Rozumowanie naukowe w niniejszej pracy rozumiane jest jako pojęcie opracowane przez Piageta, Karplusa i Lawsona⁷⁶. Wskazano także do porównania, jak opisane jest rozumowanie naukowe w badaniach PISA 2006.

Główne wyniki badań empirycznych Piageta^{77, 78}

Początkowo w pracach nad formacją inteligencji i myślenia dzieci Piaget stosował metody werbalne. Badania te koncentrowały się na relacjach między myśleniem a językiem, nad rozumowaniem dziecka, przedstawieniem przez nie świata fizycznego, jego sądach moralnych, ideach na temat fizycznej przyczynowości. Te pięć tematów było badanych werbalnie – to znaczy zadawano dzieciom pytania, słuchano odpowiedzi, dzieci nie manipulowały w tym

⁷⁴ Antczak A., *Wspieranie twórczego myślenia i działania młodzieży. Zarys problematyki*.

⁷⁵ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁷⁶ Fuller, Campbell, Dykstra, Jr, Stewens, *College Teaching and Development of Reasoning, Information Age Publishing, Charlotte, North Carolina, 2009.*

⁷⁷ Gołąb-Meyer Z., *Podstawy psychologiczne nauczania fizyki, Wykład fakultatywny.*

⁷⁸ dln.nasa.gov

czasie konkretnymi przedmiotami. W konsekwencji wyniki tych badań były ograniczone i posłużyły raczej do postawienia problemów – nowatorskich w owych czasach.

1. Dziecko nie tyle wie mniej niż dorosły, ile rozumuje inaczej.
2. Rozwój myślenia formalnego dziecka przebiega etapami. Wszystkie dzieci przechodzą przez wszystkie etapy po kolei, aczkolwiek tempo przechodzenia może być różne. Etapy:
 - etap sensomotoryczny (od urodzenia do średnio dwóch lat),
 - etap myślenia przedoperacyjnego (średnio do sześciu lat),
 - etap myślenia konkretnego (średnio do 12, 13 lat),
 - etap formowania się myślenia formalnego.
3. Kolejne etapy cechują się charakterystycznymi dla siebie strukturami operacyjnymi (chodzi o sposoby rozumowania). Przejście z etapu na etap nie oznacza ani utraty starych schematów, ani dołączania nowych. Następuje reorganizacja (Thomas Kuhn powiedziałaby rewolucja). Przechodzenie z etapu na etap wiąże się z wysiłkiem.
4. Rozwój myślenia formalnego nie może i nie powinien być istotnie przyspieszany. Rozwój ten ma swój biologiczny zegar, który bije pomimo wpływów mowy i oddziaływania otoczenia społecznego.
5. Pojęcia fizyczne mogą się rozwijać, gdy jednostka staje wobec jakichś nowych dla siebie zjawisk i nie potrafi ich wytłumaczyć przy pomocy posiadanych struktur operacyjnych.

Wzorce rozumowania Karplusa

Prace Piageta przebijały się początkowo z pewnym trudem do Stanów Zjednoczonych. Praktyczni Amerykanie zaproponowali zamiast testów klinicznych, czyli czasochłonnych obserwacji dzieci i wywiadów z nimi, testy typu papier i ołówek. Znane były testy Lawsona, które w wielu przypadkach (równowaga dźwigni, zsuwanie się ciał po równi, proporcje) potwierdziły wyniki Piageta. Do opracowywania testów zaprzęgnięto statystykę. Tego typu badania gubią jednak część informacji o rozumowaniu uczniów. Testy informują bowiem o końcowym wyniku rozumowania badanych.

Karplus poszedł dalej w uproszczeniu opisu rozwoju myślenia formalnego. Zaproponował on opis rozwoju rozumowania logicznego poprzez śledzenie rozwoju tak zwanych wzorców rozumowania (*Reasoning patterns*). W tych wzorcach rozróżnia się dwa etapy rozwojowe: rozumowanie na poziomie konkretnym i rozumowanie na poziomie formalnym.

Poprzez badanie rozwiązań testów typu *papier i ołówek* nauczyciel może ocenić poziom rozumowania ucznia dla poszczególnych wzorców. A oto wyodrębnione przez Karplusa wzorce:

- **Klasyfikowanie**

Na poziomie rozumowania konkretnego: podział jakiegoś zbioru na podzbiory, lub wydzielenie ze zbioru podzbiorów, według jakiejś obserwowalnej cechy (np. w zbiorze dzieci wyodrębnienie dziewczynek).

Na poziomie myślenia formalnego: znalezienie w jakimś zbiorze struktury, na ogół hierarchicznej, kierując się jakimś kluczem (np. zrozumienie struktury administracyjnej państwa).

- **Zachowanie wielkości fizycznych**

Na poziomie konkretnym: Zauważenie, że pewne przedmioty zachowują pewną cechę (np. ilość, objętość, ciężar), pomimo, że są inaczej ułożone lub zdeformowane (woda przelana do innego naczynia zachowuje masę i objętość).

Na poziomie formalnym: Uświadomienie sobie, że pewne wielkości fizyczne w pewnych warunkach są zachowywane (np. masa, energia, ładunek, kręt).

- **Myślenie proporcjonalne**

Na poziomie konkretnym: Wyliczenie pewnych wielkości w prostych konkretnych zadaniach, związanych z małymi liczbami (np. koszt zakupu). Na poziomie formalnym: Rozwiązywanie problemów, niezależnie od kontekstu, z „trudnymi” liczbami.

- **Oddziaływanie, zauważenie relacji przyczynowej**

Poziom konkretny: Dostrzeżenie, że ciała mogą oddziaływać (np. magnes przyciąga gwóźdź, ciągnięta sprężyna wydłuża się).

- **Rozumowanie korelacyjne**

Poziom formalny: Rozpoznanie relacji pomiędzy zmiennymi (obserwabłami) pomimo maskujących je fluktuacji i innych efektów (np. prowadzenie auta po pijanemu jest związane z większą ilością wypadków, pomimo, że trzeźwi kierowcy też powodują wypadki, w fizyce np. umiejętność zaniedbywania tarcia).

- **Logiczne rozumowanie**

Rozumienie implikacji. Rozróżnianie pomiędzy warunkiem koniecznym i dostatecznym.

Na poziomie konkretnym: w konkretnych, znanych z poprzedniego doświadczenia sytuacjach. „Jeśli pogoda będzie dobra, to pójdziemy na plażę”, oznacza oczekiwanie pójścia na plażę w wypadku dobrej pogody.

Na poziomie formalnym: wyciąganie prawidłowych wniosków, na podstawie reguł wnioskowania, bez znajomości konkretnej sytuacji.

Rozróżnianie warunku koniecznego od wystarczającego

W rozumowaniu formalnym u uczniów będących na różnych etapach rozwoju występują następujące różnice:

- uczeń rozumujący na poziomie konkretnym:
 - potrzebuje odniesienia do działania, przedmiotów i sytuacji znanych,
 - wymaga prowadzenia krok po kroku bez pośpiechu,
 - nie jest świadomy własnego rozumowania, bywa niespójny, przeczy sobie,
- uczeń rozumujący na poziomie formalnym:
 - uczeń nie potrzebuje odniesienia do konkretności, rozumuje używając pojęć abstrakcyjnych, twierdzeń, stosuje logikę i używa symboli opisu idei,
 - sam może zaplanować dłuższą procedurę wymagającą wielu kroków,
 - jest świadom swego rozumowania, jest krytyczny.

Cykl nauczania według Karplusa

Cykl nauczania według Karplusa opisany w książce Fullera⁷⁹ składa się z pięciu zachodzących na siebie cykli:

Są to:

- Zaangażowanie – uczeń „chwytą” temat, wykazuje zainteresowanie, na tym etapie ustala się przedmiot nauki,
- Badanie – uczeń buduje swoją wiedzę przez naprowadzające pytania i obserwacje,
- Wyjaśnianie – uczeń jest proszony o opis swoich badań i rozmyślań, nauczyciel poprzez dyskusję doprecyzowuje opis ucznia, rozjaśnia rozumienie,
- Rozszerzenie – uczeń proszony jest o zastosowanie nabytej wiedzy do wyjaśniania innych podobnych przypadków, dyskusja kierowana jest ku następnym problemom, np. uogólnianiu,
- Ocena – nauczyciel ocenia stopień rozumienia nowej wiedzy przez ucznia. Robi to w trakcie wszystkich faz cyklu.

⁷⁹ Fuller, Campbell, Dykstra, Jr, Stewens, *College Teaching and Development of Reasoning, Information Age Publishing*, Charlotte, North Carolina, 2009.

Jak PISA mierzy rozumowanie w naukach przyrodniczych?

„Umiejętność rozumowania w naukach przyrodniczych jest we współczesnym świecie – i będzie w coraz większym stopniu – niezbędną umiejętnością dla każdego, nie tylko dla pracowników naukowych. Chodzi m.in. o naukowe sposoby zbierania danych, docenianie twórczego myślenia, racjonalnego rozumowania i krytycyzmu charakterystycznego dla nauk przyrodniczych. (PISA)

(...) Rozpoznawanie zagadnień naukowych nie dotyczy tylko pytań, które stawiają naukowcy. Ważne jest też rozróżnienie informacji naukowych od nienaukowych oraz krytyczna ocena wyników i dowodów naukowych – umiejętności, które wykraczają poza potocznie rozumianą wiedzę przyrodniczą. Każdego dnia zadajemy pytania wymagające logicznego myślenia czy zebrania odpowiednich argumentów, np. zrozumienia, że jeśli więcej niż jeden czynnik zmienia się w danym czasie, to otrzymany wynik nie może być jednoznacznie przypisany żadnemu z tych czynników.

Odpowiednia edukacja w dziedzinie nauk przyrodniczych może być świetną metodą przygotowującą uczniów do sprawnego i skutecznego funkcjonowania w świecie, na podstawie zasad naukowego rozumowania, najlepiej na podstawie praktycznie wypracowanych umiejętności takiego sposobu rozumowania”⁸⁰.

Podstawowym pytaniem jest, w jakim stopniu młodzież w jednym z kluczowych momentów drogi edukacyjnej rozumie zasady myślenia naukowego i radzi sobie z tymi aspektami codziennego życia, w których mogą być one przydatne. Chodzi tu zarówno o wiedzę i umiejętności niezbędne w codziennym życiu (np. znajomość podstawowych zasad działania urządzeń czy rozumienie treści ulotek załączanych do leków), jak też wiedzę i umiejętności potrzebne do pełnego i świadomego uczestniczenia w życiu społecznym, gospodarczym i politycznym, w którym odniesienia do badań naukowych (a niekiedy ich pozory) są coraz bardziej obecne. Ważne jest, zarówno w interesie osobistym, jak i społecznym, by młodzi ludzie umieli odróżnić w przekazach informacyjnych argumenty naukowe od nienaukowych i by potrafili, często na podstawie sprzecznych opinii, wyrobić sobie własne zdanie w sprawach związanych z naukami przyrodniczymi.

„W badaniach PISA nauki przyrodnicze przedstawione są w trzech płaszczyznach:

- wiedzy,
- pojęć naukowych,
- procesów naukowych.

⁸⁰ Tamże.

Wiedza i pojęcia naukowe rozumiane tak, by:

- sprawdzana wiedza miała odniesienie do sytuacji wziętych z życia;
- wymagana do odpowiedzi wiedza musiała być związana z konkretnym procesem
- oceniana wiedza była trwale obecna w nauce i nie dotyczyła dyskusyjnych czy kontrowersyjnych jej aspektów.

Procesy naukowe, które obejmują

- opis, wyjaśnienie i przewidywanie zjawisk przyrodniczych;
- rozumienie dociekań i analiz naukowych;
- interpretację danych i wniosków z zakresu nauk przyrodniczych”⁸¹.

”W badaniu PISA 2006 przyjęto, że rozumowanie w naukach przyrodniczych (scientific literacy) zawiera dwa nieodzowne aspekty. Są to:

- wiedza przyrodnicza wraz z umiejętnością jej wykorzystania do stawiania pytań, zdobywania nowej wiedzy, wyjaśniania zjawisk oraz wyciągania wniosków na podstawie dostępnych obserwacji i dowodów, dotyczących zarówno samych zagadnień naukowych, jak i spraw choćby luźno odwołujących się do nauki (knowledge of science);
- rozumowanie naukowe, polegające na zrozumieniu charakterystycznych cech nauki jako pewnego rodzaju aktywności umysłowej, zasad, według których prowadzi się badania naukowe i wyciąga z nich wnioski; np. umiejętności odróżnienia informacji opartych na faktach czy dowodach naukowych od informacji zawierającej opinie czy przypuszczenia (knowledge about science)”⁸².

W literaturze jest wiele definicji rozumowania naukowego. Z perspektywy naukowej umiejętności czytania i pisanie^{83, 84}, rozumowanie naukowe stanowi zdolności poznawcze potrzebne do zrozumienia i określenia informacji naukowych, co często wiąże się ze zrozumieniem i określeniem hipotez teoretycznych, statystycznych i przyczynowych.

Z naukowego punktu⁸⁵, szeroko definiowane rozumowanie naukowe obejmuje umiejętności myślenia i rozumowania, pociągając za sobą eksperymentowanie, ocenę

⁸¹ Fedorowicz M., *Umiejętności polskich gimnazjalistów. Pomiar, wyniki, zadania testowe z komentarzami*, praca zbiorowa, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2007.

⁸² PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, WYNIKI BADANIA 2006 w POLSCE, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁸³ Hazen R. M., J. Trefil, *Science Matters: Achieving Scientific Literacy*, Anchor Books, New York 1991.

⁸⁴ Giere R. N., J. Bickle, R. F. Mauldin, *Understanding Scientific Reasoning*, 5th edition, Belmont, CA: Thomson/Wadsworth 2006.

⁸⁵ Zimmerman C., *The Development of Scientific Reasoning: What psychologists contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research*

dowodów, wnioski oraz argumentację, która popiera tworzenie i modyfikację pojęć i teorii o naturalnym i społecznym świecie.

Test na rozumowanie naukowe Lawsona

Testem na rozumowanie naukowe najbliższym prac Roberta Karplusa i Piageta jest praca Antona Lawsona z Uniwersytetu Stanowego w Arizonie, który wcześniej współpracował z Karplusem w Berkeley. Lawson swój test opublikował w 1978 roku. Od tego czasu można znaleźć wiele publikacji Lawsona na temat rozumowania⁸⁶.

Test na rozumowanie naukowe Lawsona, ocenia zdolności uczniów w sześciu wymiarach:

- zachowanie materii i objętości,
- rozumowanie proporcjonalne,
- kontrolę zmiennych,
- rozumowanie prawdopodobieństwa,
- rozumowanie współzależności,
- rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne.

Te zdolności są ważnymi i konkretnymi częściami szeroko definiowanych umiejętności rozumowania naukowego.

Jak rozwijać rozumowanie naukowe i kreatywność

„Szkoła stawia przed nauczycielem nowe wyzwania. Nie wystarczy już tylko dysponować wiedzą. Potrzeba zmiany sposobu postrzegania szkoły jako miejsca, gdzie przekazuje się fakty i definicje, a błędy podkreśla się na czerwono, aby lepiej zapadły w pamięć uczniowi, który je popełnił. Obecnie w edukacji potrzebna jest przestrzeń na błędzenie i na kreatywność. Może zamiast czerwonych długopisów używać innych kolorów i nie po to, aby wskazać błędy, ale po to, by zaznaczyć te umiejętności, które uczeń właśnie zdobył. Ważne jest to, aby w szkole nauczyciel zaczął przełamywać obowiązujące schematy, wyzwolił własną kreatywność, wpływając na kreatywność uczniów”⁸⁷.

Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade (2005). http://www7.nationalacademies.org/bose/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf

⁸⁶ Fuller, Campbell, Dykstra, Jr, Stewens, *College Teaching and Development of Reasoning, Information Age Publishing, Charlotte, North Carolina 2009.*

⁸⁷ Kapela-Bagińska B., *Nie pasywni – Kreatywni! Nauczyciele i uczniowie na lekcjach.*

Pogląd nauczycieli i ludzi na temat tego, co pomaga w rozwoju rozumowania naukowego jest ważną kwestią odkąd może mieć wpływ zarówno wyraźnie, jak i niezauważalnie na to, w jaki sposób nauczamy następne pokolenia.

Zdolności rozumowania testowane w teście Lawsona wydają się być prostymi dla naukowców, są one ważnymi elementami bardziej zaawansowanych umiejętności. Na przykład, zdolność kontrolowania zmiennych jest włączana do eksperymentów naukowych, przedstawiana w formie modelu na wszystkich poziomach i dokładnie zbadana (S5, S8). Możliwość pełnego rozwoju tej umiejętności jest ważnym krokiem w rozwoju bardziej zaawansowanych zdolności.

Metody nauczania stosowane w rozwijaniu rozumowania naukowego

Przyjęty u nas w Polsce styl uczenia (proste schematy, encyklopedyczna wiedza), ten sam co w Chinach może prowadzić do doskonałych wyników z egzaminów przedmiotowych przy jednoczesnym przeciętnym wyniku z „rozumienia”. Tak naprawdę, to Chińczycy gorzej rozumują od Amerykanów, bo do uzyskania punktów w teście Lawsona potrzebne jest połączenie zdolności do „rozumowania naukowego” i pewnej konkretnej wiedzy. Jeśli więc mają dużo większą „wiedzę konkretną”, to by uzyskać łączny wynik taki sam, muszą mieć gorszą „zdolność rozumowania”.

Ksawery Stojda

Relacje pomiędzy metodami instruktażowymi i rozwojem rozumowania naukowego zostały szeroko zbadane.⁸⁸ Udokumentowano, że nauczanie przedmiotów ścisłych oparte na nauczaniu problemowym, propaguje zdolności rozumowania naukowego^{89, 90, 91, 92}. Badania ukazują, że uczniowie mają większe zdolności rozumowania w klasach pracujących metodami problemowymi z zadawaniem pytań i dociekaniem niż w klasach pracujących tradycyjnie.

⁸⁸ Zimmerman, C. (2007). *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. Developmental Review*, 27, 172-223.

⁸⁹ Adey, and M. Shayer, “Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students,” *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 267-285, (1990).

⁹⁰ Lawson A. E., *Science Teaching and the Development of Thinking*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, (1995). S19 R. Benford, & A. E. Lawson, “Relationships between Effective Inquiry Use and the Development of Scientific Reasoning Skills in College Biology Labs,” MS Thesis, Arizona State University. ERIC Accession Number: ED456157, (2001).

⁹¹ S19 E. A. Marek, & A. M. L. Cavallo, *The Learning Cycle and Elementary School Science*, Portsmouth, NH: Heinemann, (1997).

⁹² Gerber B.L., A.M. Cavallo, & E.A. Marek, “Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability,” *International Journal of Science Education*, 23(5):535-549, (2001).

„Co mogą zrobić badacze i naukowcy aby pomóc uczniom rozwijać zdolność rozumowania naukowego? Związki pomiędzy instruktażowymi metodami i rozwojem rozumowania naukowego są szeroko badane i pokazują, że zajęcia oparte na nauczaniu problemowym promują zdolności rozumowania naukowego. Obecny styl kształcenia nauk ścisłych, który jest bogaty w treści nauczania, ma mały wpływ na rozwój rozumowania naukowego uczniów nawet jeśli przeprowadzany jest na wnikliwym poziomie.

Wydaje się, że nie chodzi o to czego uczymy, ale jak uczymy, co jest różnicą w kształceniu wyższych zdolności rozumowania naukowego ucznia. Najlepiej byłoby, gdyby uczniowie mogli rozwijać zarówno swoją wiedzę, jak i możliwe do przekazania zdolności rozumowania naukowego.

Naukowcy i badacze muszą zwracać więcej uwagi na rozwój wyważonych metod nauczania, takich jak włączanie nauczania problemowego, które skierowane jest na oba cele”⁹³.

W USA i Chinach przeprowadzono badania studentów czy obecne nauczanie ma wpływ na rozumowanie naukowe. Okazało się, że różnice w rozumowaniu naukowym amerykańskich i chińskich studentów są niewielkie, chociaż lepszą wiedzę wykazują się uczniowie chińscy.

„Uczniowie w Chinach i Stanach Zjednoczonych realizują bardzo różne programy nauczania przedmiotów ścisłych i matematyki od przedszkola poprzez dwanaście następnych lat szkoły (K-12). To stanowi kontrolowane i długoterminowe zmiany w nauczaniu nauk ścisłych, które zwykliśmy badać bez względu na to, czy miało one wpływ na rozwój zdolności rozumowania naukowego, czy nie. Rozumowanie naukowe nie jest wyraźnie nauczane w szkołach w każdym z tych krajów.

W Chinach edukacja K-12 jest zdominowana przez egzamin wstępny do college’u odbywający się w całym kraju na zakończenie nauki. Stosując się do wymagań tego egzaminu, wszystkie chińskie szkoły przestrzegają krajowych standardów na wszystkich zajęciach. Na przykład na fizyce każdy uczeń realizuje te same zajęcia z fizyki, które zaczynają się w klasie ósmej i kontynuowane są na każdym semestrze do klasy dwunastej, zapewniając tym samym pięcioletnie ciągłe kształcenie w zagadnieniach wprowadzających w dziedzinę fizyki. Zajęcia są oparte na algebrze z naciskiem na rozwój pojęciowego zrozumienia i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania problemów.

⁹³ Bao Lei, Tianfan Cai, Kathy Koenig, Kai Fang, Jing Han, Jing Wang, Qing Liu, Lin Ding, Lili Cui, Ying Luo, Yufeng Wang, Lieming Li, Nianle Wu, *Learning and Scientific Reasoning*, SCIENCE VOL 323 30 JANUARY 2009, *Published by AAAS*

W odróżnieniu do Chin, nauczanie fizyki w Stanach Zjednoczonych jest bardziej zróżnicowane. Chociaż uczniowie poznają tematy związane z fizyką na innych zajęciach z przedmiotów ścisłych, tylko jeden na trzech uczniów szkoły średniej zapisuje się na dwusemestralne zajęcia z fizyki. W rezultacie, ilość czasu poświęconego na instruktaż i nacisk na zrozumienie fizyki pojęciowej i zdolności rozwiązywania problemów jest bardzo różna w obu krajach. Podobne różnice w programach nauczania w Chinach i USA są odzwierciedlone w innych dziedzinach nauki tj. chemii, biologii oraz matematyce.

Chińscy uczniowie realizują wnikliwe instrukcje, jak rozwiązać problem we wszystkich przedmiotach nauk ścisłych przez dwanaście lat ich edukacji i stają się zdolni do rozwiązywania problemów opartych na treści. Pozostaje niejasne, czy to kształcenie może zostać przekazane poza granice określonych treści i rodzajów nauczanych problemów⁹⁴.

Kreatywne nauczanie

„Kreatywne nauczanie to konstruowanie lekcji w taki sposób, aby była ona ciekawa i uczyła twórczego myślenia, tj. myślenia nacechowanego łatwością kreowania pomysłów, elastycznością, oryginalnością, wrażliwością, zdolnością uogólniania, ciekawością, starannością, przyjemnością wynikającą z tworzenia i przede wszystkim pracowitością oraz wytrwałością⁹⁵.”

„Rolą nauczyciela w kreatywnym procesie dydaktycznym jest tworzenie wspólnoty badawczej z uczniami i uczestniczenie w dialogu jako wspólnym przedsięwzięciu, podążanie w myśleniu za swymi uczniami, nauczenie strategii potrzebnych do rozwiązywania problemów w sposób twórczy oraz pomaganie w odkrywaniu uczniowskich talentów⁹⁶.”

⁹⁴ Bao Lei, Tianfan Cai, Kathy Koenig, Kai Fang, Jing Han, Jing Wang, Qing Liu, Lin Ding, Lili Cui, Ying Luo, Yufeng Wang, Lieming Li, Nianle Wu, *Learning and Scientific Reasoning*, SCIENCE VOL 323 30 JANUARY 2009, *Published by AAAS*

⁹⁵ Kapela-Bagińska B., *Nie pasywni – Kreatywni! Nauczyciele i uczniowie na lekcjach*.

⁹⁶ Tamże.

3. Projekt edukacyjny jako połączenie wiedzy, umiejętności i postaw

Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 20 sierpnia 2010 r. na gimnazja nałożono obowiązek zorganizowania pracy metodą zespołowego projektu edukacyjnego, z którego zwolnienie będzie możliwe tylko w uzasadnionych sytuacjach zdrowotnych lub losowych. Rozporządzenie dotyczy uczniów klas, w których obowiązuje nowa podstawa programowa kształcenia ogólnego.

Zgodnie z przywołanym rozporządzeniem projekt edukacyjny jest zespołowym, planowym działaniem uczniów, mającym na celu rozwiązanie konkretnego problemu. Tak więc, aby spełnić warunki nałożone przez rozporządzenie, projekt gimnazjalny musi zostać zrealizowany przez zespół uczniów, musi być przeprowadzony na podstawie przygotowanego wcześniej planu i mieć na celu rozwiązanie określonego problemu. (Jacek Strzemieczny, Jak organizować i prowadzić gimnazjalne projekty edukacyjne, Poradnik dla dyrektorów, szkolnych organizatorów i opiekunów projektów).

„Zakres tematyczny projektu edukacyjnego może dotyczyć wybranych treści nauczania określonych w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla gimnazjów lub wykroczać poza te treści.

Upowszechnienie projektów edukacyjnych w gimnazjach jest odpowiedzialnością edukacji na pilną potrzebę rozwoju kapitału społecznego w Polsce. W rządowej strategii Polska 2030 zostało to uznane za jedno z 10 kluczowych wyzwań w perspektywie najbliższych 20 lat⁹⁷.

Kapitał społeczny rozumiany jest jako potencjał społecznego zaufania, współpracy, samoorganizacji i wzajemnej pomocy obywateli.

Na tle innych krajów Polska ma jeden z najniższych wskaźników uogólnionego zaufania do innych ludzi. Takie zaufanie wyraża ok. 10%, podczas gdy w krajach skandynawskich wskaźnik ten osiąga ok. 70%⁹⁸. Polacy nie mają też zaufania do instytucji publicznych, przy czym najbardziej nieufni są ludzie młodzi⁹⁹. „Dalszy rozwój Polski nie będzie możliwy bez wzrostu zaufania między ludźmi, autentycznej aktywności obywatelskiej, rozwoju umiejętności współpracy i komunikowania, wzmocnienia poczucia tożsamości, wspierania potencjału kulturowego i kreatywności”¹⁰⁰.

⁹⁷ Polska 2030: wyzwania rozwojowe, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów 2009.

⁹⁸ Czapiński J. i T. Panek, *Diagnoza społeczna 2006*, Warszawa 2006.

⁹⁹ Badania Centrum Badania Opinii Społecznej 2007.

¹⁰⁰ Strategia Rozwoju Kapitału Społecznego, Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, 30 czerwca 2010

3.1 Projekt edukacyjny jako metoda kształcenia

Metoda projektów ma pomagać w osiągnięciu celów kształcenia i wychowania oraz w kształceniu umiejętności, jakie powinien posiadać uczeń kończący gimnazjum, a których osiągnięcie nie zawsze można sprawdzić w trakcie egzaminu testowego. Najważniejsze z nich to:

- komunikowanie się w języku ojczystym,
- wyszukiwanie, selekcjonowanie i krytyczna analiza informacji,
- wykorzystywanie zdobytych wiadomości w wykonywaniu zadań i rozwiązywaniu problemów,
- praca zespołowa.

Warto też zauważyć, że praca uczniów w zespole realizującym projekt dobrze oddaje sposób działania w miejscu pracy – w większości instytucji i przedsiębiorstw duża część zadań wykonywana jest zespołowo i wymaga od pracowników umiejętności pracy projektowej.

Projekty edukacyjne mogą służyć rozwijaniu różnych kompetencji. Ważnym i oczywistym postulatem jest uwzględnienie w projektach zainteresowań uczniów. Znacznie zwiększy to ich motywację do zaangażowania się w projekt i będzie służyć jego jakości. Kluczowe dla powodzenia projektu jest, by uczniowie, wypracowując cele, odkryli sens własnych działań i wiedzieli, co chcą osiągnąć i jak to zrobić. Mogą zatem formułować je w różnorodny sposób, najważniejsze, by sami postanowili, do czego dążą.

Czym jest projekt?

Według Kilpatricka projekt to tyle, co „zamierzone działanie, wykonane z całego serca w środowisku społecznym”. Rozwijając tą nieco renesansową definicję projektu, twórca tej metody postulował, aby „uczniów nie tuczyć wiadomościami niczym hodowlanych gęsi, lecz powinni oni samodzielnie zdobywać wiadomości i umiejętności w konkretnych sytuacjach społecznych, mających bezpośredni związek z codziennym życiem” (M. S. Szymański, 2000, s. 276). Uczniów nie należy też zmuszać do jakichkolwiek niechcianych zadań, lecz tworzyć im warunki do działań, które sprzyjają rozwojowi samodzielności, wytrwałości, wyobraźni, umiejętności współpracy, utrwalaniu i rozwijaniu demokracji.

3.2 Wykorzystanie modelu 5E w projektach edukacyjnych

Ciekawą propozycją do realizacji projektów jest Model 5E (Engage, Explore, Explain, Extend, and Evaluate), rozwinięty przez Rogera Bybee z Zespołu Centrum Edukacyjnego „Biological Science Curriculum Study” (BSCS) w Stanach Zjednoczonych¹⁰¹.

Model ten opisuje cykle nauczania, które mogą być użyte do wszystkich programów nauczania, specyficznych jednostek i pojedynczych lekcji. Digital Learning Network to program nauczania NASA, który wykorzystuje cykl nauczania konstruktywistycznego 5E, pomagając uczniom i studentom rozwijać własne rozumowanie na bazie doświadczeń, przeżyć i nowych pomysłów.

Model 5E, podobny do cyklu uczenia się Karplusa stanowi pięć cykli nauczania i uczenia się:

- Zainteresuj
- Zbadaj
- Wyjaśnij
- Rozwiń
- Oceń

Opis cykli:

- Zainteresuj: celem etapu „zainteresuj” jest osiągnięcie szczytu zainteresowania przez ucznia i jego zaangażowanie w lekcję, oceniając wcześniejszą wiedzę i rozumowanie. Podczas tego doświadczenia uczniowie najpierw napotykalają i identyfikują zadanie instruktorskie. W czasie etapu „zainteresuj” uczniowie dostrzegają związki pomiędzy doświadczeniami nauczania z przeszłości a teraźniejszymi, stwarzając podstawę organizacyjną dla zadań, które wykonują.
- Zbadaj: celem etapu „zbadaj” jest zaangażować uczniów w temat, dostarczając im szansę rozwoju własnego rozumowania. W etapie badawczym uczniowie mają okazję zaangażować się w to zjawisko i dostarczone materiały. Pracując razem w grupach, uczniowie budują wspólne doświadczenia wywołujące komunikację i potrzebę dzielenia się.

Nauczyciel pełni rolę pomocnika dostarczającego materiały i kierującego uczniów na punkt zainteresowania. Proces nauczania i uczenia się jest oparty na zapytaniach i badaniach. Uczniowie aktywnie uczą się nauk ścisłych poprzez badania i tym

¹⁰¹ <http://www.bsccs.org/>

samym podejmują wyzwania. Nacisk kładziony jest na: pytanie, analizę danych i krytyczne myślenie. Poprzez samodzielnie zaprojektowane i kontrolowane badanie, uczniowie tworzą hipotezy, testują własne przewidywania i wyciągają wnioski.

- Wyjaśnij: celem etapu „wyjaśnij” jest zapewnienie uczniom szansy komunikowania się na temat tego, co już się nauczyli i wywnioskowanie co to znaczy. Na etapie „wyjaśnij” uczniowie zaczynają komunikować się o tym, czego się nauczyli. Język dostarcza motywacji, aby układać wydarzenia w logiczną całość. Komunikacja występuje pomiędzy rówieśnikami a nauczycielem i odwrotnie. Gdy uczniowie tworzą własny tok myślenia, wtedy potrafią streścić lub wyjaśnić własne pomysły. Te sekwencje wprowadzają słownictwo w kontekście i poprawiają lub przestawiają błędne przekonania.
- Rozwiń: celem etapu „rozwiń” jest rozwinięcie koncepcji uczniów, których się nauczyli z innymi koncepcjami związanymi z danym problemem i zastosowanie ich rozumienia do świata zewnętrznego dostępnego uczniom i nowych dróg rozwiązywania problemów.
- Oceń – celem etapu „ocień” zarówno dla uczniów jak również dla nauczycieli jest określenie przez uczniów i nauczyciela, ile czasu zajęło uczenie się i rozumowanie. Ostatnie „E” jest trwającym procesem diagnozującym, który pozwala nauczycielowi określić, czy uczeń zrozumiał pojęcia i posiada wiedzę. Rozwijanie i ocenianie może pojawić się we wszystkich punktach procesu. Niektóre narzędzia, które wspomagają proces to: rubryki, obserwacje nauczyciela, wywiady uczniów, portfolio, projekt i zagadnienia problemowe. Uczniowie będą podekscytowani tym, że mają pokazać jak rozumują poprzez dzienniki, rysunki, modele i zadania.

3.3 WebQuest jako ważna strategia realizacji projektu

Jedną z możliwości realizacji projektów w środowisku internetowym jest WebQuest, gdzie wykorzystywane są elementy pracy zespołowej i zespołowe uczenie się poprzez Internet. Tak samo jak w typowych projektach aktywność uczniów ukierunkowana jest na dociekanie, szukanie odpowiedzi, rozwiązań. Realizując standardowe projekty badawcze uczniowie dbają o efekt swej pracy w jednym tylko celu – aby uzyskać jak najlepszą ocenę szkolną. W pracy z wykorzystaniem WebQuestu uczeń opracowuje znalezione informacje, rozwija własną wyobraźnię, doskonali umiejętność rozwiązywania sytuacji problemowych. Dzięki przyjaznej i dyskretnej (konstruktywizm) obecności nauczyciela, poszukiwanie informacji

przez ucznia przebiega w sposób przemyślany i kontrolowany. Uczeń otrzymuje dokładne wskazówki z jakich portali internetowych korzystać. Nie oznacza to zamknięcia dostępu do całości zasobów, ale ogranicza wizualnie surfowanie po Internecie.

3.4 Prawa autorskie podczas realizacji projektu i WebQuestu

Prawa autorskie

Wraz z rozwojem Internetu nasiliło się zjawisko łamania praw autorskich. Część uczniów nie wie lub nie rozumie, że kopiowanie tekstów i zdjęć może być kradzieżą. Projekty stwarzają dobrą okazję do zaznajamiania gimnazjalistów z prawem autorskim, które broni ich samych tak, jak innych autorów.

Szukamy informacji

Szukamy wiadomości związanych z tematyką projektów. Notujemy gdzie znaleźliśmy ciekawe informacje czyli tzw. źródła.

Badamy

Planując i realizując projekty nie kopiujemy tekstów ani grafiki ze źródeł do Karty Projektu. Wykonujemy własną dokumentację tzn. tworzymy własne instrukcje, komentarze, wykonujemy m.in. rysunki, zdjęcia, filmy.

Publikujemy

Publikując rezultaty prac badawczych uzyskanych podczas realizacji projektów edukacyjnych, przebieg i wyniki w Internecie, gazecie szkolnej itd. prezentujemy przede wszystkim swoje zdjęcia, filmy i rysunki według zasady: „Własne znaczy lepsze i bezpieczne”. Jako źródła wpisujemy dane o adresach stron internetowych, podręcznikach, encyklopediach, w których znaleźliśmy ważne dla nas informacje. Jeśli nasi następcy będą kontynuować projekty, to, jako źródło zacytują, teraz, przygotowywaną publikację.

Odnośniki do źródła cytowanego utworu. Uczniowie, wykorzystując w swojej pracy fragmenty cudzych utworów, powinni umieścić informację o autorze oraz o źródle, z którego skorzystali. Jeśli skorzystali z fragmentu materiału zawartego na stronie WWW, powinni podać autora oraz adres strony WWW, datę kopiowania (strony WWW czasami ulegają zmianom, więc sam adres nie jest wystarczającą informacją). Jeśli skorzystali z fragmentu książki (w tym podręcznika), powinni podać autora, tytuł, wydawcę, rok i miejsce wydania

oraz stronę. Jeśli skorzystali z encyklopedii lub innego źródła, które posiada bardzo wielu autorów powinni podać jego tytuł, wydawcę, rok i miejsce wydania oraz stronę. Jeśli skorzystali z artykułu (np. w „Młodym Techniku”) powinni podać autora, tytuł czasopisma, rocznik, numer zeszytu i numer strony.

Nie jest zgodne z prawem umieszczanie w publicznie dostępnych publikacjach szkolnych (w tym także na szkolnych stronach internetowych) cudzych zdjęć i schematów, jeśli nie uzyskaliśmy na to zezwolenia autorów. Prawo autorskie w sposób szczególny wyróżnia tylko działania prowadzone przez nauczycieli w szkole mające cel dydaktyczny. We wszystkich innych działaniach, w tym informacyjnych (np. na stronach WWW) szkoła podlega prawu autorskiemu, tak jak każda inna instytucja.

Własne zdjęcia i filmy zamiast skopiowanych z Internetu. Większość uczniów bez kłopotu potrafi wykonać zdjęcia ilustrujące realizację projektu lub doświadczenia i ich wyniki. Część z nich samodzielnie lub z pomocą nauczyciela informatyki wykona 1-2-minutowy klip filmowy – klip wideo. Do filmowania uczniowie mogą wykorzystać prosty aparat fotograficzny (wiele tanich aparatów posiada już taką możliwość).

Gdy uczniowie będą wykonywać zdjęcia i filmy, do prezentacji czy publikacji, warto im przypomnieć, że:

1. Zdjęcia powinny przede wszystkim przedstawiać przedmiot badań, a nie samych badaczy.
2. Na umieszczenie w publikacjach zdjęcia lub filmu z uczniami potrzebna jest zgoda ich rodziców. Formularz zgody powinien pozostać w dokumentacji szkolnej.
3. Wyjątek (w wymaganiach określonych powyżej) stanowią zdjęcia i filmy dokumentujące oficjalne uroczystości szkolne, które posiadają formę tzw. publicznego zgromadzenia.

3.5 WebQuest w praktyce szkolnej

WebQuest „Wyruszamy w Kosmos”

„Ziemia jest kolebką ludzkości, lecz nikt nie pozostaje w kolebce do końca życia”.

Konstanty Ciołkowski, 1895

Wprowadzenie

Człowieka fascynuje dziś kosmos z tego samego powodu, z jakiego kiedyś pociągały go nieznane lądy.

Nasza podróż wciąż trwa – mówił w 2004 roku prezydent USA George Bush, ogłaszając wizję amerykańskich badań kosmosu. Zapowiedział wtedy dokończenie budowy orbitalnej międzynarodowej stacji kosmicznej do końca 2010 roku, założenie stałej bazy na Księżycu do 2020 r. i załogową misję na Marsa około 2030 r.

Barack Obama przedstawił w kwietniu 2010 roku nowy program podboju Kosmosu. Amerykański prezydent stawia sobie za cel, aby pierwszy załogowy lot na Marsa odbył się w połowie lat 30. naszego stulecia, a wcześniej dotarcie statku kosmicznego z astronautami do jednej z asteroid. Do 2025 r. USA mają dysponować nowym promem kosmicznym przeznaczonym do długodystansowych lotów.

Coraz częściej słyszymy o kosmicznej turystyce i nowych kosmicznych turystach. Czy Ty również chciałbyś polecieć w Kosmos? Dzisiejszy rozwój techniki być może sprawi, że będziesz miał taką możliwość. Spróbujmy najpierw odpowiedzieć sobie, jak miałyby taka podróż wyglądać?

ZADANIE

Wasze zadanie polega na przygotowaniu – planu podróży w Kosmos i zaprezentowanie go na forum klasy oraz zaproszonych gości w formie prezentacji multimedialnej w programie Power Point lub na stronie internetowej Prezi.

Na wykonanie zadania macie 8 tygodni intensywnej pracy. Na bieżąco będziecie zapisywali wyniki swojej pracy na google dokument i google kalendarz. Na podstawie zamieszczonego poniżej planu działania dowiedcie się co należy krok po kroku zrobić.

Plan działania

Praca metodą projektów przebiega w pięciu głównych etapach:

I. Wybór tematu projektu i wprowadzenie w jego problematykę

1. Dobierzcie się w grupy z tymi osobami, z którymi chcielibyście razem tworzyć projekt.

2. Wybierzcie lidera grupy.

3. Nauczyciel wprowadzi Was w problematykę Kosmosu, powie Wam o najnowszych badaniach dotyczących podboju Kosmosu i przedstawi Wam problemy jakie wynikają z tych działań.

4. Wspólnie z nauczycielem przedyskutujcie jaki temat szczegółowy chcielibyście realizować i napiszcie ten temat w domu w elektronicznej karcie projektu.

5. W uzyskaniu informacji o Kosmosie pomoże Wam linkoteka zamieszczona w zakładce Mikrogravitacja na stronie www.fizyka.osw.pl oraz ciekawa wyszukiwarka www.delicious.com

II. Określenie celów projektu i zaplanowanie etapów jego realizacji

1. Sformułujcie Wasze cele projektu.

Wyobraźcie sobie, że macie zorganizować podróż w Kosmos.

Zastanówcie się jak taka podróż miałyby wyglądać tzn. jak przygotować wylot w Kosmos, całą podróż, pobyt i powrót na Ziemię. Pamiętajcie, że te wszystkie elementy musicie umieścić w prezentacji multimedialnej.

Ważne są także Wasze oczekiwania, czego chcecie się nauczyć podczas planowania podróży w Kosmos. Napiszcie je również w tym punkcie Waszych celów.

2. Zapoznajcie się ze wzorami dokumentacji wymaganymi przez nauczyciela, szczególnie z kartą projektu i jej wersją elektroniczną na google dokument.

3. Ustalcie zasady pracy w zespołach, które pomogą Wam efektywnie współpracować w grupie.

4. Zróbcie listę zadań, które należy wykonać aby projekt był gotowy oraz określcie zasadnicze etapy pracy. Na koniec przydzielcie zadania uczestnikom grupy oraz ustalcie terminy ich realizacji.

5. Zapoznajcie się z kryteriami oceny projektu oraz terminami konsultacji podanymi przez nauczyciela.

6. Zaplanujcie sposób prezentacji projektu – tzn. kto dokładnie będzie omawiał poszczególne etapy podróży.

III. Wykonanie zaplanowanych działań

1. Wykonujcie przydzielone każdemu z Was zadania na bieżąco oraz dokumentujcie pracę

zgodnie w wymaganiami nauczyciela – według elektronicznej karty projektu na gogle dokument.

2. Bądźcie samodzielni i starajcie się wykonać Wasze zadania zgodnie z najnowszą wiedzą dotyczącą nieważkości i lotów kosmicznych.

3. Spotykajcie się na konsultacjach z nauczycielem w wyznaczonych terminach. Omawiajcie na bieżąco stan prac nad projektem. Zgłaszajcie ewentualne trudności i problemy. Proście o radę nauczyciela opiekuna.

4. Pamiętajcie, że projekt jest Waszym wspólnym przedsięwzięciem. Przyjmijcie

odpowiedzialność za wykonanie projektu. Każdy z Was powinien się wywiązać ze swoich obowiązków.

5. Korzystajcie z różnych źródeł informacji.

6. Zadbajcie o dobrą atmosferę pracy w zespole.

7. Pomagajcie sobie wzajemnie, ale nie wyręczajcie się.

IV. Publiczne przedstawienie rezultatów projektów i ich ocena

1. Zaplanujcie prezentację Waszego projektu. Pamiętajcie, że uznanie efektów Waszej pracy zależy również od tego, jak je zaprezentujecie.

2. Dokonajcie samooceny Waszej pracy.

3. Zaangażujcie wszystkich członków grupy do prezentacji.

4. Napiszcie z nauczycielem sprawozdanie z projektu. Wyciągnijcie wnioski na przyszłość.

V. Sprawdzenie przyrostu wiedzy

1. Wypełnijcie ankiety i kwestionariusze związane z metodą projektów i Waszymi zainteresowaniami fizyką na stronie <http://www.surveymonkey.com>

2. Rozwiążcie test z zadaniami otwartymi dotyczącymi Kosmosu.

Struktura sprawozdania

1. Pierwsza strona z tytułem projektu, nazwiskami autorów – uczniów i nazwiskiem nauczyciela prowadzącego projekt.

2. Spis treści.

3. Streszczenie projektu.

4. Podziękowania.

5. Wstęp – uzasadnienie, dlaczego dany temat został przez uczniów podjęty, jakie przeprowadzono działania, z jakich źródeł informacji korzystano itp.

6. Odkrycia i informacje – najważniejsza część sprawozdania, prezentująca efekty pracy nad projektem. Należy zamieścić tu informacje zebrane z różnych źródeł, zarówno ze źródeł pisanych, jak i zgromadzone w wyniku przeprowadzonych badań ankietowych, wywiadów czy obserwacji. Informacje powinny zostać poddane selekcji oraz analizie i zaprezentowane w taki sposób, aby obrazowały całokształt prac związanych z wykonywaniem projektu. Wskazane jest wykorzystanie różnego rodzaju rysunków, diagramów, zestawień i tabel, aby w jak najpełniejszej i najbardziej przejrzystej formie przedstawić analizowany problem.

7. Wnioski i rekomendacje – zawierają podsumowanie całego sprawozdania oraz (jeżeli wynikają z charakteru projektu) sugestie, co należy zrobić, aby poprawić istniejącą, zdiagnozowaną sytuację.

8. Bibliografia.

9. Załączniki.

Linkoteka

Potrzebne linki znajdziecie na stronie www.fizyka.osw.pl w zakładce [Mikrograwitacja](#)

Podsumowanie

W obecnych czasach Internet jest jednym z głównych źródeł informacji. Teraz i Wy zgłębicie tajniki pracy w sieci. Przekonacie się, że szukanie ciekawych i interesujących informacji na konkretny temat nie jest wcale zadaniem nie do wykonania. Jest to bardzo prosty i szybki sposób wyszukiwania informacji, który zaczyna wypierać inne tradycyjne sposoby. Bardzo przydatna jest również zdolność prezentacji zdobytych informacji za pomocą środków multimedialnych. Dzięki praktycznie nieograniczonym możliwościom dostępnych aplikacji w szybki i przejrzysty sposób dociera się do słuchaczy, których łatwiej zaciekawić, a nawet zafascynować.

Kryteria oceny projektu

1. Realizacja tematu i poprawność merytoryczna.
2. Dobór wykorzystanych źródeł.
3. Kompozycja projektu – właściwe przedstawienie poszczególnych elementów.
4. Praca w grupie (zaangażowanie, terminowość, przepływ informacji, słuchanie się nawzajem).
5. Terminowość wykonania prac.
6. Dokumentowanie pracy nad projektem zgodnie z elektroniczną kartą projektu .

Kryteria oceny prezentacji

1. Układ prezentacji (wstęp, rozwinięcie, zakończenie).
2. Skuteczne zaprezentowanie efektów pracy (zainteresowanie odbiorców, dobór informacji).
3. Wykorzystanie czasu prezentacji.

Kryteria oceny prezentacji

Wykonanie zadania	Źle (0pkt)	Słabo (1pkt)	Dobrze (2pkt)	Celująco (3pkt)
Gromadzenie formularzy	niekompletna dokumentacja	z rażącymi błędami merytorycznymi	temat zrealizowany w pełni, brak błędów merytorycznych formularze złożone nieestetycznie	temat zrealizowany w pełni, brak błędów merytorycznych, dokumentacja estetycznie przygotowana
Wykonanie prezentacji multimedialnej	brak prezentacji	prezentacja wykonana nieestetycznie, źle sformatowana, zawiera błędy stylistyczne i ortograficzne	prezentacja ciekawa graficznie, dobry dobór kolorów, bez błędów ortograficznych i stylistycznych	prezentacja bardzo dobrze zaprojektowana i wykonana, atrakcyjna wizualnie, bez błędów ortograficznych i stylistycznych
Prezentacja słowna na forum klasy	brak prezentacji	sprawozdawca nie orientuje się w temacie, płacze się prosi o pomoc członków grupy	dobrze zaprezentowane zadanie	bardzo dobrze zaprezentowany temat
Współpraca w grupie	całkowity brak współpracy	większość pracy indywidualnej	dobra organizacja pracy w grupie, współdziałanie w grupie	doskonała współpraca w całej grupie

Skala oceniania

punkty	ocena
12	celująca
10-11	bardzo dobra
8-9	dobra
6-7	dostateczna
4-5	dopuszczająca
0-3	niedostateczna

WebQuest „Energetyka jądrowa szansa czy zagrożenie?”

Wprowadzenie

„Świat potrzebuje energii. W ciągu najbliższego półwiecza zapotrzebowanie na energię elektryczną wzrośnie nie mniej niż 4 razy (obecnie 2 miliardy ludzi nie ma dostępu do energii elektrycznej). Aby sprostać temu zapotrzebowaniu należy budować kilkadziesiąt nowych elektrowni rocznie o łącznej mocy od 50 do 150 GW. Tymczasem zapasy paliw kopalnych gwałtownie się kurczą. Ropy naftowej i gazu ziemnego wystarczy na nie więcej niż 75 lat eksploatacji, uranu na 40 lat, a zapasy węgla szacuje się na ponad 200 lat eksploatacji, jednak ciągle rosnące koszty wydobycia czynią go paliwem mało opłacalnym. Należy także pamiętać, że skonsumowanie zasobów paliw kopalnych to nie tylko perturbacje energetyczne, ale także to brak surowców dla przemysłu chemicznego oraz wielu innych dziedzin.

Wszystko to oznacza konieczność znalezienia nowych, stosunkowo tanich i ekologicznie bezpiecznych źródeł energii. Aby sprostać nadchodzącym wyzwaniom kraje wysokorozwinięte uruchomiły wielkie programy badawcze, przeznaczając na ten cel olbrzymie środki finansowe.

Czy synteza termojądrowa zachodząca we wnętrzu gwiazd może rozwiązać problemy energetyczne świata? Czy 10 gramów deuteru i 30 gramów litu wystarczy, aby zapewnić dostatek energii na całe życie jednego człowieka? Jakie trudności trzeba pokonać, aby zrealizować śmiało wizje fizyków? I wreszcie kiedy doczekamy się bezpiecznej energetyki termojądrowej?”

Ryszard Naskręcki

Zadanie

Wasze zadanie polega na przygotowaniu – debaty metodą sześciu myślących kapeluszy de Bono na temat wybudowania w Waszej miejscowości elektrowni atomowej. Debata ma przedstawić Wasze opinie na temat energetyki jądrowej.

Celem projektu jest sprawdzenie czy potraficie trafnie zanalizować informacje o zaletach i wadach energetyki jądrowej oraz jasno wyrazić o niej swoją opinię.

Na wykonanie zadania macie 8 tygodni intensywnej pracy. Na bieżąco będziecie zapisywali wyniki swojej pracy na dysku google. Na podstawie zamieszczonego poniżej planu działania dowiedziecie się co należy krok po kroku zrobić.

Opis metody aktywnego uczenia się polegającej na twórczym rozwiązywaniu problemów

„SZEŚĆ MYŚLĄCYCH KAPELUSZY”

Kształcenie umiejętności:

1. (...)
2. Skutecznego porozumiewania się w różnych sytuacjach,
 - prezentacji własnego punktu widzenia,
 - uwzględniania poglądów innych ludzi,
 - poprawnego posługiwania się językiem ojczystym,
 - przygotowania się do publicznych wystąpień.
3. Efektywnego współdziałania w zespole,
 - podejmowania grupowych decyzji.
4. Rozwiązywanie problemów w twórczy sposób. (...)

Etapy postępowania:

Etap wstępny:

- przygotowanie na kartkach opisu kolorów,
- przygotowanie karteczek w takich ilościach, które umożliwią podział klasy na równe zespoły (w kolorze niebieskim tylko dwie kartki),
- wykonanie sześciu kapeluszy w niżej wymienionych kolorach,
- podział klasy na zespoły (dobór następuje według wylosowanych kolorów),
- osoby, które wylosowały kapelusze, „reprezentują” kolory.

Etap zasadniczy:

- podanie problemu,
- dyskusja w zespołach – ustalenie wspólnego stanowiska,
- dyskusja „kapeluszy – reprezentantów” na forum klasy,
- uczniowie, którzy wylosowali niebieskie kartki, zapisują na tablicy argumenty.

Etap końcowy:

– podsumowanie dyskusji przez niebieski kapelusz.

Poniższe kolory określają sposoby myślenia, analizy problemu i jego rozwiązania

NIEBIESKI (ANALIZA PROCESU)

Szef grupy. Kieruje dyskusją. Przyznaje głosy poszczególnym rozmówcom.

Zdystansowany. Podsumowuje dyskusję.

BIAŁY (FAKTY)

Co mogę powiedzieć na podstawie konkretnych danych? Opinie wydaje na podstawie faktów i liczb.

Nie poddaje się emocjom. Używa rzeczowych i konkretnych argumentów.

CZERWONY (EMOCJE)

Co czuję w związku z określoną sprawą? Kieruje się emocjami i intuicją.

Wydaje opinie na podstawie tego, czy pomysł mu się podoba czy nie. Wyraża przypuszczenia.

ZIELONY (MOŻLIWOŚCI)

Jak można wykorzystać dany pomysł? Twórczo podchodzi do problemu.

Jest pomysłowy. Podaje oryginalne nowe rozwiązanie. Rozważa możliwości.

ŻÓŁTY (OPTYMIZM)

Jakie wynikają z tego korzyści i jakie sukcesy można osiągnąć?

Myśli konstruktywnie. Nastawiony pozytywnie. Optymista.

Widzi zalety i korzyści danego rozwiązania.

CZARNY (PESYMISTA)

Jakie występują niebezpieczeństwa? Pesymista. Nastawiony negatywnie.

Zauważa tylko wady, niedociągnięcia, trudności. Krytykuje wszystkie rozwiązania.

WebQuest „Fizyka zabawek”

Wprowadzenie

Szkoła, nie tylko polska, jest krytykowana za brak pomocy naukowych, nauczyciele stresowani koniecznością doksztalcania się, a uczniowie oskarżani o mierne zainteresowanie przedmiotami, a szczególnie przedmiotami trudnymi, jak fizyką.

Grzegorz Karwasz

Aby pomóc, nauczycielom i uczniom w tym labiryncie wymagań i stresów, wykonajmy projekt „Fizyk zabawek”. Projekt ten pomoże Wam odkryć różne prawa fizyczne odpowiedzialne za zaskakujące czasem działanie zabawek. Po odkryciu i zrozumieniu, jak działają zabawki, postaracie się być może wykonać własne.

ZADANIE

Wasze zadanie polega na wykonaniu 10 zabawek wybranych z linkoteki, a następnie przeszkoleniu kilku uczniów z gimnazjum do przeprowadzenia Festiwalu Fizyki Zabawek dla uczniów szkół podstawowych i przedszkoli. Na wykonanie

zadania macie 8 tygodni intensywnej pracy. Na bieżąco będziecie zapisywali wyniki swojej pracy na google dysku. Na podstawie zamieszczonego poniżej planu działania dowiecie się co należy krok po kroku zrobić.

Plan działania

Poszukajcie w Internecie po 2 – 3 przykłady zabawek wykorzystujących prawa fizyki z następujących działów:

1. Energia potencjalna i kinetyczna
2. Elektryczność i magnetyzm
3. Siły i równowaga
4. Ruch prostoliniowy i krzywoliniowy
5. Optyka i światło
6. Dźwięki i fale

Wykonajcie samodzielnie 10 zabawek wzorując się na przykładach z linkoteki.

Przedyskutujcie, jak one działają.

Napiszcie sprawozdanie o zabawkach według poniższego wzoru

- Nazwa zabawki
- Jakie prawo prezentuje
- Jak działa
- Dlaczego wykonałeś tą zabawkę

Zaprojektujcie własną nową zabawkę

Napiszcie kilka zdań o Waszej zabawce, np. jakie prawa wykorzystuje. Przedyskutujcie w grupie jak najlepiej wykonać zabawkę.

Prezentacja

Na forum klasy zaprezentujcie Wasze zabawki, pytając widzów jak one działają.

Linkoteka

Potrzebne linki znajdziecie na stronie www.fizyka.osw.pl w zakładce fizyka zabawek

Podsumowanie

W obecnych czasach Internet jest jednym z głównych źródeł informacji. Teraz i Wy zgłębicie tajniki pracy w sieci. Przekonacie się, że szukanie ciekawych i interesujących informacji na konkretny temat nie jest wcale zadaniem nie do wykonania. Jest to bardzo prosty i szybki sposób wyszukiwania informacji, który zaczyna wypierać inne tradycyjne sposoby. Bardzo przydatna jest również zdolność prezentacji zdobytych informacji za pomocą środków multimedialnych. Dzięki praktycznie nieograniczonym możliwościom dostępnych aplikacji w szybki i przejrzysty sposób dociera się do słuchaczy, których łatwiej zaciekawić, a nawet zafascynować.

4. Mikrogravitacja

Pewnego razu siedziałem na krześle w biurze patentowym w Bernie, kiedy nagle przyszła mi do głowy pewna myśl: „Jeśli człowiek spada swobodnie, to przecież nie będzie odczuwał swojego ciężaru”. Byłem zaskoczony. Ta prosta myśl wywarła na mnie głębokie wrażenie. To skłoniło mnie do rozważań nad teorią grawitacji

Albert Einstein

4.1 Największe uogólnienie fizyki

Przyciąganie grawitacyjne jest fundamentalną własnością materii istniejącą w całym znanym Wszechświecie. Fizycy utożsamiają grawitację z jednym z czterech rodzajów oddziaływań występujących w przyrodzie. Innymi rodzajami oddziaływań są: silne i słabe oddziaływania jądrowe oraz oddziaływania elektromagnetyczne.

Feynman w swoich „Wykładach z fizyki” mówi, że prawo powszechnego ciężenia Newtona jest „jednym z najdalej sięgających uogólnień, na jakie zdobył się umysł ludzki”¹⁰².

Co głosi to prawo? Mówi ono, że każde ciało we Wszechświecie przyciąga inne ciało siłą, która dla dowolnej pary ciał jest proporcjonalna do masy jednego i drugiego i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu ich odległości¹⁰³.

$$F = \frac{m_1 m_2}{r^2} G$$

Oryginalne prawo Newtona wyglądało trochę inaczej:

$$F \sim \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

gdzie \sim oznacza proporcjonalny.

Dopiero Cavendish zmodyfikował prawo Newtona do postaci, jakiej dziś używamy, dodając stałą grawitacji G .

¹⁰² Feynman R.P., Leighton R. B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 106

¹⁰³ Tamże.

Newton nie był jednak pierwszym uczonym, który próbował odkryć i zdefiniować siłę trzymającą planety na orbicie wokół Słońca, jak również nie był pierwszym uczonym, który zasugerował, że to grawitacja jest odpowiedzialna za ruch planet po orbitach. Na kilka lat przed opublikowaniem przez Newtona prawa powszechnego ciężenia w 1687 roku, Anglik Robert Hook przypisał główną rolę grawitacji w ruchach ciał niebieskich.

Jak przedstawia się historia ciężenia powszechnego?

„Należy zacząć od tego, zgodnie za Feynmanem, że już w starożytności obserwowano ruchy planet względem gwiazd, co doprowadziło do wniosku, że planety poruszają się dokoła Słońca. Fakt ten powtórnie odkrył później Kopernik.

Zbadanie, w jaki sposób planety krążą dokoła Słońca, jaki jest ich ruch, wymagało dalszej pracy. Na początku piętnastego wieku prowadzono wielkie dysputy, czy planety naprawdę krążą dokoła Słońca, czy też nie”¹⁰⁴.

„Tycho Brahe miał w tej kwestii inny pogląd niż starożytni: uważał, że dyskusję na temat charakteru ruchów planet można najprościej rozstrzygnąć mierząc położenia planet na niebie z dostateczną dokładnością.

Tak też uczynił. Sporządził obszerne tablice, które po jego śmierci studiował Kepler.

Opierając się na danych zawartych w tych tablicach Kepler wyprowadził bardzo piękne i doniosłe, a jednocześnie proste prawa rządzące ruchem planet.

Trzy prawa Keplera:

- I. Każda planeta porusza się wokół Słońca po elipsie, przy czym Słońce znajduje się w ognisku tej elipsy.
- II. Promień wodzący skierowany od Słońca do planety zakreśla w równych odstępach czasu równe pola.
- III. Kwadraty okresów obiegu dowolnych dwu planet są proporcjonalne do sześciątów wielkich półosi ich orbit: $T^2 \sim a^3$.

Kepler stwierdził ponadto, że siła trzymająca planety na ich orbitach musi być podobna do siły magnetycznej.

„W czasie gdy Kepler odkrywał swoje prawa, Galileusz zajmował się prawami ruchu.

Interesowało go pytanie, co sprawia, że planety krążą dokoła Słońca. Jedna z teorii wysuwanych w tym czasie mówiła, że planety popychane są przez anioły, które machając skrzydłami posuwają je naprzód. Galileusz odkrył bardzo doniosłą cechę ruchu, która była

¹⁰⁴ Feynman R.P., Leighton R. B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 107

istotna dla zrozumienia rządzących nim praw. Była to zasada bezwładności mówiąca, że jeśli coś się porusza „nie dotykane” i całkowicie „bez zakłóceń”, będzie poruszać się wiecznie, szybując ze stałą szybkością po linii prostej”¹⁰⁵.

„Newton zmodyfikował później poglądy Galileusza mówiąc, że ruch ciała można zmienić jedynie przez użycie siły. Zrozumienie teorii ruchu naprowadziło Newtona na myśl, że siedliskiem, czy też źródłem sił rządzących ruchami planet, mogłoby być Słońce. Ze skojarzenia dwu praw Keplera, drugiego i trzeciego, Newton wywnioskował, że musi istnieć siła odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości i działająca wzdłuż prostej przechodzącej przez planetę i przez Słońce”¹⁰⁶.

„Ponieważ znana mu była siła, która nas utrzymuje na powierzchni Ziemi, wyraził przypuszczenie, że siła ta jest siłą powszechną – że wszystkie ciała przyciągają się wzajemnie. Pojawił się zaraz problem następnny, mianowicie czy przyciąganie przez Ziemię ludzi na jej powierzchni jest „tym samym”, co przyciąganie przez nią Księżyca, to znaczy czy jest też odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości”¹⁰⁷.

„Jeśli przedmiot na Ziemi opada 5 m w ciągu pierwszej sekundy po wypuszczeniu go ze stanu spoczynku, jak daleko „spada” Księżyc w tym czasie? Można by odpowiedzieć, że Księżyc wcale nie spada. Ale gdyby na Księżyc nie działała żadna siła, pobiegłby po prostej, a ponieważ porusza się po okręgu, więc w gruncie rzeczy spada z miejsca, w którym znajdowałby się po sekundzie, gdyby nie działała nań żadna siła. Księżyc spada na Ziemię z prędkością 1/7 centymetra na sekundę.

Z prawa odwrotnej proporcjonalności do kwadratu odległości $\frac{1}{r^2}$ wynika, że jeśli coś spada na Ziemi w ciągu sekundy o 5 m (promień Ziemi wynosi 6370 km) to coś innego oddalonego około 60 razy dalej, powinno spaść w tym samym czasie 3600 razy bliżej czyli 1/7 cm”¹⁰⁸.

Pochodzenie słowa „mikrogravitacja”

„Mikrogravitacja dosłownie oznacza bardzo małą gravitację. Mikro – μ pochodzi od greckiego słowa *mikros* – oznaczającego mały.

¹⁰⁵ Feynman R.P., Leighton R. B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001, s. 108.

¹⁰⁶ Tamże, s. 108-109.

¹⁰⁷ Tamże, s. 109.

¹⁰⁸ Tamże, s. 110.

Mikrogravitacja $\mu g = 1 \times 10^{-6} g = 9,81 \times 10^{-6} \frac{m}{s^2}$.

Przedrostek mikro w systemie metrycznym to jedna milionowa czyli 1×10^{-6} .

Przy powierzchni Ziemi przyspieszenie ziemskie wynosi w przybliżeniu $9,81 \frac{m}{s^2}$.

Zgodnie z prawem powszechnego ciężenia, aby osiągnąć warunki mikrogravitacji należałoby oddalić się od środka Ziemi na odległość równą tysiącu wielkości jego promienia czyli na odległość 6,37 miliona kilometrów. Jest to prawie 17 razy dalej niż do Księżyca.

Naukowcy nie używają jednak terminu mikrogravitacja do warunków ściśle określających milionową część g. Po prostu mikrogravitacja to warunki niskiej grawitacji, to środowisko w którym niektóre efekty grawitacji są zredukowane w stosunku z tym czego doświadczamy przy powierzchni Ziemi”¹⁰⁹.

Nasza masa i wielkość przyspieszenia grawitacyjnego ustalają nasz ciężar, w zależności gdzie się znajdujemy.

Przyciąganie grawitacyjne Ziemi maleje wraz ze wzrostem odległości od jej środka.

Jak zmienia się efekt grawitacyjny, gdy oddalamy się od Ziemi, można łatwo pokazać prostą relacją $\frac{1}{r^2}$, gdzie r jest promieniem Ziemi. Stojąc na powierzchni Ziemi $r = 1$.

Jeżeli przeniesiemy się na odległość $= 2 r$, czyli 12 756 km od środka Ziemi, przyciąganie zmaleje o $\frac{1}{2^2}$ czyli o $\frac{1}{4}$ i wynosić będzie $g_{2r} = 2,45 \frac{m}{s^2}$.

Na wysokości 343 km od powierzchni Ziemi, gdzie na orbicie mogą krążyć wahadłowce i stacje kosmiczne w których mogą przebywać kosmonauci przyciąganie ziemskie wynosi 90 % tego z powierzchni ziemskiej czyli $g_{343 \text{ km}} = 8,82 \frac{m}{s^2}$.

Często można usłyszeć twierdzenia, że astronauta mogą poruszać się swobodnie w przestrzeni kosmicznej, ponieważ są z dala od grawitacji ziemskiej, która tam nie ma znaczenia albo też, że grawitacji tam nie ma w ogóle. My wiemy, że to nieprawda. Przyciąganie grawitacyjne na orbicie okołoziemskiej odległej 343 km od powierzchni Ziemi wynosi: $g_{343 \text{ km}} = 8,82 \frac{m}{s^2}$.

Więc dlaczego astronauta nie spadają na Ziemię?

¹⁰⁹ Rogers M.J.B., Vogt G.L., Wargo M.J., Microgravity, A Teacher's Guide With Activities In Science, Mathematics, and Technology, NASA 1997.

Okazuje się, że stacja kosmiczna i kosmonauci są na orbicie w ciągłym spadku swobodnym. Aby utrzymać się w ciągłym spadku swobodnym na orbicie muszą poruszać się z odpowiednią prędkością (około $27\,000 \frac{km}{h}$ w kierunku poziomym) i na odpowiedniej wysokości aby uniknąć tarcia powietrza. Teraz podczas spadku swobodnego na stacji kosmicznej powstają warunki mikrogravitacji.

Środowisko mikrogravitacji powstaje zawsze podczas spadku swobodnego. Jeśli upuścimy piłkę na Ziemi, przyspiesza ona $9,81 \frac{m}{s^2}$. Jest to środowisko 1g.

Jeśli natomiast kosmonauta upuści piłkę na stacji kosmicznej ona spada również, ale astronauta widzi, że piłka nie spada. Tak jest dlatego, że piłka, astronauta i stacja kosmiczna spadają równocześnie wokół Ziemi. Ponieważ spadają razem i poruszają się swobodnie to są w stanie mikrogravitacji. Podkreślmy, że stację kosmiczną i wszystko na niej trzyma na orbicie okołozemskiej grawitacja.

Dla lepszego zrozumienia ruchu na orbicie przedstawmy rozważania Newtona jak wprowadzić satelitę na orbitę okołozemską. Dowodził on, że gdyby z wysokiego wzniesienia na powierzchni Ziemi wystrzelić poziomo kulę armatnią, to leciałaby ona po torze parabolicznym. Im większą nadano by jej prędkość, tym większy byłby jej zasięg. Według Newtona, przy odpowiednio silnym wystrzeleniu kula przeleciałaby „za horyzont” Ziemi. Kula nie odleciałaby w kosmos, gdyż przyciąganie grawitacyjne Ziemi utrzymywałoby ją w stałej odległości od jej powierzchni. Kula próbowałaby spadać ale jednocześnie Ziemia „odsuwałaby się” od niej z powodu swej kulistości.

W końcu wróciłaby do miejsca, z którego ją wystrzelono, wykonując w ten sposób jeden pełny obieg dookoła Ziemi. Ta sama zasada dotyczy wahadłowca czy stacji kosmicznej. Osiągając spadek swobodny otrzymaliśmy mikrogravitację.

4.2 Uczenie się podstaw grawitacji i nieważkości

Zadając uczniom pytanie, jak daleko oddziałuje grawitacja, często można usłyszeć odpowiedź, iż tak daleko jak sięga atmosfera. Pytając dalej, co by się stało z twoim ciężarem jeżeli zniknęłaby atmosfera, większość uczniów odpowiada, że polecilibyśmy w kosmos. Takie pytania zadawał swoim uczniom Dawid Chandler.¹¹⁰ Tylko pięciu z osiemdziesięciu jego uczniów w teście odpowiedziało, że grawitacja rozpościera się do nieskończoności.

¹¹⁰ Chandler D., *Weightlessness and microgravity*, The Physics Teacher, **29** 312, 1991.

Każdy wie, że na orbicie astronauta odczuwają nieważkość, ale niewielu wie dlaczego.

Uczniom trudno znaleźć zależności pomiędzy spadkiem swobodnym, ruchem orbitalnym i nieważkością, szczególnie kiedy większość uczniów jest zadowolonych, iż rozumieją: grawitacja po prostu nie sięga daleko.

Należy zwrócić uwagę na trzy trudne koncepcje związane z grawitacją i nieważkością, aby uniknąć w dalszych rozważaniach błędów¹¹¹.

- Grawitacja rozciąga się na cały kosmos.
- Nieważkość jest rezultatem spadku swobodnego.
- Ruch orbitalny jest formą spadku swobodnego.

Przeanalizujemy kilka definicji dotyczących nieważkości w literaturze polskiej i anglojęzycznej.

„Stan nieważkości polega na braku stałego występowania sił wzajemnego nacisku między ciałami w układzie ciał. Stan ten występuje wówczas, gdy układy poruszają się jedynie pod wpływem sił pola grawitacyjnego. W przypadku nieobecności pola grawitacyjnego stan nieważkości występowałby oczywiście w układach poruszających się ruchem jednostajnym po linii prostej”¹¹².

Stan ważkości polega na stałym występowaniu sił wzajemnego nacisku pomiędzy ciałami w układzie ciał. W polu grawitacyjnym stan ten występuje w takich układach ciał, na które prócz sił grawitacji działają jeszcze inne siły zewnętrzne. Jeżeli siły wzajemnego nacisku (np. ciała i podłoża) przekraczają siłę ciężkości tego ciała, wówczas mówimy o stanach przeciążenia. Jeśli siły te są mniejsze od siły ciężkości ciała, mówimy o stanach niedociążenia¹¹³.

Ograniczenie w stosowalności zasad dynamiki Newtona

Różnica między kinematycznym, a dynamicznym opisem ruchu polega na tym, że w kinematyce obojętne jest względem jakiego układu odniesienia opisujemy ruch.

Zasady dynamiki Newtona obowiązują tylko w inercjalnych układach odniesienia.

¹¹¹ Chandler D., *Weightlessness and microgravity*, The Physics Teacher, 29 312, 1991

¹¹² Salach J., Barbara Sagnowska, Jerzy Kreiner, *Fizyka z astronomią – podręcznik dla liceum ogólnokształcącego klasa II*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1989.

¹¹³ Tamże, s. 80.

Aby móc stosować w układzie nieinercyjnym zasady dynamiki Newtona, do opisu zjawisk wprowadza się *pojęcie siły bezwładności*¹¹⁴.

Siły bezwładności nazywa się też siłami pozornymi, aby podkreślić, że siły te nie są wynikiem faktycznego oddziaływania między ciałami, lecz wynikają one jedynie z dokonanego przez obserwatorów wyboru układu odniesienia.

Aby lepiej zrozumieć zjawisko nieważkości należy wprowadzić kilka pojęć: układ inercjalny i nieinercjalny oraz siły bezładności.

Układ inercjalny

„Układami inercyjnymi nazywamy takie układy odniesienia, które albo spoczywają, albo poruszają się ze stałą prędkością względem gwiazd stałych”¹¹⁵.

Układ inercjalny to także układ, w którym spełniona jest I zasada dynamiki.

I zasada dynamiki postuluje istnienie takiego układu odniesienia, że jeśli na ciało nie działa żadna siła lub n działających sił równoważy się, to ciało obserwowane w tym układzie pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

Układ nieinercjalny

Układ odniesienia poruszający się względem układu inercjalnego ruchem przyspieszonym.

W takim układzie nie obowiązuje II zasada dynamiki. W takich układach odniesienia ciała poruszają się ruchem przyspieszonym także wtedy, gdy nie występują realne siły oddziaływania między ciałami.

Aby w układach nieinercyjnych móc stosować II zasadę dynamiki, należy wprowadzić pozorne siły bezwładności.

Siły bezwładności

(siła inercji, siła pozorna) – siła pojawiająca się w nieinercyjnym układzie odniesienia, będąca wynikiem przyspieszenia tego układu. Siła bezwładności nie jest oddziaływaniem z innymi ciałami, jak to ma miejsce przykładowo w sile klasycznie rozumianej grawitacji. Jeżeli zjawisko, w którym pojawiła się siła bezwładności, opisywane jest w inercyjnym układzie odniesienia, wówczas siła bezwładności nie występuje, zachowanie się ciał w takim układzie można wyjaśnić działaniem innych sił.

¹¹⁴ Resnick R., Halliday D., *Fizyka dla studentów nauk przyrodniczych i technicznych*, t. I, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1975, s. 159.

¹¹⁵ Tamże.

4.3 W jaki sposób wytwarza się warunki Mikrogravitacji?

Nieważkość może być związana ze spadkiem swobodnym w prostych demonstracjach. Prawdopodobnie każdy nauczyciel fizyki wykonał eksperyment Galileusza pokazujący, że ciężkie i lekkie ciała spadają w tym samym czasie¹¹⁶.

Stacje kosmiczne są najlepszymi laboratoriami badawczymi, w których występują warunki mikrogravitacji przez długi czas. Jednocześnie najdroższymi. Dostarczenie kilograma ładunku kosztuje od 20 do 40 tysięcy dolarów. (jednego pomarańcza ponad 2000 \$). NASA stosuje też inne, tańsze, metody do przeprowadzania eksperymentów w stanie nieważkości:

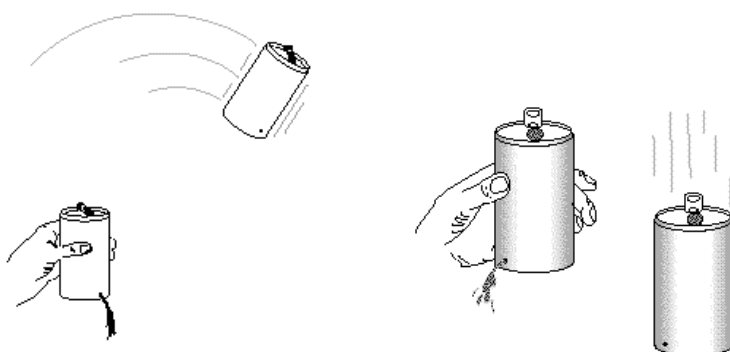
- wieże i szyby do spadków swobodnych (10^{-5} g),
- loty paraboliczne „komety wymiotnej” KC – 135 (10^{-2} g),
- rakiety typu SPAR (10^{-5} g).

Nieważkość w klasie

Znając już nieinercjalne układy odniesienia łatwo wykonać doświadczenia obrazujące warunki nieważkości na stacji kosmicznej. Doświadczenia te łatwo wykonać w klasie.

Spadająca puszka

W puszcze lub plastikowej butelce po napoju robimy otwór i nalewamy wody. Woda wylatuje dzięki ciśnieniu hydrostatycznemu. Gdy upuścimy puszkę wyraźnie widać iż woda przestaje lecieć, dokładnie tak jak na stacji kosmicznej w warunkach nieważkości, gdzie nie istnieje ciśnienie hydrostatyczne.



Rysunek 1. Spadająca puszka

¹¹⁶ David Chandler, Weightlessness and microgravity, The Physics Teacher, 29 312, 1991



Rysunek 2. Woda wylatująca dzięki ciśnieniu hydrostatycznemu



Rysunek 3. Brak ciśnienia hydrostatycznego w spadającej butelce

Spadająca sprężynka – slinky

Trzymając sprężynę za kilka zwojów widzimy jak pozostała jej część swobodnie opada. Ku zdziwieniu sprężyna składa się jeżeli ją puścimy swobodnie. Tak też jest na stacji kosmicznej – sprężyna nie rozciąga się swobodnie.



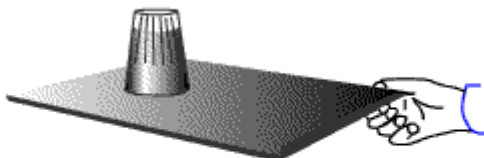
Rysunek 4. Rozciągnięcie się sprężyny pod wpływem grawitacji



Rysunek 5. Składanie się sprężyny podczas spadku swobodnego

Tacka z kubkiem

Jeżeli na stacji kosmicznej odwrócimy kubek z wodą do góry dnem, woda z kubka nie wyleci. Podobnie, gdy będzie spadał swobodnie odwrócony kubek – woda też nie będzie wylatywała, lecz spadnie razem z kubkiem na podłogę.



Rysunek 6. Odwrócony kubek na tacce – podczas szarpnięcia tacki woda z kubka nie wyleje się

Wieże zrzutowe do spadków swobodnych

Wieże i szyby do spadków swobodnych przypominają windy, jednak są to wysoce zaawansowane technicznie urządzenia spadające w pudłach o aerodynamicznych kształtach i próżni aby wyeliminować tarcie powietrza. Posiadają one również specjalne poduszki powietrzne aby nie uległa zniszczeniu aparatura. Cały spadek jest rejestrowany przez specjalne kamery. Należy podkreślić, że doświadczeń w wieżach i szybach nie robi się z ludźmi. Z pewnością jest to zbyt niebezpieczne. Astronaucci trenują warunki nieważkości w specjalnie przystosowanych do tego samolotach, o których będzie wspomniane poniżej. Krótkich doznań nieważkości można doświadczyć w wesołym miasteczku, na linie bandzi czy też podczas skoku z dość wysokiej wieży do wody. NASA posiada dwie wieże do spadków swobodnych w Cleweland w stanie Ohajo. Jedną 132 metrową w której warunki mikrogravitacji powstają na około 5 sekund i drugą 24-metrową z ponad dwoma sekundami nieważkości podczas jednego spadku. Trzecia wieża NASA, 100-metrowa – 4,5-sekundowa znajduje się w Huntsvill w stanie Alabama. Jednak najdłuższe warunki nieważkości w takich urządzeniach, bo 10 sekund, uzyskują Japończycy posiadający szyb w starej kopalni o wysokości 490 metrów.

Loty paraboliczne „komety wymiotnej”

Jak już wspomniano do trenowania kosmonautów w warunkach nieważkości służy specjalnie przerobiony samolot transportowy Boeing 707, który jest nazywany „kometą wymiotną” KC – 135. Warunki mikrogravitacji w takim samolocie uzyskuje się podczas zakreślania przez samolot krzywej parabolicznej przy wznoszeniu się pod kątem 45 stopni, na około 25 sekund. Uzyskana nieważkość wynosi 10^{-2} g. Typowy lot KC – 135 trwa od dwóch do trzech godzin, na wysokości od 7 do 10 tysięcy metrów, podczas którego uzyskuje się do czterdziestu 25 sekundowych okresów nieważkości.

Rakiety SPAR

Sześciominutowe warunki mikrogravitacji, również podczas lotów parabolicznych, uzyskuje się w małych raketach SPAR. Na ich pokładzie może znajdować się aparatura do 300 kilogramów.

Stacje kosmiczne

Na pytanie „Co trzyma satelitę na orbicie?” można uzyskać wiele różnych odpowiedzi. Są dwie najpopularniejsze. Jedni twierdzą, że satelita przebywa na orbicie dzięki włączonym silnikom, drudzy zaś mówią, że na orbicie nie ma grawitacji.

Pierwsza stacja kosmiczna została wysłana na orbitę przez Rosjan w kwietniu 1971 roku. Nosiła nazwę Salut i działała przez kilka miesięcy. W następnych latach Rosjanie wprowadzili na orbitę jeszcze sześć obiektów tej serii, stopniowo je modernizując i wydłużając czas ich funkcjonowania. Największym rosyjskim osiągnięciem była jednak wielomodułowa stacja Mir, która działała przez 15 lat (1986-2001). Amerykańskie dokonania w tej dziedzinie są znacznie skromniejsze, gdyż obejmują działalność tylko jednej stacji Skylab, umieszczonej na orbicie w 1973 roku i eksploatowanej do roku 1974. Równie cenne doświadczenia przyniosły jednak loty konstruowanych przez NASA i Europejską Agencję Kosmiczną ESA laboratoriów Spacelab (później Spacehab), które instalowano na wahadłowcach. Ich misje różniły się od działalności stacji orbitalnej tylko krótszym czasem trwania, ograniczonymi możliwościami wahadłowca – do 18 dni.

4.4 Międzynarodowa Stacja Kosmiczna – International Space Station (ISS)

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna jest wspólnym przedsięwzięciem USA, Rosji, Kanady, Japonii, Brazylii i jedenastu państw należących do Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA. Jej budowa została rozpoczęta w 1998 roku.

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna – pierwsza stacja kosmiczna wybudowana z założenia przy współudziale wielu krajów. Składa się obecnie z 15 głównych modułów (docelowo ma ich liczyć 16) i umożliwia jednoczesne przebywanie sześciu członków stałej załogi (trzech do roku 2009). Pierwsze moduły stacji zostały wyniesione na orbitę i połączone ze sobą w 1998 roku. Pierwsza stała załoga zamieszkała na niej w roku 2000. Źródłem zasilania ISS są baterie słoneczne, transportem ludzi i materiałów do 2011.07.19 zajmowały się amerykańskie wahadłowce programu STS (od lutego 2003 do 26 lipca 2005 wstrzymane z powodu katastrofy Columbi) oraz rosyjskie statki kosmiczne Sojuz i Progress.

Administracja prezydenta Busha planowała wstrzymać finansowanie stacji po 2015, co skutkowało by zdjęciem stacji z orbity na początku 2016. Planom tym przeciwstawiła się administracja prezydenta Obamy, która przedłużyła finansowanie do 2020 roku, a potencjalnie nawet do 2028.

Powstanie

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna powstała w wyniku połączenia projektów budowy rosyjskiej stacji Mir 2, amerykańskiej Freedom oraz europejskiej Columbus. Miały one na celu spełnienie marzenia o stałym pobycie ludzi w kosmosie. Udać się je realizować od 2 listopada 2000 roku, kiedy to na ISS dotarła pierwsza stała załoga w składzie: William Shepherd, Jurij Gidzenko oraz Siergiej Krikalow (misja Sojuz TM-31). Pierwsze plany budowy stacji kosmicznej wspólnie przez USA, Japonię, Kanadę i Europejską Agencję Kosmiczną (Rosja dołączyła do nich dwa lata później) pojawiły się w 1991 roku. Projekt miał być realizowany w trzech etapach:

I – przygotowanie modułów i międzynarodowe loty do rosyjskiej stacji Mir – zrealizowany w latach 1995-1998

II – montaż i wstępna eksploatacja (1998-2001)

III – dokończenie budowy i dalsza eksploatacja (pocz. 2001, koniec w 2011 r.)

Początkowo budżet programu na okres od roku 1994 do ukończenia budowy miał zamknąć się w kwocie 17,4 miliarda dolarów, lecz do momentu wystrzelenia pierwszego modułu w

końcu 1997 roku wzrósł ponad dwukrotnie, do 40 miliardów dolarów. W 1998 roku do projektu dołączyła Brazylia. Pierwszy element stacji, rosyjski moduł Zarja, został wyniesiony na orbitę 20 listopada 1998 roku. Do przybycia pierwszej załogi ISS wzbogaciła się o kolejne dwa moduły – amerykański Unity i rosyjski Zwiezda.

Loty do ISS

Dotychczas odbyto do stacji 32 (stan na 8 lutego 2010) loty amerykańskich wahadłowców oraz 43 loty rosyjskie, w tym 14 załogowych. W kwietniu 2008 do stacji po raz pierwszy zadokował ATV – pojazd transportowy skonstruowany przez ESA, natomiast we wrześniu 2009 r. odbył się pierwszy lot japońskiego HTV.

W marcu 2013 Sojuz TMA-08M startując z kosmodromu Bajkonur dotarł do ISS w rekordowym czasie 5 godzin 45 minut.

Eksploracja

Głównym zadaniem Międzynarodowej Stacji Kosmicznej jest prowadzenie badań naukowych w warunkach mikrogravitacji, niemożliwych do osiągnięcia na Ziemi. Mają one pozwolić na udoskonalenie metod prowadzenia upraw, lepsze poznanie działania ludzkiego organizmu (a więc i możliwość wynalezienia nowych leków) oraz pomóc rozwiązać wiele innych problemów na Ziemi. Do tej pory nie dokonano jednak na ISS żadnego przełomowego odkrycia.

Począwszy od 1998 roku na ISS przebywało 170 osób, z tego 50 było członkami stałych załóg w ramach 20 ekspedycji. Dla porównania – rosyjską stację Mir w ciągu 14 lat odwiedziło łącznie 137 ludzi. Niemal 1/4 wszystkich astronautów stanowiło załogę Międzynarodowej Stacji Kosmicznej lub pojazdów ją obsługujących.

Pierwotnie stałe załogi składały się z trzech osób, wymienianych amerykańskimi wahadłowcami, jednakże po unieruchomieniu amerykańskich wahadłowców po katastrofie Columbii czasowo zmniejszono ich liczebność do dwóch. Do trzyosobowych załóg powrócono w 2006 r.; trzeci członek załogi był wymieniany przez wahadłowce. Natomiast od 2009 r. na stacji przebywają pełne, 6-osobowe załogi. W związku z wycofaniem wahadłowców z użytku, wymiana załóg odbywa się wyłącznie za pomocą rosyjskich Sojuzów.

W 2001 roku na ISS gościł pierwszy w historii kosmiczny turysta. Amerykański milioner Dennis Tito zapłacił 20 milionów dolarów za niecałe osiem dni (7 dni 22 godziny 4 minuty) pobytu w kosmosie w dniach od 28 kwietnia do 6 maja. Drugim turystą był Mark

Shuttleworth z RPA. Trzecim turystą został Gregory Olsen w 2005 roku, który poleciał na Międzynarodową Stację Kosmiczną pomimo złego stanu zdrowia. Pierwszą kobietą-turystką w kosmosie została Amerykanka pochodzenia irańskiego Anousheh Ansari. Pierwotny kandydat do lotu Sojuz TMA-9 Daisuke Enomoto został odsunięty z powodów medycznych. 30 września 2009, na pokładzie statku kosmicznego Sojuz TMA-16, Kanadyjczyk Guy Laliberté jako siódmy turysta kosmiczny udał się na Międzynarodową Stację Kosmiczną. Za swój lot zapłacił 35 milionów dolarów.

Zagrożenia

Największym zagrożeniem dla stacji jest możliwość zderzenia z osiagającymi ogromne prędkości meteoroidami. Proponowanym zabezpieczeniem jest "laserowa miotła", która mogłaby błyskawicznie niszczyć owe odłamki. Jej wprowadzenie będzie jednak wymagało zmiany przepisów zabraniających używania broni laserowych w kosmosie. Ponadto istnieje możliwość zderzenia stacji z kosmicznym odpadkiem o średnicy ponad 1 cm. Innym niebezpieczeństwem związanym z przebywaniem w przestrzeni kosmicznej są strumienie naładowanych cząstek powstających podczas wybuchów na Słońcu. Powodują one awarie instalacji elektrycznych nawet na Ziemi i mogłyby poważnie uszkodzić stację kosmiczną, którą jedynie częściowo ochrania ziemska magnetosfera.

Moduły stacji

Po zakończeniu budowy, stacja będzie liczyć 16 hermetyzowanych modułów, o łącznej objętości około tysiąca m³. Są to moduły laboratoryjne, dokujące, śluzy, łączniki. Obecnie 15 z tych modułów zostało dołączonych do stacji. Są one wynoszone na orbitę za pomocą wahadłowców, rakiet Proton lub Sojuz.

Na konferencji szefów agencji kosmicznych, która odbyła się 23 lipca 2003 roku, ustalono ostateczny kształt stacji. Zdecydowano m.in. rozbudować ją do wielkości pozwalającej na zwiększenie stałej załogi do sześciu osób oraz dołączyć dodatkowe moduły. NASA zamierza prowadzić rozbudowę, podczas gdy Rosja będzie przewozić kolejne załogi. Po ukończeniu całej konstrukcji stacja będzie mieć 1160 m³ pomieszczeń hermetyzowanych, masę 419 ton oraz wymiary 108,4 m rozpiętości baterii słonecznych i 74 m długości, umożliwiając pracę sześciuosobowej załogi. Moc generowana przez baterie słoneczne wyniesie 110 kW, z czego 50 kW będzie służyć funkcjonowaniu stacji, reszta ma być przeznaczona na badania naukowe.

Koszty Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

Szacuje się, że łączny koszt budowy, utrzymywania i wysyłania kolejnych ekspedycji na Międzynarodową Stację Kosmiczną przekroczy 100 miliardów dolarów. Wobec zużywania tak ogromnych środków rośnie liczba przeciwników projektu, którzy widzą w nim stratę czasu i pieniędzy, jakie mogłyby umożliwić wysłanie wielu tańszych i efektywniejszych misji bezzałogowych. Na przykład Kosmiczny Teleskop Hubble'a (koszt 2 miliardy USD) przyniósł więcej odkryć niż jakiegokolwiek inne przedsięwzięcie, zaś roboty Spirit i Opportunity (razem 800 mln dolarów) dowiodły obecności wody na Marsie. Nie brak również głosów krytykujących eksplorację kosmosu w ogóle – według nich za 100 miliardów dolarów można by rozwiązać wiele problemów na Ziemi. Zwolennicy podboju kosmosu odpowiadają, że jego krytyka jest krótkowzroczna i pozbawiona jakichkolwiek podstaw. Z kolei entuzjaści lotów załogowych argumentują, że opracowane podczas ich przygotowywania i realizacji technologie przyniosły miliardy dolarów realnego zysku. Według niektórych prognoz, pośrednie korzyści ekonomiczne odniesione w wyniku komercjalizacji tych technologii siedmiokrotnie przekraczają zainwestowany kapitał (inne prognozy mówią o trzykrotnym zysku) inne z kolei o stukrotnej stracie. To, czy tego rodzaju korzyści wynikną również z programu ISS, jest przedmiotem intensywnej dyskusji.

5. Metodologia badań własnych

5.1 Przedmiot i cele badań

Aby ocenić skuteczność uczenia się i nauczania fizyki metodą projektów przeprowadzono badania pedagogiczne „Metoda projektów w uczeniu się i nauczaniu fizyki w gimnazjum”.

Przedmiotem badań była ocena skuteczności dydaktycznej metody projektów i jej wpływu na wiedzę, umiejętności, rozumowanie naukowe, i postawy uczniów.

Celem badań było określenie skuteczności pedagogicznej stosowania metody projektów w nauczaniu i uczeniu się fizyki w gimnazjum.

Skuteczność pedagogiczna rozumiana jest tutaj jako skuteczność dydaktyczna oraz skuteczność w zakresie osiągania celów realizacyjnych.

Skuteczność dydaktyczna to *stosunek między osiągniętym wynikiem a zamierzonym celem*¹¹⁷. Skuteczność wyraża się w różnych pozytywnych walorach działań dydaktycznych w postaci przyrostu na poszczególnych jej poziomach, tj. wiedzy, rozumienia, zastosowania, analizy i syntezy.

5.2 Problemy badawcze, zmienne i wskaźniki

Problem główny:

Jaka jest skuteczność pedagogiczna metody projektów w uczeniu się i nauczaniu fizyki w gimnazjum?

Zmienna globalna: skuteczność pedagogiczna metody projektów w uczeniu się i nauczaniu fizyki w gimnazjum.

Definicja zmiennej globalnej: Skuteczność pedagogiczna metody projektów to osiągnięte przez uczniów efekty realizacyjne – wytwór projektowy (produkt projektu) oraz efekty kształcące – zmiany w wiedzy, umiejętnościach i postawach uczniów.

Zmienna niezależna: praca uczniów metodą projektów.

„...Metoda projektów polega na przedsięwzięciu przez grupy uczniowskie opracowania, zaplanowania i zaprojektowania, a następnie realizacji wykonania projektu. (...) Jej zalety polegają na organizowaniu samodzielnej pracy uczniów w obmyśleniu projektu i jego realizacji, przygotowaniu przez to i rozwinięciu umiejętności samodzielnej pracy, a jednocześnie zespołowości. (...) Jest to jednak nie tyle metoda, ile strategia, przedstawiająca

¹¹⁷ Denek K., *Efektowność nauczania programowanego w szkole wyższej*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, s. 42.

ogromne walory nie tylko w zakresie rozwoju umiejętności umysłowych i praktycznych uczniów, ale także ich socjalizacji. Wywołuje wzmożoną aktywność uczniów, a szkoła staje się dla nich w pełni atrakcyjna jako miejsce wyzwalań sił twórczych”¹¹⁸.

Zmienna zależna globalna: wyniki uczenia się uczniów.

Zmienne zależne szczegółowe dotyczące:

- a) wiadomości
- b) umiejętności
- c) postaw wobec nauk fizycznych
- d) rozumowania naukowego

Przy tak zdefiniowanych zmiennych szczegółowych wyodrębniono następujące problemy szczegółowe.

1. Jaka jest skuteczność metody projektów w zakresie zapamiętywania i rozumienia wiadomości z fizyki?

zmienna: określone zmiany w zapamiętywaniu i rozumieniu fizyki przez uczniów biorących udział w projekcie.

Wskaźniki:

- pisemne odpowiedzi uczniów na pytania w testach dotyczące faktów i praw fizycznych oraz wypowiedzi uczniów dotyczące rozumienia oraz wskazywania istoty zjawisk, faktów i problemów a także związków wskazanych zjawisk z innymi:

- znajomość pojęć, faktów i praw fizycznych,
- znajomość metod postępowania w nauce,
- samodzielne zdobywanie nowej wiedzy: szukanie informacji, analizowanie jej i opracowanie.

W celu dokładnego opisanie powyższych zmiennych wyznaczono szereg pośrednich wskaźników. W kwestii pozycji wiadomości na tle wyników uczenia się uczniów zaliczono wskaźniki:

- podejmowanie adekwatnych działań,
- publicznie przedstawiane efekty pracy uczniów,
- udzielane odpowiedzi ustne na pytania dotyczące faktów, praw i pojęć z fizyki podczas trwania projektu,
- wyniki testów z fizyki.

¹¹⁸ Nowacki T. W., K. Korabinowska-Nowacka, B. Baraniak, *Nowy słownik pedagogiki pracy*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej Towarzystwa Wiedzy Powszechnej, Warszawa 1999, s. 130.

2. Jaka jest skuteczność metody projektów w zakresie kształtowania umiejętności uczniów?

Zmienna: określone zmiany w umiejętnościach uczniów

Definicja: Umiejętności to sprawne i skuteczne działania uczniów oparte na integracji posiadanej wiedzy i adekwatne do sytuacji zadaniowej, tj.

- a) wykonywanie doświadczeń z fizyki,
- b) rozwiązywanie zadań rachunkowych z fizyki i wyjaśnianie zagadnień fizycznych,
- c) rozumowanie naukowe na obiektach rzeczywistych i konkretnych – Test Lawsons,
- d) wyszukiwanie informacji w Internecie.

Wskaźniki:

- zaprojektowanie i wykonanie doświadczenia adekwatnie do zadania,
- osiągnięcie zakładanego wyniku zadania, rozwiązanie zadań testowych i Testu Lawsons zgodnie z kluczem oraz wskaźnik liczbowy wyrażony w procentach rozwiązań testu,
- wykonanie zadania wymagającego wyszukania określonej informacji.

3. Jaka jest skuteczność metody projektów w zakresie kształtowania postaw w uczeniu się fizyki?

Wskaźniki: wypowiedzi uczniów w kwestionariuszu na temat zainteresowań i postaw

W kwestii pozycji postawy wobec nauk fizycznych na tle wyników uczenia się uczniów zaliczono wskaźniki:

- wypowiedzi uczniów na temat znaczenia nauki w ich życiu osobistym i społecznym,
- wypowiedzi uczniów na temat badań paranaukowych.

4. Jaka jest skuteczność metody projektów dotycząca rozumowania naukowego?

Zmienna: określone zmiany w poziomie rozumowania naukowego uczniów osiągnięte w wyniku pracy metodą projektów.

Wskaźniki:

- sprawne i trafne rozwiązanie Testu na rozumowanie naukowe Lawsons

5.3 Hipotezy badawcze

„Hipotezy to proponowane odpowiedzi udzielane na pytania badawcze. Tworzy się je, określając związek pomiędzy zmiennymi zależnymi i niezależnymi. Hipotezy badawcze

muszą być jasne, konkretne, niewartościujące oraz poddające się badaniom empirycznym za pomocą dostępnych metod badawczych”¹¹⁹.

Z założenia przyjmuje się, że uczenie się metodą projektów jest efektywne. Oznaczać to może, iż uzyskane efekty pracy tą metodą, powinny być przynajmniej takie same jak w przypadku wykorzystania tradycyjnych metod dydaktycznych.

Do problemu głównego wysunięto następującą hipotezę główną:

Metoda projektów statystycznie istotnie podwyższa wyniki uczenia się w zakresie zapamiętywania i rozumienia wiadomości z fizyki.

Uzasadnienie hipotezy: Oczekuje się, że efektywność dydaktyczna metody projektów będzie wyższa niż w przypadku jej niestosowania a zastosowania podających metod nauczania.

Hipotezy pomocnicze sformułowane do dwóch problemów szczegółowych:

1. Uczniowie pracujący metodą projektów wykazują statystycznie istotne zmiany w odniesieniu do stanu sprzed pracy metodą projektów.

Uzasadnienie: Do wiedzy uczniowie dochodzą w wyniku działania.

2. W wyniku pracy metodą projektów uczniowie osiągają wyższy poziom rozumowania naukowego.

Uzasadnienie: metoda projektów wpływa na zaangażowanie, postawę badawczą, pobudza do autorefleksji oraz myślenia kreatywnego i twórczego, i w ten sposób rozwija rozumowanie naukowe.

5.4 Metoda badań

W badaniach prowadzonych w ramach niniejszej pracy zastosowano metodę eksperymentu prowadzoną techniką jednej grupy.

Techniki: obserwacja, stosowanie testów, wykorzystanie zadań praktycznych.

Narzędzia: testy, kwestionariusze, ankiety, karty obserwacji, scenariusze zadań, webquesty

Teren i organizacja badań:

Badania przeprowadzono w toku końcówki I okresu i na początku II okresu roku szkolnego 2011/2012 podczas zajęć pozalekcyjnych oraz pracy uczniów w domu oraz na platformie google dysk.

¹¹⁹ Frankfurt-Nachmias Ch., David Nachmias, *Metody badawcze w naukach społecznych*, Wydawnictwo Zysk i Spółka, 2001, s. 86-87.

Na początku roku szkolnego 2011/2012 w Gimnazjum Sióstr Salezjanek w Ostrowie Wielkopolskim uczniom klas II i III zostało zaproponowanych 60 tematów projektów z wszystkich przedmiotów nauczanych w gimnazjum.

Przeprowadzający badania z fizyki zgłosił pięć ogólnych tematów projektów:

1. Fizyka zabawek
2. Wyruszamy w Kosmos
3. Od Archimedesesa do Pascala
4. Najpiękniejsze zjawiska fizyczne
5. Energetyka jądrowa – szansa czy zagrożenie?

Z 200 uczniów, którzy brali udział w projektach, do prowadzącego badania zgłosiło się dziesięciu uczniów, którzy utworzyli 3 grupy.

I grupa 3-osobowa wybrała temat „Fizyka zabawek”, dwie następne „Wyruszamy w kosmos”. Te trzy grupy wytworzyły całkiem różne produkty projektów.

Uczniowie, którzy zajmowali się zabawkami, wykonali ich kilkanaście i zaprezentowali je podczas dnia projektów 21 marca 2012 roku w szkole oraz podczas festiwalu „Zabawa w Naukę” zorganizowanego dla przedszkoli i szkół podstawowych tego samego dnia w Forum Synagoga w Ostrowie Wielkopolskim.

II grupa 4-osobowa wykonała model statku kosmicznego, który to model i prezentację o pracy nad swoim projektem zaprezentowała również podczas szkolnego dnia projektów.

III grupa 3-osobowa zrobiła opis i prezentację planu jak dolecieć na Księżyc.

Jednym z wymagań projektu było prowadzenie przez cały czas projektu, elektronicznego portfolio na google dysku.

Uczniowie umieszczali tam swoje terminy spotkań i sami uzupełniali karty projektu oraz odpowiadali na kwestionariusze i ankiety.

Wszystkie ankiety, harmonogramy, kwestionariusze i karty zostały udostępnione uczniom do wypełniania na google dysku.

Uczniowie, mając do nich dostęp, sukcesywnie je wypełniali.

Najczęściej uzupełniane były karty projektu jako elektroniczne portfolio. Uzupełnieniem kart projektu były sprawozdania, które uczniowie mieli w opracować grupach.

Ważnym pytaniem postawionym w badaniach było proste pytanie: „czego konkretnie nauczyłeś się, pracując metodą projektów?”.