

Anna Kamińska

**Efektywność dydaktyczna
multimedialnych form
nauczania fizyki**

Toruń 2009

Składam podziękowania wszystkim osobom,
których życzliwość umożliwiła mi przygotowanie
niniejszej pracy.

Dziękuję w szczególności mojemu promotorowi,
profesorowi Grzegorzowi Karwaszowi
za bardzo daleko idącą pomoc i wsparcie.

Pracę tę dedykuję mojej mamie.

Wstęp

Multimedialne formy nauczania to, w moim przekonaniu, zarówno środki komputerowe jakimi są ścieżki multimedialne, podręczniki multimedialne i encyklopedie multimedialne, zawierające filmy, dźwięki, symulacje, animacje i modele zjawisk, ale też środki realne, jak przyrządy pomiarowe, modele urządzeń, przedmioty codziennego użytku itp. Środki te mogą być odpowiednio skojarzone tworząc pakiety multimedialne.

Termin „kształcenie multimedialne” ogólnie przyjęło się rozumieć jako nauczanie – uczenie się przy wykorzystaniu środków i programów komputerowych. Jednak kształcenie multimedialne jest pojęciem szerszym i obejmuje zastosowanie w procesie dydaktycznym różnorodnych metod nauczania i różnych, specjalnie dobranych materiałów zarówno medialnych, jak film, nagranie, program komputerowy, ale także tradycyjnych pomocy naukowych. Aby kształcenie multimedialne przyniosło należyte efekty, pomoce te nie mogą być stosowane w sposób dowolny. Powinny one być zaprojektowane i wprowadzone do procesu nauczania i uczenia się w postaci pakietu multimedialnego, dostarczającego uczącemu się informacji różnymi kanałami komunikowania. Wielokodowość przekazywania informacji powoduje uruchomienie wielorakich rodzajów aktywności uczniów, np. spostrzeżeniowej, manualnej, intelektualnej i emocjonalnej (Strykowski, 1984).

Z mojej kilkuletniej pracy z młodzieżą gimnazjalną wyciągam wniosek, że należy jak najszybciej znaleźć lepszy sposób dotarcia do uczniów z treściami z zakresu fizyki. Przedmiot ten wydaje się być niechcianym w szkołach. Uczniowie nie chcą się uczyć fizyki twierdząc, że jest to przedmiot trudny i niepotrzebny im w życiu. Jednak fizyka jest nauką o przyrodzie, bardzo ciekawą i na poziomie szkoły gimnazjalnej wcale nie musi być bardzo trudna. Należałoby w związku z tym znaleźć taki model nauczania fizyki, który zachęciłby uczniów do dalszego jej studiowania. Model ten musi w wieloraki sposób opisywać dane zjawisko czy zagadnienie fizyczne. Doświadczalnie i modelowo opisane prawo fizyczne lub działanie poszczególnych urządzeń, może przyczynić się do lepszego zrozumienia fizyki i świata nas otaczającego.

W poniższej pracy zostały przeanalizowane różne sposoby pracy z uczniem, z doбором różnych środków dydaktycznych i form realizacji. Zbadano efektywność dydaktyczną form

multimedialnych, czyli sposobu połączenia różnych metod nauczania z wykorzystaniem środków wirtualnych i realnych.

Nie chodzi tutaj o wybranie „złotego środka”, ustalenie jednej drogi nauczania, bo wiadomo, że nie sprzyja to myśleniu twórczemu. Celem moim jest wskazanie, że realizacja (wybranych) treści nauczania fizyki w gimnazjum, powinna odbywać się w sposób różnorodny – multimedialny.

W pierwszym rozdziale zostały opisane koncepcje nauczania – uczenia się, które zmieniały się od czasów starożytnej Grecji i Rzymu wraz z rozwojem myśli filozoficznych. W historii rozwoju myśli pedagogicznej koncepcje kształcenia są ściśle związane z rozwojem takich nauk jak filozofia, psychologia i socjologia. Współczesna pedagogika zbliża się bardziej do edukacji humanistycznej, nastawionej na wszechstronny rozwój jednostki. Szczegółowo opisano tutaj kształcenie wielostronne i multimedialne, które są podstawą teoretyczną do dalszych badań. Przedstawiono także krótką charakterystykę metod kształcenia, a szczegółowo opisano metodę problemową, która jest darzona szczególnym uznaniem w nauczaniu fizyki. W rozdziale tym zaprezentowano różne podejście naukowców do efektywności dydaktycznej.

Rozdział drugi *Multimedia w edukacji*, zawiera poglądy różnych badaczy na temat zastosowania multimedii w edukacji ustawicznej. Przedstawiono zalety i zagrożenia jakie niesie ze sobą powszechne stosowanie programów komputerowych i Internetu w procesie kształcenia.

Trzeci rozdział opisuje multimedialne formy nauczania fizyki, które zostały wykorzystane w badaniach. Zaprezentowano własne osiągnięcia autorki w dziedzinie tworzenia multimedialnych form nauczania, w szczególności nauczania fizyki.

Metodologie badań własnych przedstawiono w rozdziale czwartym, a wyniki badań – w rozdziale piątym.

Ostatni rozdział zawiera podsumowanie i wnioski, jakie nasunęły się po przeprowadzeniu badań.

Rozdział I

Koncepcje nauczania - uczenia się

Nauczanie i uczenie się to dwa powiązane procesy, które warunkują skuteczność kształcenia. Nauczanie to zespół czynności nauczyciela kierującego nauczaniem uczniów, a uczenie się to intelektualna czynność ucznia zapewniająca mu przyswojenie nowej wiedzy. Nauczanie jest to wspomaganie naturalnych zainteresowań ucznia, jego dążeń do poszukiwania wiedzy oraz doskonalenia umiejętności, co sprowadza się do kierowania procesem uczenia się. W procesie kształcenia powinna występować równowaga między skutecznym i nowoczesnym nauczaniem oraz efektywnym i świadomym uczeniem się (Pólturzycki, 1997).

Nauczanie jest procesem możliwym pod warunkiem, że oba podmioty w nim uczestniczące - nauczyciel i uczeń (uczniowie), w równym stopniu zainteresowane są osiągnięciem wyznaczonych wzajemnie zadań programowych. Nauczanie pozostaje najczęściej w bezpośrednim związku z wychowaniem, które stanowi przedmiot pedagogiki (Pólturzycki, 1997).

Organizacja nauczania ma bardzo dawne tradycje, sięgające czasów starożytnej Grecji i Rzymu. W Grecji propagatorami nauczania i równocześnie nauczycielami byli sofisci (V w. przed Chrystusem) z Protagorasem na czele. Sofisci kładli nacisk na mądrość człowieka. Metody badań opierali na empiryzmie (doktryna filozoficzna głosząca, że źródłem ludzkiego poznania są wyłącznie, lub przede wszystkim bodźce zmysłowe docierające do naszego umysłu ze świata zewnętrznego, zaś wszelkie idee, teorie itp. są w stosunku do nich wtórne). Mieli oni inny niż poprzedni filozofowie pogląd na naturę poznania. Uważali, że wiedza może spełnić tylko minimalne wymagania, gdyż umysł ludzki nie może ogarnąć absolutu (pojęcie oznaczające byt doskonały, najwyższy, pełny, niezależny, nieuwarunkowany i bezwzględny). Jako pierwsi opracowali metody wychowania polegające na bezpośrednim kontakcie z młodzieżą. Sofisci analizowali czynniki wychowania, takie jak: zadatki wrodzone, środowisko, ćwiczenie, uczenie się oraz własna aktywność jednostki. Działający w tym samym czasie w Atenach Sokrates, był wybitnym pedagogiem, który przeciwstawiał się sofistom, twierdząc, że propagują oni wiedzę powszechną, skrajny relatywizm i sztukę prowadzenia sporów. Sokrates był twórcą

podstawowych metod nauczania: 1) elenktycznej, czyli zbijania, polegającej na doprowadzeniu do absurdu fałszywej tezy przeciwnika poprzez potraktowanie jej w sposób poważny (co nazwano ironią Sokratesa), a następnie zmuszanie go pytaniami do wyciągania z tezy wniosków dopóty, aż doprowadzą do twierdzenia sprzecznego z twierdzeniami powszechnie uznanymi bądź z samą tezą pierwotną; 2) majeutycznej, zwanej sztuką położniczą lub wspólnego poszukiwania, która dziś znana jest jako metoda heurystyczna; 3) indukcyjnej, której celem było zdobywanie wiedzy pewnej i powszechnej (Matyjas, 1996).

Na przestrzeni ostatnich lat powstało wiele teorii dotyczących kształcenia jako określonego systemu nauczającego, jeśli wspomnieć choćby: materializm dydaktyczny, formalizm, teorię problemowo-kompleksową, utylitaryzm itp. Każda z tych koncepcji miała swoich zagorzałych propagatorów, zwolenników oraz przeciwników. Ścieraniu się poglądów klasyfikacji i modyfikacji metod uczenia się towarzyszyła ewolucja i ewaluacja skuteczności ich wykorzystania i stosowania w praktyce szkolnej.

U podstaw organizacji i przebiegu procesu kształcenia leżą zawsze określone założenia teoretyczne odwołujące się najczęściej do określonej wiedzy psychologicznej na temat uczenia się ludzi. W związku z powyższym istnieją różne koncepcje psychologiczne funkcjonowania człowieka i różne teorie uczenia się, a za tym powstają zróżnicowane koncepcje i metody dydaktyczne.

Koncepcje kształcenia w historii rozwoju myśli pedagogicznej wiążą się z rozwojem innych nauk, takich jak filozofia, psychologia i socjologia. Efektem tych wpływów było wykształcenie się różnych orientacji pedagogicznych, od tradycyjnej koncepcji nauczania stworzonej przez Johanna F. Herbarta (1776 – 1841) aż do antypedagogiki. Okres intensywnego rozwoju nurtów teoretycznych przypada na schyłek XIX i pierwszą połowę XX wieku. Późniejsze orientacje pedagogiczne, które powstały u schyłku XX wieku były próbą przełamania kryzysu szkolnictwa. Zdaniem wielu pedagogów szkoły nie są dostosowane do warunków społecznych i nie spełniają swojej roli (Półturzycki, 1997).

Powstanie i rozwój nowych nurtów w pedagogice spowodowane jest coraz bardziej

widoczną niską efektywnością niektórych systemów szkolnych. Wielu pedagogów poszukuje więc rozwiązań, które uzdrowiłoby szkolnictwo i przeciwstawiłoby się pogłębiającemu kryzysowi norm i wartości społecznych. Do najbardziej radykalnych spośród tych koncepcji należy nurt radykalnej krytyki szkoły, powstały na gruncie idei kontrkulturowych i postrzegający szkołę jako środek indoktrynacji i represyjnego oddziaływania cywilizacji technokratycznej. Edukacja istniejąca w obecnym kształcie jest tu uważana za przemoc, która zabija indywidualność człowieka.

Bardziej umiarkowaną krytykę prezentuje nurt poszukiwania nowych strategii edukacyjnych. Nie potępia on istnienia szkoły jako takiej, ale krytykuje współczesne systemy edukacyjne jako wytwór społeczeństwa konsumpcyjnego, w którym uczniowie są przygotowywani do „robienia czegoś” zamiast do „bycia”. Zwolennicy tej orientacji przyjmują za cel stworzenie nowego wychowania, mającego stać się podstawą lepszej przyszłości świata. Liberalnym nurtem we współczesnej pedagogice jest również antypedagogika, głosząca ideę partnerskiego dialogu pomiędzy uczniami i nauczycielami, zamiast represyjnego systemu opartego na przedmiotowym traktowaniu i narzucaniu systemu wartości.

Aktualnie najwięcej zwolenników zyskuje system kształcenia oparty na założeniach psychologii poznawczej – kognitywnej. Psychologię kognitywną uznano za odrębną gałąź psychologii dopiero w drugiej połowie XX w., jednak swoje początki bierze ona już z wcześniejszych nurtów. Powszechnie uważany za pierwszą ważną szkołę myślenia w psychologii był strukturalizm (Sternberg, 2001). Najważniejszym celem tej szkoły było zrozumienie struktury umysłu i dokonanych przez niego spostrzeżeń na drodze wyodrębniania w nim poszczególnych komponentów. Protoplastą strukturalizmu był niemiecki psycholog Wilhelm Wundt (1832 – 1920). Twierdził on, że najlepszą metodą, za pomocą której można ćwiczyć człowieka w analizowaniu struktury umysłu, jest badanie doświadczeń zmysłowych za pośrednictwem introspekcji. W jego rozumieniu termin ten oznaczał obserwowanie kolejnych fragmentów informacji przepływających przez świadomość. W ten sposób człowiek jest w stanie analizować własne spostrzeżenia.

Następcą Wundta był jego uczeń, Edward Titchener (1867 – 1927), który uważał że wszelką świadomość można zredukować do trzech stanów. Stany te obejmują: wrażenia – podstawowe elementy spostrzeżeń; wyobrażenia – obrazy, które tworzymy w naszych

umysłach, by oddać to, co spostrzegamy; afekty – składniki uczuć, jak miłość czy nienawiść.

Funkcjonalizm – pogląd przeciwstawny strukturalizmowi głosi, że psychologowie powinni zajmować się procesami myślenia, a nie jego treścią (Sternberg, 2001). Funkcjonałiści podejmowali szeroki problem dotyczący tego, jak – i dlaczego właśnie tak – działa umysł, szukając związków między określonymi bodźcami (bodziec to coś, co stymuluje do działania). Podstawowe założenia funkcjonalizmu sprowadzają się do badania procesów umysłowych, badania funkcji świadomości oraz relacji między organizmem a jego środowiskiem. Funkcjonałiści dopuszczali wszelkie metody rozwiązywania postawionych kwestii.

Funkcjonalizm prowadzi do pragmatyzmu, według którego, użyteczność jest wskaźnikiem wiedzy. Pragmatyści chcą wiedzieć co robią ludzie, ale także jak tą wiedzę wykorzystać. Przypisują duże znaczenie psychologii uczenia się i pamięci, ze względu na fakt, że mogłaby ona pomóc w udoskonaleniu szkolnego funkcjonowania uczniów. Liderem prowadzącym funkcjonalizm w kierunku pragmatyzmu był William James (1842 – 1910). Innym pragmatystą, który wywarł silny wpływ na myślenie współczesnych psychologów, był John Dewey (1859 – 1952). Wiele z tego, co mówią współcześni psychologowie, opiera się na tym, co powiedział Dewey na początku XX w. Dewey uważał np., że aby efektywnie się uczyć, musimy widzieć cel naszej nauki – płynące z niej korzyści praktyczne. Myśl pedagogiczna Deweya polegała na dążeniu do ujmowania rzeczywistości w sposób całościowy, a także podkreślanie więzi między jednostką a społeczeństwem (Orczyk, 2008). Dwa podstawowe pojęcia, które leżą u podstaw jego pedagogiki, to doświadczenie i instrumentalna koncepcja poznania (myśli). Doświadczenie nie jest tylko elementem, z którego wypływa wszelkie poznanie. Doświadczenie jest kategorią obejmującą zarówno to, co racjonalne i logiczne, jak również i to, co nieświadome lub irracjonalne. Poznanie natomiast jest, według Deweya, przewidywaniem i modyfikacją świata realnego. Prawdziwe poznanie dokonuje się na drodze przeobrażenia rzeczywistości. Według Deweya dana teoria może mieć znaczenie egzystencjonalne tylko wtedy, gdy jest sprawdzona doświadczalnie i podlegająca weryfikacji. Dewey przeciwstawiał się praktyce przekazywania dzieciom gotowej wiedzy w atmosferze surowej dyscypliny. Był przekonany, że większą wartość ma wiedza zdobyta na drodze

szukania i osiągnięcia, dzięki działaniu i osobistemu doświadczeniu. Jego zdaniem nie każda aktywność dziecka jest wartościowa z punktu widzenia jego rozwoju. Szczególne znaczenie przypisywał myśleniu problemowemu.

Innym sposobem myślenia był asocjacionizm. Główną jego ideą było badanie, jak wydarzenia czy idee mogą się ze sobą kojarzyć w umyśle - co nazwano uczeniem się. Kierunek ten wiązał się z wieloma innymi teoretycznymi punktami widzenia. Podobnie jak empiryzm, twierdzi on, że wiedzę można zdobyć, obserwując takie powiązania jak: bliskość (rzeczy występujące razem w tym samym czasie), podobieństwo (rzeczy o podobnych cechach czy właściwościach), kontrast (powiązanie rzeczy biegunowo odmiennych, jak np. gorący/zimny, dzień/noc).

Pierwszym eksperymentatorem, który systematycznie stosował zasady asocjacionistyczne był Hermann Ebbinghaus (1850 – 1909). W szczególności badał i obserwował on własne procesy umysłowe. Za pomocą tych obserwacji zbadał, jak człowiek uczy się i zapamiętuje materiał na drodze powtarzania – świadomej repetycji tego, czego się ma nauczyć. Zaobserwował on, że częste powtarzanie może utrwalać skojarzenia umysłowe w pamięci, czyli powtarzanie pomaga w uczeniu się. Innym znaczącym asocjacionistą był Edward Lee Thorndike (1874 – 1949). Uczony ten uważał, że bodziec będzie wywoływał określoną reakcję, jeśli organizm zostanie za nią nagrodzony. Thorndike sądził, że organizm uczy się reagować w określony sposób w danej sytuacji, jeśli otrzymuje za to wielokrotne nagrody.

Asocjacionizm stworzył grunt dla behawioryzmu i modeli poznania opartych na powiązaniach umysłowych. Odkrycie Iwana Pawłowa (1849 – 1936) stanowiło punkt zwrotny w rozwoju behawioryzmu. Pawłow zbadał mimowolne uczenie się u psów, u których na widok technika laboratoryjnego, który je zwykle karmił, pojawiała się reakcja ślinienia, zanim jeszcze widziały, czy niesie on pokarm. Zdaniem Pawłowa ta reakcja świadczyła o formie uczenia się, nazwanej warunkowaniem klasycznym, nad którą psy nie miały świadomej kontroli. To mimowolne uczenie się polegało na powstawaniu w ich umysłach powiązań pomiędzy osobą technika a jedzeniem.

Behawioryzm koncentruje się wyłącznie na powiązaniach pomiędzy obserwowanymi bodźcami a obserwowanymi reakcjami. Idea ta przyjmuje, że psychologia naukowa powinna zajmować się tylko obserwowalnym zachowaniem. Za ojca radykalnego

behawioryzmu powszechnie uważa się Johna Watsona (1878 – 1958). Watson uważał, że myślenie jest jedynie nie w pełni wypowiedzianą mową, ignorował wewnętrzne mechanizmy umysłowe. Kładł nacisk jedynie na ludzkie zachowania i ich przyczyny. Behawioryzm swoje badania eksperymentalne opierał na zwierzętach, twierdząc, że pozwala to dużo lepiej kontrolować związki między bodźcami a reakcjami. Im prostsza jest struktura emocjonalna i fizjologiczna organizmu, tym mniej należy się przejmować wpływem różnych czynników zakłócających, które są źródłem licznych problemów w badaniach przeprowadzanych z ludźmi. Jednym z najbardziej zdecydowanych zwolenników radykalnego behawioryzmu był B. F. Skinner (1904 – 1990). Zdaniem Skinnera całe ludzkie zachowanie, nie tylko uczenie się, można wyjaśnić powiązaniami między bodźcami a reakcjami, które da się skutecznie badać na drodze obserwacji zachowania zwierząt. Skinner odrzucał istnienie mechanizmów umysłowych i sądził, że wszystkie formy ludzkiego zachowania można wytłumaczyć warunkowaniem instrumentalnym, polegającym na wzmacnianiu lub osłabianiu zachowań poprzez stosowanie nagród lub kar. Behawioryzm, wraz ze swoimi metodami badawczymi i dziedzinami zainteresowań, stał się na kilkadziesiąt lat dominującym kierunkiem w psychologii.

Na przełomie wieków nastąpił dynamiczny wzrost zainteresowania pracą ludzkiego mózgu. Prowadzone na szeroką skalę interdyscyplinarne badania nad mózgiem, zintegrowane w obrębie kognitywistyki, wywierają ogromny wpływ na edukację. Kognitywistyka zajmuje się zjawiskami dotyczącymi funkcjonowania ludzkiego umysłu poprzez integrację wyników badań różnych nauk, m. in. psychologii poznawczej (kognitywnej), filozofii umysłu, sztucznej inteligencji, lingwistyki, antropologii czy neurobiologii. Dla psychologii poznawczej istotne znaczenie ma wyjaśnianie, w jaki sposób rzeczywistość doświadczana przez człowieka jest przez jego umysł odbierana, przechowywana i w jaki sposób wpływa na jego zachowania. Podejście kognitywistyczne umożliwia zatem formalny opis umysłu i zachodzących w nim zjawisk. Kognitywistyka korzysta z teorii modelowania i symulacji. Jest ona bliska pogładowi, który poznanie i zrozumienie działania jakiegoś systemu łączy z umiejętnością budowy jego funkcjonalnego modelu. Nadaje ona modelowaniu duże znaczenie i traktuje je m.in. jako działanie, starające się wyjaśnić funkcjonowanie ludzkiego umysłu. Funkcjonowanie ludzkiego mózgu jest przedmiotem interdyscyplinarnych badań m. in. neurobiologów, psychologów, cybernetyków i fizyków. Niektórzy fizycy sądzą, iż procesy myślowe

człowieka różnią się od przetwarzania informacji przez komputer, bowiem nie są one algorytmiczne. Psychologia kognitywna stara się zrozumieć procesy poznawcze poprzez tworzenie ich modeli. Model przetwarzania informacji w mózgu zakłada, że procesy poznawcze: myślenie, pamięć, percepcję i strukturę wiedzy można zrozumieć poddając analizie ich części składowe. Informacje są przetwarzane hierarchicznie – od prostych do bardziej złożonych. Badania nad przetwarzaniem informacji przez ludzki mózg wykazały, że mózg wykorzystuje „równoległe” przetwarzanie informacji. Ponadto udowodniono, że duża część przetwarzania informacji nie jest zlokalizowana w odrębnych obszarach mózgu, lecz jest rozproszona w różnych jego częściach. Na podstawie wiedzy o mózgu sformułowano model reprezentacji wiedzy i przetwarzania informacji przez człowieka, znany jako model przetwarzania równoległego i rozproszonego (model koneksjonistyczny). Model ten zakłada, że wiedza jest reprezentowana w postaci sieci, w której informacje są przechowywane w formie różnych układów, rozproszonych w całym mózgu.

Kognitywistyka stymuluje współczesny sposób myślenia o procesach uczenia się. Uczenie się kognitywne oparte jest na założeniach psychologii poznawczej. Koncepcje poznawcze (kognitywne) uczenia się występujące w wielu odmianach przeciwstawiają się zdecydowanie behawioryzmowi. W rozumieniu psychologii kognitywnej uczenie się polega na przetwarzaniu informacji podobnie jak to czyni komputer, który w tym przypadku odzwierciedla umysł człowieka. Uczenie się rozpatrywane z punktu widzenia neurobiologii jest dynamicznym procesem uruchamiającym aktywne przetwarzanie informacji. W mechanizmie przetwarzania informacji podstawową rolę odgrywają komórki nerwowe, które tworzą skomplikowane sieci neuronowe. Uczenie się jest związane z powstawaniem nowych połączeń i nowych dróg transmisji impulsów nerwowych pomiędzy neuronami. Współczesna neurobiologia i kognitywistyka generują nowe trendy w uczeniu się – nauczaniu wyznaczone przez neurodydaktykę. Poznawczo zorientowana psychologia edukacji ujmuje zatem uczenie się jako proces konceptualizacji świata i siebie w drodze budowania oraz reorganizowania przez człowieka systemów wiedzy. Znaczenie tzw. czynnika metapoznawczego uwypukla specyfika zachodzących w świecie zmian, związanych z rozwojem naukowo-technicznym.

W ramach współczesnej psychologii poznawczej próbuje tworzyć się modele komputerowe w pełni odwzorowujące architekturę ludzkiego umysłu, co rodzi dyskursy dotyczące

funkcjonowania umysłu jako całości. Prace nad sztuczną inteligencją polegają na próbach tworzenia systemów inteligentnie i selektywnie przetwarzających informacje – zarówno takich, które symulują ludzkie poznanie oraz takich, które wykazują inteligencję za pomocą procesów różniących się od procesów poznawczych człowieka. „Metafora komputerowa” ujmuje umysł człowieka na podobieństwo komputera. Umysł postrzega się tu jako zaprogramowaną maszynę, przetwarzającą informacje. Jednak modele przetwarzania informacji inspirowane badaniami nad ludzkim mózgiem, różnią się od modeli opartych na przetwarzaniu informacji przez komputery. Modele wykorzystujące analogię do komputerów zakładają przetwarzanie „seryjne” (Stenberg, 2001).

Powyżej przedstawiona historia myśli psychologii poznawczej prowadzi do głównego nurtu we współczesnej pedagogice - **konstrukttywizmu**. Zakłada on, że wiedza jest konstrukcją umysłu ludzkiego, która powstaje w wyniku własnej, różnorodnej aktywności podmiotu. Aktywność poznawcza człowieka polega na tym, że zdobywa on, przechowuje, interpretuje, tworzy i przekazuje informacje nadając im pewną wartość, sens i znaczenie. Efektywność uczenia się zależy od informacji uzyskanych ze świata zewnętrznego, ale także od informacji wewnętrznych, tak zwanych struktur poznawczych, czyli wiedzy zdobytej w toku wcześniejszego doświadczenia. Każda czynność poznawcza prowadzi do swoistego przekształcania napływających informacji. Poznanie zatem ma zawsze naturę raczej czynną niż bierną. Idee te są rozwinięciem poglądów J. Deweya, J. Piageta i L. S. Wygotskiego, przez J.S. Brunera i innych (Orczyk, 2008).

Pogląd, iż dzieci konstruują swoją wiedzę o świecie samodzielnie, choć w integracji z otoczeniem, jest jedną z naczelných tez Jeana Piageta (1896 – 1980). Był on przekonany, że schematy poznawcze dziecka są jego samodzielną konstrukcją wynikającą z nieustannej eksploracji. Dziecko nie przyswaja sobie pojęć naukowych mechanicznie, nie wykuwa ich na pamięć, lecz kształtuje je z dużym nakładem wysiłku i aktywności intelektualnej. Tworzenia się tej konstrukcji Piaget nie łączył jednak wyłącznie z osobistym doświadczeniem jednostki. Człowiek buduje swoją wiedzę o otaczającej rzeczywistości, używając narzędzi kulturowych. Przekaz kulturowy, dokonujący się przede wszystkim za pośrednictwem mowy, jest dla niego wiodącym czynnikiem determinującym rozwój człowieka. Słowo lub znak są więc centralnym ogniwem kształtowania się pojęć.

Piaget stworzył teorię dotyczącą sposobu konstruowania struktur wiedzy przez uczące się

dzieci. Jako psycholog rozwojowy twierdził, że rozwój poznawczy dokonuje się za pośrednictwem procesów równoważenia i akomodacji. Przyjmował on istnienie czterech stadiów rozwoju poznawczego: stadium sensoryczno – motorycznego, przedoperacyjnego, operacji konkretnych i operacji formalnych. J. Piaget był przekonany, że rozwój dziecka odbywa się przez konstruowanie struktur poznawczych. Opisywał on dziecko, jako istotę badającą swoje otoczenie w niezwykle aktywny sposób. Piaget uważał uczenie się za przystosowawczą funkcję organizmu. Twierdził, że w procesie uczenia się organizm tworzy „schematy”, które umożliwiają zrozumienie środowiska (Sternberg, 2001).

Lew S. Wygotski (1896 – 1934) akcentował społeczny charakter rozwoju człowieka. W jego przekonaniu rozwój można rozpatrywać jedynie w kontekście środowiska społecznego, instytucjonalnego i interpersonalnego, w jakim żyje jednostka. Jego teoria jest nazywana uczeniem się przez mediację. Twierdzenie, iż wiedza jest nie tylko osobistą konstrukcją człowieka, ale także jest konstruowana społecznie, jest jednym ze szczegółowych założeń konstruktywizmu. W odróżnieniu od J. Piageta, L. Wygotski nie przywiązywał wielkiego znaczenia do etapu rozwojowego. Podkreślał, że jednostka wiele uczy się od innych poprzez doświadczenia związane z rozwiązywaniem problemów w kontekście kulturowym. Założenia L. Wygotskiego, dotyczące społecznego uczenia się, podkreślały rolę kultury, która przyczynia się do rozwoju intelektualnego jednostki (Orczyk, 2008).

Za kontynuatora badań Piageta można uznać Jerome Brunera - twórcę teorii rozwoju umysłowego. Bruner nie badał kolejnych etapów rozwoju, tylko spojrzał na rozwój poprzez trzy różne sposoby przedstawiania świata (rozumienia), które choć mogą występować wszystkie razem, to jednak są charakterystyczne dla danych etapów rozwoju jednostki. Tworzą je reprezentacje: enaktywna, ikoniczna i symboliczna.

Bruner jest nazywany „ojcem” uczenia się przez odkrywanie. Według tego badacza uczenie się jest procesem aktywnym. Uczący w trakcie tego procesu tworzą nowe pomysły na bazie swojej zastanej i obecnej wiedzy. Wiedza jest zaś procesem, a nie wytworem ludzkiego umysłu. W trakcie uczenia się występuje selekcja i przetwarzanie informacji, konstruowanie hipotez i podejmowanie decyzji. Schematy i mapy poznawcze traktowane jako struktura kognitywna umożliwiają nadawanie znaczeń i organizowanie doświadczeń oraz pozwalają wychodzić uczącemu się „poza dostarczone informacje”. Zdaniem

J. Brunera uczenie się przez odkrywanie kładzie nacisk na strukturę materiału, a nie na konkretne szczegóły i prowadzi do jego zrozumienia. W trakcie rozwiązywania problemów metodą odkrywania uczący się dochodzi do jego rozwiązania mniej lub bardziej dzięki własnej inicjatywie. Teoria J. Brunera opiera się na badaniach procesów poznawczych i obejmuje także aspekty społeczne i kulturowe procesów uczenia się.

Prace Seymour Paperta wywarły duży wpływ na myślenie o uczeniu się z wykorzystaniem komputerów poprzez integrację myśli Piageta z ideą sztucznej inteligencji. S. Papert uważa, że idee sztucznej inteligencji mogą być wykorzystane przez dzieci do myślenia o „własnym myśleniu”. Przedstawił wizję komputera „programowanego przez dzieci” oraz stworzył znane środowisko w postaci języka programowania Logo, który stał się programistycznym narzędziem edukacyjnym. W tym środowisku uczeń poprzez umiejętne przetwarzanie informacji samodzielnie konstruuje wiedzę. Zdaniem S. Paperta programowanie komputera sprzyja wytwarzaniu u dzieci nowych stylów myślenia i strategii uczenia się. Przeciwwstawia się ono instrumentalnemu wykorzystaniu komputera w procesie nauczania.

Konstruktywizm pedagogiczny jest więc teorią uczenia się, poznawania i zdobywania wiedzy. Filozoficznych podstaw konstruktywizmu można doszukać się w progresywnym, neoprogresywnym i egzystencjalnym. Jego podstawą jest założenie epistemologiczne, że to uczeń sprawuje kontrolę nad własnym uczeniem się oraz konstruowaniem znaczeń. Dochodzenie do wiedzy jest procesem adaptacyjnym, w którym następuje organizacja doświadczanego świata. Według epistemologii konstruktywistycznej percepcja rzeczywistości i przekonania są produktem tworzonym samodzielnie przez jednostkę, jak również i przez społeczeństwo. Orientacja konstruktywistyczna przyjmuje założenie, że wiedza jest odkrywana i reodkrywana, konstruowana i rekonstruowana przez uczącego się. Uczniowie poszerzają swoje możliwości tworzenia i kreowania indywidualnej wiedzy, która jest dla nich zrozumiała. Filozofia konstruktywizmu osadzona w poznawczej koncepcji człowieka, zakłada, że uczeń jest samodzielnym i aktywnym podmiotem, który korzystając z różnych źródeł informacji konstruuje swój własny system wiedzy i swoją osobowość. Uczący się sami tworzą wiedzę, która w nich rezyduje i dlatego wiedza osobista ma charakter tak indywidualny, jak różne są osobowości uczących się. Nauczyciel nie jest im potrzebny jako źródło wiedzy, lecz jako osoba, która stawia zadania poznawcze, doradza, motywuje i kieruje różnymi rodzajami aktywności ucznia. Teoria

konstruktywizmu wymaga od nauczyciela umiejętności osadzenia czynności uczenia się ucznia w kontekście jego indywidualnej wiedzy. Dydaktyczne implikacje takiego podejścia wyrażają się w tworzeniu przez nauczyciela warunków do konstruowania wiedzy przez ucznia, który jest aktywnym badaczem, odkrywcą i autorem pytań.

We współczesnej dydaktyce, wyznaczającej kierunki przemian w edukacji, wskazuje się na konstruktywizm pedagogiczny, jako nową wizję uczenia się i nauczania. W modelu konstruktywistycznym uczenie się jest skuteczne tylko wtedy, gdy uczeń dysponuje osobistym doświadczeniem, a proces konstruowania wiedzy wymaga interakcji i zaangażowania. Konstruktywizm pedagogiczny określa koncepcję uczenia się, koncepcję programu i doboru treści, organizację procesu edukacji, rolę nauczyciela oraz koncepcję środowiska uczenia się i sytuacji edukacyjnych.

Współczesna koncepcja konstruktywistyczna wsparta kognitywistyką wprowadza wiele nowych zmian w podejściu do nauczania - uczenia się w porównaniu do koncepcji behawiorystycznej. Przede wszystkim zmiany te polegają na zmianie roli nauczyciela z „mędrca na scenie” do „przewodnika stojącego z boku”, nauczaniu umiejętności „wyższego rzędu”, rozwiązywaniu problemów, rozumowaniu, refleksji. Podejście to umożliwia uczniom nauczyć się, jak należy się uczyć, stwarza możliwość kontroli ewaluacji wyników uczenia się, uczy umiejętności współdziałania i współpracy w trakcie uczenia się. Procesom tym nie służy tradycyjny system klasowo – lekcyjny. Warunki klasowo - lekcyjne ograniczają możliwość transferu wiedzy, tworząc bardzo silny kontekst szkolny i powiązanie z sytuacją lekcyjną. Założenia konstruktywizmu promują wykorzystanie programów nauczania dostosowanych do wstępnej wiedzy uczniów. Podkreśla się w nich wagę twórczego rozwiązywania problemów. Konstruktywizm jest w małym stopniu zorientowany na werbalne przekazywanie treści kształcenia uczniowi – zakłada aktywność uczniów w konstruowaniu wiedzy. W konstruktywizmie pomiar dydaktyczny jest częścią procesu kształcenia, ale to uczący się odgrywa znaczącą rolę w ocenianiu własnych postępów edukacyjnych. Podejście konstruktywistyczne zakłada tym samym współodpowiedzialność ucznia w procesie kształcenia. Celem konstruktywistycznego uczenia się jest stworzenie bogatego zbioru informacji oraz społecznego środowiska poprzez komunikację interpersonalną i współpracę grupową. Konstruktywistyczne uczenie się jest poszukiwaniem i konstruowaniem znaczeń w kontekście społecznym. Rozpoczyna się ono od problemów, wokół których uczeń

aktywnie konstruuje znaczenie. Składowymi procesu uczenia się są: eksperyment, doświadczenie, działanie oraz poszukiwanie pozwalające tworzyć w mózgu zindywidualizowane struktury poznawcze. Jest miejsce na popełnianie błędów, które są najskuteczniejszą metodą poszukiwania wielości rozwiązań.

Procesy emocjonalno – motywacyjne w poznawczej koncepcji człowieka powiązane są z procesami informatycznymi. Motywacja i emocje powstają w trakcie operowania informacjami, a więc w procesie myślenia i działania. Pełnią one jednocześnie decydującą rolę w procesie nauczania – uczenia się. Z założeń tej koncepcji wynikają określone konsekwencje dla organizacji procesu kształcenia. Chodzi tu o stawianie ucznia w sytuacji zadaniowej i problemowej, a następnie tworzenie warunków intelektualnych i emocjonalnych do swobodnego szukania odpowiedzi na pytania, rozwiązania problemów teoretycznych i praktycznych. Jest to możliwe dzięki założeniu, że uczeń jest samodzielnym i aktywnym podmiotem, który konstruuje system swojej wiedzy i jest ciekawy świata. Posiada potrzebę i motywację jego poznawania. Nauczanie powinno być specyficznym procesem badawczym, zorganizowanym według etapów postępowania poszukującego. Nie powinno się ono sprowadzać do transmitowania wiedzy przez nauczyciela, lecz powinno polegać na organizowaniu warunków do pracy badawczej ucznia (Strykowski, 2004).

Z powyższych rozważań widać, że nowoczesne koncepcje kształcenia bardzo wyraźnie zbliżają się do pedagogiki i psychologii humanistycznej. Współczesna idea humanizmu jest kontynuacją starożytnej *paidei* – kształtowanie człowieczeństwa w człowieku poprzez kontakt z dobrami kultury, lecz wymaga uwzględnienia przemian cywilizacyjnych, spojrzenie na kulturę i edukację jako wzajemnie przenikających się procesów. J. Gajda przekonuje o konieczności uwzględnienia obok wartości duchowych i absolutnych, także wartości utylitarne i konsumpcyjne w procesie kształtowania człowieka (Gajda, 2003). W tak pojmowanej edukacji humanistycznej istotne jest kształtowanie postawy aksjologicznej – umiejętności dokonywania wyboru wartości jako osi krystalizującej osobowość. Wychowanie jest świadomym wprowadzeniem w świat wartości i ich wyborem. Szczególną rolę w kształtowaniu osobowości człowieka przypisuje się mediom. Wpływ mediów może być zarówno pozytywny jak i negatywny, tym bardziej, że środki te są wykorzystywane przez uczących się najczęściej poza szkołą.

Rozdział III

Multimedialne formy nauczania fizyki

Charakterystyczną cechą współczesnych systemów edukacyjnych jest poszukiwanie coraz to atrakcyjniejszych i efektywniejszych metod i form pracy z uczniem. Właściwość ta odnosi się do wszystkich etapów i szczebli kształcenia. Wśród różnych kierunków i tendencji modernizacji systemów nauczania szczególne miejsce zajmują te koncepcje, które stawiają na pełniejsze wykorzystanie w procesie kształcenia środków dydaktycznych (pomocy naukowych), a zwłaszcza mediów (wideo, telewizja, komputer z odpowiednim oprogramowaniem), stosowanych w połączeniu ze środkami konwencjonalnymi.

Idea nauczania z wykorzystaniem środków dydaktycznych ma już prawie 500 lat, bowiem jej twórcą jest J. A. Komeński (1594 – 1670), który przeciwstawiając się werbalizacji w dydaktyce domagał się, „aby ludzi uczyć w granicach możliwie najszerszych, nie z książek czerpać mądrości, ale i z nieba, ziemi, dębów, buków”. W przypadku braku samych rzeczy Komeński radził posługiwać się modelami, rysunkami i innymi tego rodzaju pomocami, które powinny uczestniczyć w procesie nauczania, aby uczniowie patrząc na nie nabierali odpowiednich wyobrażeń (za Strykowski, 1984).

Środki dydaktyczne w procesie nauczania – uczenia się spełniają bardzo ważną rolę. Umożliwiają upogładowienie procesu kształcenia, ułatwiają procesy myślowe, pomagają w wykonywaniu przez uczniów ćwiczeń i zdobywaniu przez nich zdolności praktycznych.

Istnieje wiele typologii środków dydaktycznych, nie wszystkie jednak spełniają wymagania poprawności logicznej. W. Okoń (2003) proponuje podział na środki proste i złożone.

Proste środki obejmują:

- środki słowne,
- proste środki wzrokowe.

Środki złożone natomiast to:

- mechaniczne środki wzrokowe,
- środki słuchowe,
- środki słuchowo – wzrokowe,

- środki automatyzujące proces uczenia się (do których zalicza m.in. komputery).

Nowoczesna dydaktyka szczególnym uznaniem darzy mechaniczne środki wzrokowe, a zwłaszcza tzw. środki masowe, do których zaliczać będziemy radio, telewizję, film, książki i czasopisma.

Środki masowe (media) wpływają na udoskonalenie procesu dydaktyczno - wychowawczego w szkołach, a zarazem spełniają poważną rolę w procesach wielostronnego (także multimedialnego) kształcenia. Rozmaitość przekazywanych przez nie informacji sprawia, że mogą skutecznie oddziaływać na ludzi, to jest wzbogacać ich wiedzę, rozwijać umiejętności, kształtować postawy i przekonania. Jednak środki te charakteryzują się brakiem sprzężenia zwrotnego między nadawaniem informacji a jej odbiorem. Taką możliwość stwarzają komputery, które zalicza się do środków automatyzujących uczenie się. Komputer to pełnowartościowe narzędzie pracy nauczyciela, dające mu tym większe korzyści im lepiej umie go wykorzystać jako źródło informacji, jako środek analizowania i przetwarzania danych czy symulowania zachowań badanych obiektów, a także tworzenia rzeczywistości wirtualnej. Jako jedną z podstawowych cech komputerów wymienia się pracę dialogową. Dialog oznacza realizację natychmiastowego sprzężenia zwrotnego: programy komputerowe są tak skonstruowane, że potrafią stawiać pytania, reagują też bezzwłocznie na wprowadzane przez użytkownika polecenia. O przydatności komputera w procesie kształcenia decydują dodatkowo:

- możliwość prezentacji tekstów, grafiki, filmów,
- zdolność generowania dźwięków,
- uniwersalność – w zależności od użytego programu, może być wykorzystywany do różnych celów,
- duża pamięć operacyjna i zewnętrzna,
- duża szybkość obliczeń,
- multimedialność – możliwość podłączenia różnych urządzeń zewnętrznych,
- możliwość bieżącej aktualizacji informacji i przekazywanej wiedzy,
- indywidualizacja tempa i treści nauczania (red. Morbitzar, 1997).

W zakresie nauczania fizyki, komputery spełniają dużą rolę, jednak nie ma możliwości, aby mogły one kiedykolwiek w pełni zastąpić nauczyciela. Pomimo swojej uniwersalności

i szerokie możliwości zastosowań, komputer w procesie dydaktycznym pełni nadal wyłącznie rolę wspomagającą, uatrakcyjniając i ułatwiając nauczycielowi przekazywanie, a uczniom przyswajanie informacji. Wykorzystywanie komputera w pracy dydaktycznej może ograniczać kształtowanie procesu myślenia u uczniów. Zbyt łatwy dostęp do wiedzy uniemożliwia im samodzielność myślenia, a co za tym idzie nie rozwija wystarczająco myślenia dedukcyjnego, a tym bardziej indukcyjnego. Dlatego ważne w procesie kształcenia jest wykorzystywanie różnych dostępnych środków dydaktycznych, które wzajemnie się uzupełniają i wszechstronnie rozwijają uczących się.

Podstawowe funkcje tradycyjnych pomocy dydaktycznych - motywacyjna, ćwiczeniowa, syntetyzująca, poszerzająca, kontrolna i ilustracyjna – wzbogacają środki techniczne, które służą jako materiał stymulujący czynności poznawcze uczącego się oraz jako źródło wiedzy. Do tak rozumianych środków dydaktycznych – połączenie sprzętu technicznego i materiałów dydaktycznych – B. Gralewski (red. Morbitzer, 1997) zalicza: książki, podręczniki, czasopisma, tablice, modele, przeźrocza, foliogramy i fazygramy, filmy, nagrania magnetofonowe, audycje radiowe i telewizyjne, maszyny dydaktyczne, programy komputerowe oraz inne zaprojektowane w konkretnych celach środki przekazu informacji.

Dobór środków w procesie kształcenia zależy od wielu czynników. Jednym z najważniejszych jest przekazywana treść oraz jej odbiorcy. Treści przenoszone przez środki dydaktyczne nie powinny zawierać gotowych rozwiązań, a jedynie wskazywać na wielość i różnorodność kategorii wiadomości wpływających na rozwiązanie problemu. Celem odpowiedniego doboru układu pomocy naukowych jest systematyczne pobudzanie czynności umysłowych uczącego się. Stosowanie środków dydaktycznych będzie skuteczne, jeśli zostaną wykorzystane w sytuacji dydaktycznej sprzyjającej powstawaniu wątpliwości w świadomości uczniów, a także przyczynią się do zakłócenia równowagi w procesie dochodzenia do celu. Układ środków powinien być dostosowany do przekazywanych treści, a te z kolei do możliwości percepcyjnych uczniów. Pomoce nie mogą być przesycane treściami, powinny posiadać stosowną szatę graficzną, dźwiękową itp.

W doborze środków dydaktycznych nauczyciel powinien kierować się kilkoma wytycznymi:

- środki dydaktyczne należy stosować w celu wywołania pewnego stanu niepokoju,
- zastosowany środek dydaktyczny powinien pomóc zrozumieć uczniom, że źródłem niepokoju jest niewiedza,
- wykorzystany środek dydaktyczny powinien spełniać rolę pobudzającą i mobilizującą uczniów do uzupełnienia wiedzy,
- środek dydaktyczny powinien pomóc uczniom określić stan posiadanej przez nich wiedzy oraz przydatności tej wiedzy do rozwiązywania określonych problemów (Siemieniecki, 1991).

Środki dydaktyczne mające znaczenie dla procesu motywacyjnego można wartościować ze względu na nowość występowania w dotychczasowym procesie dydaktycznym, wygląd zewnętrzny oraz ich rodzaj. Im bardziej środek dydaktyczny jest oryginalny i im mniej przypomina on dotychczas znane formy przekazu, tym dłużej uczeń gotowy jest analizować treści przekazywane za jego pośrednictwem. W ten sposób uzyskuje się gwałtowny wzrost zapotrzebowania na informację, czego efektem jest skwapliwe poszukiwanie wiadomości i energiczne reorganizowanie otrzymanej i posiadanej wiedzy. Przy długotrwałym stosowaniu tego samego środka dydaktycznego występuje zanik czynnika nowości, co jest częstą przyczyną obniżenia poziomu efektów dydaktycznych nawet poniżej rezultatów nauczania tradycyjnego.

Jeśli środki dydaktyczne, ich treści oraz sytuacje, w jakich się je prezentuje, są zbyt proste, to mimo ich nowości prowadzą do obniżenia motywacji poznawczej. Podobnie wygląda sytuacja przy strukturach zbyt skomplikowanych. Uczniowie o niskim poziomie inteligencji wykazują tendencję do zapamiętania prostych treści, nie radzą sobie jednak z bardziej złożonymi problemami. Natomiast w przypadku uczniów o wysokiej inteligencji i twórczym myśleniu, motywacja poznawcza występuje w sytuacjach bardziej złożonych. U uczniów tych można zaobserwować zakłopotanie i pewne trudności przy prostej sytuacji problemowej.

Ważnym czynnikiem wpływającym na wzrost efektywności wykorzystania środków dydaktycznych jest niezwykłość prezentowanych za ich pomocą treści. Przejawia się to w ukazaniu wiadomości niezgodnych i niespójnych, które wywołują „konflikt pojęciowy”. Środek dydaktyczny, który wzbudza więcej rozterek, wątpliwości sprzeczności

i niezgodności pojęciowej u uczniów staje się w większym stopniu motywotwórczy. Wiadomości prezentowane przez te środki mogą częściej uruchamiać działania twórcze, których celem jest redukcja powstałych niezgodności i sprzeczności.

Innym ważnym elementem wpływającym na uruchomienie i siłę motywacji poznawczej uczniów jest pewna doza niepewności. Sytuacje wątpliwe lub dwuznaczne są często ważnym źródłem ciekawości, która wyzwala energię twórczą. Według J. Kozielskiego (za Siemienieckiego, 1991) niepewność prawdopodobnie odgrywa najważniejszą rolę w strukturze motywacji poznawczej.

Siemieniecki uważa, że w przypadku pogładowej odmiany nośników wiadomości (środków dydaktycznych) istnieje znacznie więcej możliwości tworzenia różnorodnych form ekspresji wyrazu prezentowanych wiadomości, które mogą zaskoczyć ucznia.

Samo jednak wykorzystywanie środków dydaktycznych nie gwarantuje wzrostu efektywności pracy szkoły. Nie sam środek decyduje o wynikach nauczania, lecz cały proces dydaktyczny. Proces ten obejmuje działalność nauczycieli i uczniów, ukierunkowaną na dokonanie w uczniach pożądanych zmian. Udział środków w tym procesie polega na tym, że mogą one wzbogacać pewne czynności nauczycieli i uczniów, wzmacniając w ten sposób oddziaływanie procesu na osobowość uczniów. Uczenie się (a szczególnie fizyki) pozbawione bogatych środków, nie zapewnia jednak odpowiednich warunków wielokierunkowej aktywności ucznia.

Koncepcja kształcenia multimedialnego, która będzie punktem wyjścia do dalszych badań, zakłada wykorzystanie różnych metod i form nauczania, z użyciem różnorodnych środków (pomocy) dydaktycznych.

Multimedialne formy nauczania to w przekonaniu autora, wykorzystanie wszystkich metod i form nauczania obudowanych w multimedialne środki dydaktyczne (wszystkie dostępne środki dydaktyczne). Środki te z kolei są kojarzone w kolekcje – wirtualne lub realne; ścieżki dydaktyczne, wyspy tematyczne lub wystawy, które stanowią zupełnie nową, dotąd nie znaną w procesie nauczania fizyki formę pracy z uczniem. Oczywiście metody te i środki nie mogą być pomieszane w sposób dowolny, lecz odpowiednio połączone. W świetle powyższych rozważań, w przekonaniu autora, taka forma pracy dydaktycznej

odniesie największy skutek (efektywność) w procesie nauczania – uczenia się. Na podstawie powyższych spekulacji można wysunąć wniosek, że multimedialne formy dydaktyczne prezentowane w niniejszej rozprawie w znacznym stopniu mogą wpływać na motywację poznawczą oraz będą rozwijać myślenie twórcze uczniów.

W procesie nauczania fizyki, biorąc pod uwagę funkcje, jakie powinny spełniać środki dydaktyczne, proponuje się w niniejszej pracy podział środków multimedialnych na: *środki realne i wirtualne*.

1. Realne pomoce dydaktyczne w nauczaniu fizyki

Do realnych środków dydaktycznych zaliczać będziemy pomoce konwencjonalne, które są używane w procesie nauczania fizyki od dawna. Uszeregujemy je od największego stopnia złożoności do najprostszych form:

- zestawy pomiarowe: np. zestaw do pomiaru mocy;
- przyrządy pomiarowe: mierniki, liczniki, mostki pomiarowe, itp.;
- modele urządzeń: np. model silnika dwusuwowego;
- przyrządy codziennego użytku;
- zabawki dydaktyczne i tzw. gadżety.

Fizyka jest nauką doświadczalną, a doświadczenie jest dla fizyków niezbędnym elementem poznawania przyrody. Doświadczenie pełni rolę źródła inspiracji koncepcji teoretycznych i ostatecznego sposobu weryfikacji ich prawdziwości. Taką samą rolę powinno pełnić doświadczenie w procesie poznawczym w trakcie uczenia się fizyki – oczywiście w miarę możliwości uczniów (Tokař, 2002). Dlatego do każdego tematu nauczyciel powinien opracować kilka zadań doświadczalnych z wykorzystaniem zarówno pomocy dostępnych w pracowni fizycznej, jak i środków ogólnie dostępnych – przedmiotów codziennego użytku i zabawek. Te są nawet bardziej pożądane, gdyż ich interaktywność w sposób naturalny zachęca ucznia do eksperymentowania. Tradycyjne środki dydaktyczne pobudzają wielostronną wrażliwość zmysłową eksploratora.

Wybierając odpowiedni tok prowadzenia zajęć lekcyjnych, nauczyciel zastanawia się, jakie środki dydaktyczne mogą pomóc w realizacji celów i treści lekcji. Należy zwrócić uwagę

na przydatność tych form w procesie nauczania.

Atrakcyjnym aspektem nauczania – uczenia się fizyki jest niewątpliwie interaktywny sposób jej przedstawienia. Zapomina się o tym, że nauczanie powinno być bliskie temu, co uczeń wie z życia codziennego oraz ze środków masowego przekazu. Fizyka jest nauką o świecie i nie może ograniczać się tylko do opisywania przedmiotów w pracowni szkolnej, musi wychodzić poza nią.

Zastosowanie **zabawek** i przedmiotów codziennego użytku w dydaktyce fizyki powoduje uporządkowanie wiedzy szkolnej z pozaszkolną. Te nowe środki dydaktyczne przyczyniają się do lepszego nauczania zjawisk fizycznych, ponieważ wywołują zainteresowanie nauką wśród uczniów znudzonych. Zaletą tych środków jest ich interaktywność - większość eksponowanych przedmiotów może być dotykana i testowana.

Jak już wcześniej wspomniano, środki dydaktyczne spełniają pewne ważne funkcje w procesie nauczania. Funkcje te łączą się ze sobą i wzajemnie uzupełniają. Analizując wyniki nauczania z zastosowaniem zabawek na lekcjach fizyki należy stwierdzić, iż pozwalają one realizować cele i zadania kształcenia. Spełniają one cztery podstawowe warunki:

- służą poznawaniu rzeczywistości,
- poznawaniu wiedzy o rzeczywistości,
- kształtowaniu emocjonalnego stosunku do rzeczywistości
- kształtowaniu umiejętności działania przetwarzającego rzeczywistość.

Starannie dobrane zabawki i przedmioty codziennego użytku na lekcjach fizyki umożliwiają doprowadzenie ucznia do zrozumienia podstawowych idei struktury przedmiotu. Jako środek nauczania pomagają uczniom łatwiej zrozumieć materiał nauczany, przyczyniają się do ugruntowania wiadomości, zapewniają osiągnięcie maksymalnych wyników nauczania. Stanowią również dobrą pomoc dla nauczycieli, oszczędzając ich czas i siły, które mogą wykorzystać do dalszego pogłębiania wiadomości uczniów.

Zabawki spełniają zasadę pogładowości. Wprowadzają one do świadomości odbiorców odpowiednią znajomość faktów, umiejętność prawidłowego kształtowania pojęć,

zrozumienia uogólnień i praw naukowych. Pomoce te są dostosowane do rozwoju umysłowego uczniów, pobudzają ich do dalszego rozwoju, ułatwiają zrozumienie i zapamiętanie przekazywanych myśli, pojęć i praw. Zabawki mogą również być modelem innych urządzeń, których nie jesteśmy w stanie pokazać uczniom w rzeczywistych warunkach pracy. Bardzo często pomagają w zrozumieniu istoty i sposobu wykonywania danych czynności, które dla uczniów wydają się być abstrakcyjne.

We współczesnej szkole ważną i dotąd nie wykorzystywaną jest zasada świadomego i aktywnego uczestnictwa ucznia w procesie nauczania. Rozwijaniu aktywności dobrze służą zabawki wykorzystywane w procesie dydaktycznym. Umożliwiają one uczącym się podejmowanie określonego problemu, wyszukiwanie wiedzy i analizowanie jej w celu odróżnienia rzeczy ważnych od drugorzędnych. W realizowaniu zasady świadomego i aktywnego uczestnictwa nauczyciel powinien stawiać uczniów w sytuacjach wymagających od nich dostrzegania i wyjaśniania niezgodności między obserwowanymi faktami a posiadaną wiedzą. Zabawki doskonale się w tym sprawdzają.

Pomoce w formie zabawek, choć interesujące i niosące innowacyjne treści poznawcze, nie stanowią same w sobie nowej metody dydaktycznej. Są one jedynie środkiem i to nie do końca spójnym, o ile rozważymy poszczególne obiekty oddzielnie: np. odwracający się bączek, wyjaśnienie jego zachowania wymaga skomplikowanego modelowania komputerowego [tippe - top, California University PhD thesis], zwykły bączek ilustruje natomiast zasadę zachowania pędu (pojęcie wprowadzane już w gimnazjum).

Niezbędne jest więc kojarzenie pojedynczych obiektów w kolekcje – wirtualne lub realne, ścieżki dydaktyczne, wyspy tematyczne lub wystawy.

1.1 Wystawy interaktywne

Wystawy dydaktyczne są innowacyjną formą zainteresowania nauką. Na wystawach młodzież ma niepowtarzalną możliwość zobaczenia i zapoznania się z wieloma zjawiskami fizycznymi, do przedstawienia których służą specjalnie przygotowane przyrządy. Takiej ilości sprzętu nauczyciel nie jest w stanie skompletować i przedstawić uczniom na lekcji. Ponadto wszechstronność wystaw (wiele działów fizyki, lub wystawy tematyczne) sprawia, że każdy może znaleźć to, co najbardziej go interesuje. Oddziaływanie w ten sposób na młody umysł zwiększa zainteresowanie przedmiotem. Potwierdza to duża frekwencja na tego typu wystawach, których odbyło się już kilkanaście na terenie Polski i za granicą, ich pierwowzorem były wystawy organizowane przez Pomorską Akademię Pedagogiczną (PAP) w Słupsku (obecnie Akademia Pomorska [AP] w Słupsku).

Dydaktyczne zalety wystaw to przede wszystkim:

- interaktywność,
- umożliwienie samodzielnego budowania wiedzy (teoria konstruktywizmu poznawczego),
- nauczanie – uczenie się problemowe,
- wspomaganie aktywności twórczej i poznawczej zwiedzających,
- możliwość samodzielnej decyzji zwiedzającego co do tempa przyswajania wiedzy.

PAP w Słupsku, przy współudziale autorki, zorganizowała takich wystaw kilkanaście w kraju i za granicą. W zależności od tego jakim imprezom towarzyszyły wystawy, miały ściśle określone cele i formy. Główne cele to:

- zainteresowanie fizyką,
- przewodnik dla nauczycieli,
- popularyzacja nauki.

Wystawy „Fizyka zabawek”, za każdym razem przyjmowały różną formę. Począwszy od pierwszej edycji w ramach II Festiwalu Nauki w Warszawie w 1998 roku, dni otwartych Instytutu Fizyki, Wyższej Szkoły Pedagogicznej WSP w Słupsku (obecnie Akademii Pomorskiej) w 1998 roku oraz jako wystawa towarzysząca XXXV Zjazdowi Fizyków Polskich w Białymstoku w 1999 roku, miała pokazać jak proste przedmioty mogą służyć dydaktyce fizyki. Głównym zadaniem tych imprez było **zainteresowanie** młodych ludzi

zjawiskami zachodzącymi wokół nich. Przedstawiono tutaj eksponaty od najprostszych, jak dzięcioł schodzący na tycze, do skomplikowanych zarówno w budowie jak i pod względem zachodzących w nich zjawisk, (np. kula wyładowania plazmowego wysokiej częstotliwości), dostępnych w sklepach z upominkami i gadżetami.

Ilość powstających w ostatnim czasie wystaw interaktywnych w Polsce („Hewelium” w Gdańsku, „Eureka” w Szczecinie, „Kopernik” w Warszawie) świadczy, że te skromne pierwowzory trafiły na podatny grunt społeczny.

Wystawa „Fizyka i zabawki”, Ratusz Miejski w Słupsku

Wystawa „Fizyka i Zabawki” została po raz pierwszy zorganizowana w ramach Dni Otwartych Instytutu Fizyki WSP w Słupsku i wystawiona w Ratuszu Miejskim w dniach 4 – 8 października 1998 r. Pojawiła się również w tym samym roku na Festiwalu Nauki w Warszawie, w Pałacu Potockich. Obie wystawy odwiedziło łącznie ponad 20 tys. osób, w tym ponad 5 tys. osób w Słupsku. Byli to uczniowie szkół z całego Pomorza wraz z opiekunami, zachęceni rozesłanymi do nich zaproszeniami. Uczniowie z zachwytem oglądali zabawki i prosili o wyjaśnienie zasad działania.

Wystawa ta w całości była pożyczona przez WSP z Uniwersytetu w Trydencie we Włoszech.

Nowatorstwo wystawy polegało przede wszystkim na jej interaktywnym charakterze. W zasadzie zwiedzający mogli dotknąć każdego eksponatu. O sukcesie wystaw decyduje również dokładne przygotowanie merytoryczne osób prowadzących. Ważna jest umiejętność wyjaśnienia zjawisk na różnym poziomie przygotowania fizycznego, ponieważ zwiedzającymi są zarówno dzieci przedszkolne, młodzież gimnazjalna, studenci fizyki, profesorowie różnych dziedzin, jak i dorośli, którzy swą edukację z fizyki skończyli na poziomie szkoły średniej.



Fot. 1 Wystawa "Fizyka zabawek" w słupskim Ratuszu 1998 r.

Na zdjęciu od lewej A. Okoniewska (vel Kamińska) i A. Józefowicz

Istotna jest też możliwość jednoczesnego przedstawienia kilku eksponatów, w których ta sama zasada fizyczna jest pokazana w różny sposób. Zabawki zostały podzielone na dziedziny tematyczne. Za każdą z tych dziedzin odpowiadali przeszkoleni studenci, którzy oprowadzali grupy uczniów, wyjaśniając im zasady działania poszczególnych przedmiotów. Przedstawiono około 60 zabawek, ale nawet tak niewielka liczba eksponatów zdołała przyciągnąć wręcz nieprawdopodobną liczbę zwiedzających.

Wystawy na Pomorzu i w Warszawie były pierwszymi wystawami interaktywnymi w Polsce, w związku z tym wzbudziły zainteresowanie lokalnych mediów, które śledziły i na bieżąco informowały mieszkańców o sukcesie wystawy. W prasie ukazały się liczne wzmianki na ten temat, poniżej przedstawiono jedną z nich.



Fot. 2 Artykuł w *Głosie Pomorza* na temat wystawy

Wystawa „Fizyka Zabawek”, Białystok

Wystawa w Białymstoku towarzyszyła XXXV Zjazdowi Fizyków Polskich w dniach 20 – 23 września 1999 r. Tutaj ówczesne studentki biorące udział w poprzednich edycjach wystawy (m.in. autorka pracy) i asystenci z WSP w Słupsku, przeszkolili uczniów klas maturalnych liceum, a także studentów fizyki z Uniwersytetu w Białymstoku.

Większość eksponatów pochodziła z kolekcji WSP w Słupsku, pozostała część ekspozycji należała do Uniwersytetu w Białymstoku. Wystawę, oprócz licznych uczniów, zwiedzili także profesorowie i naukowcy, m. in. M. Hermaszewski i A. Serebrov - znani kosmonauci, a także J. Friedman, laureat nagrody Nobla i A. K. Wróblewski (na zdjęciu poniżej).



Fot. 3 J. Friedman - laureat nagrody Nobla i A. K. Wróblewski na wystawie „Fizyka zabawek” w Białymstoku

Wszystkie eksponaty podzielono na grupy tematyczne – mechanika, astronomia, optyka i fale, elektromagnetyzm - zgromadzone na oddzielnych stołach. Zadaniem osób oprowadzających było pokazanie i zachęcenie do poszukiwania zjawisk fizycznych w najprostszych obiektach.



Fot. 4 "Fizyka zabawek" w Białymstoku

Grupy szkolne były zapisywane na poszczególne godziny. Na sali dzieliły się one na grupki 15 osobowe i przy każdym stole tematycznym grupka spędzała około 10 min. Przeszkoleni studenci w tym czasie prezentowali poszczególne przedmioty i opisywali zjawiska fizyczne dzięki którym one działają. Zwiedzający szukali potwierdzenia

usłyszanych słów sprawdzając działanie poszczególnych zabawek, np. usłyszeli że bączek staje na nóżce, próbowali sami go na niej postawić. Uczniowie często zadawali pytania, na które oczekiwali wyczerpującej odpowiedzi, np. dlaczego wspomniany bąk staje na nóżce? Jednak nie zawsze wyjaśnienia ich satysfakcjonowały. Czasami odpowiedzi były trochę za trudne do zrozumienia. Dokładne wyjaśnienie działania wstającego bączka nie jest wcale proste. Jak pokazuje poniższe zdjęcie z lat trzydziestych, wybitni naukowcy Bohr i Pauli też zachwycali się wstającym bąkiem.



Fot. 5 Niels Bohr i Wolfgang Pauli nad bąkiem wstającym

W odróżnieniu od "zwykłych" bączków, w tym przypadku na siły precesji pod wpływem grawitacji, nakładają się efekty związane z siłami tarcia. Energia tracona pod wpływem siły tarcia jest większa, jeśli bąk wiruje na swoim szerszym biegunie (większy moment siły tarcia przy tym samym nacisku). W związku z tym bąk dąży do zmniejszenia powierzchni tarcia nawet kosztem podniesienia środka ciężkości. Wzrost energii potencjalnej odbywa się kosztem energii ruchu obrotowego. Analizując prawo zachowania energii, bączek po "fikołku" zwiększa swą energię potencjalną (co jest niezwykle, w porównaniu z różnymi "Wańkami-wstańkami", które dążą zawsze do minimum energii potencjalnej). Jednak przyrost energii potencjalnej odbywa się kosztem energii ruchu obrotowego (odwrócony bączek kręci się wolniej).

Przy analizie prawa zachowania momentu pędu, bączek dla obserwatora zewnętrznego kręci się nadal w tym samym kierunku, choć wolniej. Różnicę momentu pędu przejmuję "wszechświat", tzn. podłoga, źródło siły tarcia. Z punktu widzenia bączka, jego moment pędu się odwrócił - pamiętajmy, że moment pędu jest tzw. pseudowektorem, tzn. ma jak

inne wektory wartość, kierunek i zwrot, ale nie ma ustalonego punktu zaczepienia. Wreszcie, bączek jest znakomitym przykładem elipsoidy obrotu. W odróżnieniu od innych bączków, jest pękaty - tzn. jego moment bezwładności dla obrotów wzdłuż dwóch osi (pionowej i poziomej) jest podobny. Być może jest to również jeden z czynników odpowiedzialnych za odwracanie się.

Najlepiej przyczynę odwracania się określił Paweł Karwasz, uczeń liceum:

"...przewraca się na bok aż w końcu potyka się o nóżkę i wstaje" (Karwasz (red.), 2005).

W materiałach, które ukazały się po Zjeździe dużą część poświęcono relacji z wystawy „Fizyka Zabawek”. Poniżej przedstawiono zrzut ekranowy z płyty CD, na której znajdują się materiały dotyczące XXXV Zjazdu Fizyków Polskich w Białymstoku, jest to pierwsza strona poświęcona wystawie.



Fot. 6 Zrzut ekranowy z płyty z XXXV Zjazdu Fizyków Polskich w Białymstoku

Z wielkim zainteresowaniem i zafascynowaniem media opisywały powyższą wystawę. W lokalnych programach telewizyjnych ukazywały się relacje ze Zjazdu, ale największą część poświęcano właśnie „Fizyce zabawek”. Lokalna prasa i radio robiła liczne wywiady

z organizatorami, studentami i zwiedzającymi. Uczniowie pytani co najbardziej im się podobało najczęściej odpowiadali, że wszystko, ale najbardziej „znikająca świnka”, która była hitem tej wystawy. Świnka stojąca na powierzchni czarnej skrzynki, która wydaje się być bardzo rzeczywista tak naprawdę jest obrazem przedmiotu, który ukryty jest na dnie. Zabawka ta oprócz tego, że jest bardzo zadziwiająca, wnosi wiele elementów dydaktycznych. Zdziwienie uczniów powoduje, że zaczynają się zastanawiać co jest przyczyną tak dziwnego stanu rzeczy, próbują sami znajdować odpowiedzi wykorzystując posiadaną wiedzę.

Wystawa „Fizyka i zabawki”, Gdańsk

Kolejnym celem jaki założono, organizując wystawy, było stworzenie **przewodnika dla nauczycieli**. Cel ten realizowany był na wystawie towarzyszącej XXXVII Zjazdowi Fizyków Polskich w Gdańsku, która odbyła się w dniach 15 – 18 września 2003 r.

Na wystawie w Gdańsku zebrano już ponad 250 zabawek, na które przeznaczono trzy oddzielne sale. Dokonano podziału eksponatów na zagadnienia fizyczne np. zasady zachowania, równowaga, dyfrakcja itp. Przedstawiono kilka zastosowań tej samej zabawki np. bączek z kolorową powierzchnią może służyć do pokazania zagadnień ruchu bryły sztywnej, ale też do składania barw. Doszukiwano się anomalii w działaniu zabawek np. wstający bąk – w wyniku obracania staje na nóżce, kaczka pijaczka – kiwa się nad szklanką niby perpetuum mobile, stożek na równi – toczy się pod górkę, itp.

Wystawa przeznaczona była dla grup szkolnych z nauczycielami. Główny cel wystawy tzn. pokazać nauczycielom, że do przeprowadzania ciekawych lekcji nie są wymagane skomplikowane laboratoria i można to zrobić tanio, został zrealizowany. Wystawa w Gdańsku wzbudziła podziw i zachwyt wielu ludzi, a zainteresowanie zwiedzających było ogromne. Sale były bez przerwy wypełnione młodzieżą, która powtarzała, że nie wiedziała, iż fizyka może być taka fajna i ciekawa.



Fot. 7 "Fizyka zabawek" na Zjeździe w Gdańsku

Każdą zabawkę wchodzącą w skład ekspozycji opatrzono opisem podanym w podwójnej formie – najpierw krótka historyjka dla uczniów, następnie wyjaśnienie aspektów dydaktycznych dla nauczycieli.

Poniżej przedstawiono przykładowy opis jednej z zabawek (A. Okoniewska, G. Karwasz):

Tresura jojo

Nawijamy sznurek na szpulkę i trzymając za wolny koniec sznurka, upuszczamy swobodnie szpulkę. Szpulka spadając rozwija sznurek co powoduje, iż wprawiana jest w **ruch obrotowy**. Po całkowitym rozwinięciu się sznurka, jojo wspina się do góry nawijając się z powrotem na sznurek. Spadanie i podnoszenie się jojo powtarza się cyklicznie, lecz za każdym razem szpulka wznosi się na coraz to mniejszą wysokość. Cała seria "wzlotów i upadków" trwać będzie jedynie kilka sekund.

Jeśli chcemy by jojo "wracało do ręki" powinniśmy nadać szpulce pewną prędkość początkową oraz w momencie całkowitego rozwinięcia sznurka pociągnąć sznurek ku górze.

"Tresura" jojo pozwoli nam zapoznać się z **zasadą zachowania energii** oraz zgłębnienie zagadnień związanych z **kinematyką** i **dynamiką ruchu obrotowego**.

(i wyjaśnienie dla nauczyciela)

Bardziej „naukowo” jojo nazywane jest **wahadłem Maxwella**. Oryginalność tej zabawki polega na szczególnym *podziale* energii między **energię kinetyczną ruchu postępowego** i **ruchu obrotowego**. Dla przykładu, energia ruchu postępowego toczącego się walca wynosi $\frac{1}{2}mv^2$ a energia ruchu obrotowego $\frac{1}{4}mv^2$, czyli połowę.

W jojo, dzięki małemu promieniowi wewnętrznej szpulki ta *partycja* jest inna – zakładając, że promień szpulki wewnętrznej wynosi $\frac{1}{2}$ promienia zewnętrznego (i równomierny rozkład masy), energia ruchu obrotowego jest większa (o czynnik 2) niż energia ruchu postępowego.

Występowanie energii ruchu obrotowego powoduje, że spadek ciała jest wolniejszy, niż punktu materialnego. W przypadku punktu materialnego spadającego z wysokości h prędkość ta

wynosi $v = \sqrt{2gh}$, dla walca pełnego $v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$, dla jojo $v = \sqrt{\frac{2gh}{3}}$, połowę prędkości punktu materialnego.

Pokazane jojo ma jeszcze jedną cechę – zawiera w środku układ elektroniczny wytwarzający dźwięk i światło. Układ jest włączany przez styki, reagujące na **siłę odśrodkową**. Puść jojo powoli – zacznie grać w najniższym punkcie, w momencie szarpnięcia w górę, kiedy do siły odśrodkowej dodaje się siła wywierana przez sznurek. W ten sposób „mierzymy” wartość siły w **impulsie**, zgodnie ze wzorem, że popęd jest równy zmianie pędu

$$Ft = 2mv$$

1) Wyjaśnienie, jaka jest „dokładna” wartość działającej występującej w powyższym równaniu jest trudne. Za pomocą jojo można zmierzyć bezpośrednio tę siłę. Styki układu elektronicznego składają się z małej masy umieszczonej na sprężynie; regulując odległość styków (wydłużenie sprężyny) można wybierać wartość siły włączającej układ.

2) Zawieszając jojo na sprężynie lub gumce można pokazać, że przy tej samej zmianie pędu, jeśli wydłuża się czas (droga) „zderzenia”, maleją działające siły. Na tej zasadzie giętkie karoserie samochodów są bezpieczniejsze niż sztywne.

Siły włączające jojo są typowymi **siłami pozornymi** (bezwładności), jako że poruszające się jojo **nie jest układem inercyjnym**.

Na przykładzie powyższego opisu dostrzegamy sens i cel wystawy. Założeniem organizatorów nie było tylko stworzenie dobrej zabawy dla uczniów. Wystawa ma mieć wysoki priorytet edukacyjny. Poprzez przeżycia związane z odkrywaniem uczeń zapamięta więcej, a przez to, że odbywa się to w luźnej formie, poza murami szkoły, ma skłonić go do zainteresowania się i późniejszego pogłębiania zdobytej tu informacji. Z podpowiedzią prowadzących lub opisów (takich jak powyżej), uczeń ma możliwość zapoznać się z prawami fizycznymi (jeśli ich wcześniej nie poznał na lekcjach fizyki), lub utrwalić i zastosować wcześniej zdobytą wiedzę. Ale to nie wszystko. Wystawa jest także pomocą dla nauczyciela, który obserwuje uczniów, widzi jaki wpływ na nich ma użycie prostych przedmiotów. W ten sposób organizatorzy starają się zachęcić nauczycieli do lepszego nauczania fizyki. Opisy prostych przyrządów i doświadczeń są również wskazówką dla nauczyciela, podpowiedzią do jakich zagadnień fizycznych należy się odwołać i w jaki sposób te przedmioty wykorzystać.

Poniższe zdjęcie pokazuje, że nie tylko uczniowie są zafascynowani wystawą, ale jest to też wielkie przeżycie dla samych nauczycieli.



Fot. 8 Nauczyciele na wystawie "Fizyka zabawek" w Gdańsku

Proste przedmioty i zabawki w nauczaniu fizyki przyczyniają się do lepszego jej zrozumienia. Mają spowodować, że młodzież, widząc większy sens praw fizycznych i ich praktyczne wykorzystanie, zacznie uważniej przyglądać się przedmiotom w swoim otoczeniu i szukać rozwiązań ich działania w fizyce. Wystawy dydaktyczne mają przyczynić się do lepszego zrozumienia zjawisk przyrodniczych, działania urządzeń technicznych, wzbudzać większe zainteresowanie młodzieży przedmiotami przyrodniczymi.

Wystawa „Fizyka zabawek” na Festiwalach Nauki

Wystawy towarzyszące otwartym imprezom takim jak: Jarmarki, Dni Otwarte i Festiwale Nauki mają na celu **popularyzację fizyki**. Dzięki temu uczelnie chcą przyciągnąć większą liczbę młodych ludzi, którzy będą studiowali fizykę. Takie wystawy odbyły się w ramach imprez: Jarmark Fizyczny w Krakowie we wrześniu 1998 r., Dni Otwarte Instytutu Fizyki PAP w Słupsku w 2003 r., Bałtyckie Festiwale Nauki w Słupsku począwszy od 2003 r.

Na tego typu wystawach pokazuje się najbardziej widowiskowe doświadczenia, jak np. lewitacja bąka w polu magnetycznym. Tego rodzaju imprezy często są organizowane dla najmłodszych uczniów, nawet w przedszkolach, więc chodzi tutaj o zaprezentowanie zjawisk fizycznych w jak najlepszym świetle, aby nie zniechęcić młodych umysłów do nauki, ale poszerzyć u nich wiedzę w tej dziedzinie. Na przykład podczas IV Bałtyckiego

Festiwalu Nauki w Słupsku, wystawa została zaprezentowana m. in. najmłodszym uczniom ze Szkoły Podstawowej nr 5. Na poniższym zdjęciu widać, jak jeden z prowadzących próbuje wprowadzić w ruch bączek w polu magnetycznym (lewitron), a uczniowie bacznie przyglądają się, zadając przy okazji pytania.



Fot. 9 Prowadzący wprowadza w ruch lewitron na wystawie w Szkole Podstawowej

Zadaniem prowadzącego jest w taki sposób wyjaśnić uczniom problem, aby wiedzieli dlaczego bączek wisi w powietrzu, ale bez zagłębiania się w szczegóły. Po pierwsze uczniowie i tak nic z tego nie zrozumieją, a po drugie nie będą więcej mieć ochoty zadawać pytań widząc, że „fizyka jest trudna”. Zadaniem naszym podczas takich wystaw jest zachęcenie, zainteresowanie i sprawienie, aby dzieci nie przestały pytać „dlaczego”, bo jest to podstawą do dalszego ich rozwoju. Małe dzieci są najwdzięczniejszym odbiorcą wystaw, ponieważ są bardzo ciekawe świata, który je otacza. Potrafią zadawać dogłębne pytania i oczekują logicznego wyjaśnienia. Bardzo ważne jest więc dobre przygotowanie prowadzących, aby umiejętnie, na odpowiednim poziomie, potrafili wyjaśnić i przybliżyć znaczenie różnych zjawisk fizycznych w życiu codziennym.

„Fizyka Zabawek” jest bardzo atrakcyjną formą dla dzieci i młodzieży z tego względu, iż

każdą zabawką mogą się sami pobawić, dokładnie przyjrzeć się jak działa, a także samodzielnie dojść do tego, jakie zjawisko fizyczne wyjaśnia zasadę działania. Jeśli nie potrafią opisać zasady działania samodzielnie, a będą zainteresowani problemem, to poproszą o wyjaśnienie prowadzących lub swoich nauczycieli. Jeśli i to nie przyniesie im satysfakcji, będą poszukiwali odpowiedzi na własną rękę, a o to właśnie chodzi. W ten sposób wystawy wzbudzają w uczestnikach chęć poszukiwania wiedzy.



Fot. 10 Wystawa w Szkole Podstawowej nr 5 w Słupsku w ramach Bałtyckiego Festiwalu Nauki w 2006 roku

Zwiedzający wystawę uczniowie często ze zdziwieniem stwierdzają, że takie zabawki mają w domu i nawet nie pomyśleli, że można by poszukać wyjaśnienia działania w fizyce. Takie spostrzeżenia na pewno skłonią tych młodych ludzi do późniejszego szukania wyjaśnień obserwowanych zjawisk.

Z wystaw korzystają również nauczyciele fizyki, którzy poszukują nowych pomysłów i rozwiązań dydaktycznych. Wśród wielu eksponatów znajdują ciekawe rozwiązania problemów, jakie mieli z wyjaśnieniem niektórych zagadnień.



Fot. 11 Nauczyciele na wystawie podczas Dni Otwartych Instytutu Fizyki PAP w Słupsku, (po prawej A. Kamińska)

Interaktywna wystawa w Sopocie

Niezależna impreza, nie towarzysząca innym wydarzeniom odbyła się w Sopocie w sierpniu 2004 roku. Podtytuł tej wystawy brzmiał - "W co się bawić". Wystawa odbywała się w Państwowej Galerii Sztuki, gdzie mogli z niej skorzystać wszyscy: zarówno mieszkańcy Sopotu jak i turyści, a nie jak do tej pory, zorganizowane grupy szkolne. W całym Sopocie porozwieszano plakaty zachęcające do udziału w wystawie.



Fot. 12 Plakat zachęcający do odwiedzenia wystawy w Państwowej Galerii Sztuki w Sopocie, (autor E. Rajch, PAP)

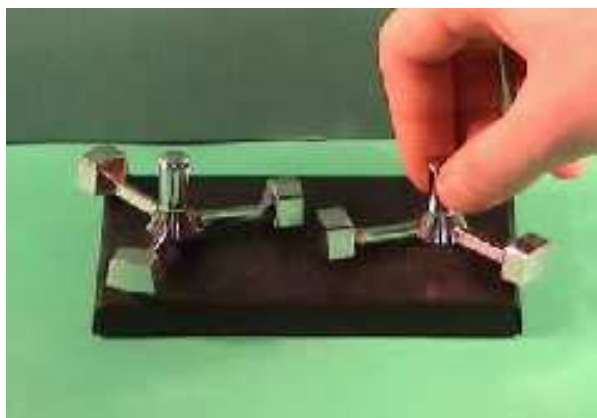
Za wstęp należało uiścić niewielką opłatę, ale to nie zniechęcało nikogo. Zainteresowanie wystawą było zadowalające. W przeciągu miesiąca odwiedziło ją kilka tysięcy osób. Niektórzy ze zwiedzających byli zaaferowani do tego stopnia, że przychodzili kilkakrotnie, przyprowadzając swoich znajomych.



Fot. 13 Mieszkańcy Sopotu na wystawie „Fizyka zabawek”, Sopot moło, 2004.

Wszystkie eksponaty było można dotknąć samodzielnie. Każda zabawka posiadała opis, a w razie potrzeby osoby pilnujące udzielały dodatkowych wyjaśnień. Forma wystawy została zorganizowana na zasadzie maksimum zabawy, minimum dydaktyki.

Taka forma wystawy ma również walory dydaktyczne. Rodzice, przyprowadzając swoje dzieci, zadawali im pytania, co z tego pamiętają ze szkoły, gdzie spotkali się już z danymi zjawiskami i prawami. Mieli okazję sprawdzić zarówno swoją wiedzę z zakresu nauk przyrodniczych, jak i swoich pociech. W razie potrzeby zadawali pytania, wspólnie zastanawiali się nad problemem działania zabawek i prostych eksperymentów, np. widząc zabawkę „zakochane magnesy” starali się wyjaśnić pochodzenie nazwy zabawki, a także metodą prób i błędów sprawdzali jak zachowują się tytułowe „zakochane” magnesy.



Fot. 14 Zabawka z kolekcji „Fizyka zabawek” o nazwie „zakochane magnesy”

We wszystkich miejscach, gdzie pojawiała się wystawa wzbudzała olbrzymie zainteresowanie i entuzjazm zwiedzających. Impreza znalazła szeroki oddźwięk w mediach: zarówno w prasie, jak i w telewizji i radiu.



Fot. 15 Wycinek z prasy lokalnej na temat wystawy w Sopocie

1.2 Wystawy tematyczne

Wystawa pod tytułem „*Ogniwo Volty*” – powstała pierwotnie jako ścieżka dydaktyczna obrazująca historię odkryć w dziedzinie źródeł prądu i zaprezentowana została jako wystawa historyczna na XXXVI Zjazd Fizyków w Toruniu w 2001 r. W gotowej formie wystawa nie tylko ilustrowała różne ogniwa i formy wytwarzania elektryczności (np. piezoelektryki), ale zamieniła się w przykład stacjonarnego laboratorium dydaktycznego dla szkół średnich.

Oprócz doświadczeń zaprezentowano również historyczne ciekawostki (np. kto pierwszy odkrył wpływ prądu na pole magnetyczne: Duńczyk - Oersted, czy Włoch Romagnosi?), życiorysy fizyków mających największy wkład w historię ogniw, itp. W tej wersji wystawa znalazła się na XXXVII Zjeździe Fizyków Polskich w Gdańsku, gdzie odwiedziło ją około 3 tys. zwiedzających, głównie młodzieży ze szkół średnich i gimnazjów z Gdańska i okolic, a także ze Słupska i okolic.

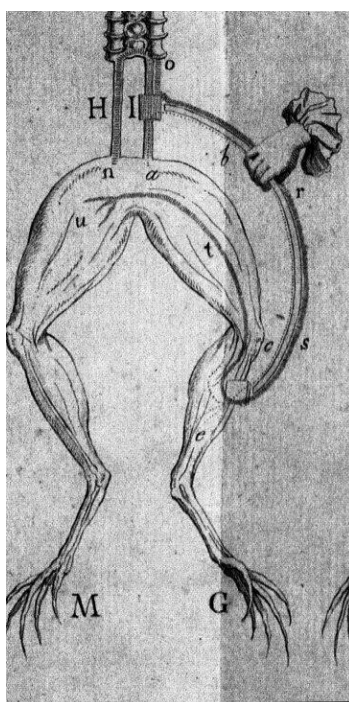
Wystawa „*Ogniwo Volty*” może być dla nauczycieli fizyki propozycją wzbogacenia w prosty sposób, bez dużych funduszy, pracowni fizycznej o nowe pokazy ilustrujące zjawiska z elektrostatyki, zasady działania ogniw galwanicznych i fotowoltaicznych.



Fot. 16 Zestaw do elektrostatyki na wystawie *Ogniwo Volty* w Gdańsku

Doświadczenia zaprezentowane na wystawie zostały podzielone na kilka grup: elektrostatyka, ogniwa, równania Maxwella, prąd w wodzie, a także generatory, które swój początek wzięły od ogniwa Volty, przez co Volta zapoczątkował rozwój nauki o elektryczności i magnetyzmie. Każde z tych zagadnień prezentowane było na oddzielnej wyspie tematycznej (4 stoły laboratoryjne). Przy każdej wyspie uczniowie przeżywali oddzielną przygodę związaną z odkrywaniem tajemnic wieku elektryczności, które były odtwarzane przez studentów III roku fizyki PAP w Słupsku (pod kierunkiem autorki).

Każdemu z przedstawionych doświadczeń towarzyszyła ciekawa historyjka o jego genezie. Uczniowie mogli usłyszeć np. że Galvani odkrył tzw. „elektryczność zwierzęcą” podczas przygotowywania żabich udek chorej żonie na kolację (co oczywiście jest naszą „licencją poetycką”). Galvani zaobserwował mianowicie skurcz mięśni żaby i uważał, że wywołuje go „płyn elektryczny” znajdujący się w nerwach. Na potwierdzenie swej tezy, organizował publiczne pokazy, podczas których prezentował skurcze mięśni w świeżo spreparowanych udach, wywołane przez dotknięcie nerwu i drugiego końca uda metalowymi szczypcami.



Rys. 1 Rycina pochodząca z pracy L. Galvaniego *Nota o elektryczności zwierzęcej*, z 1794 roku, (zdjęcie ze strony <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/files/zrodla/zyciorysy/galvani.html>, z dn. 03.03.2009 r.)

Inny wybitny naukowiec tamtych czasów – Aleksander Volta uważał, że nie istnieje nic takiego jak „elektryczność zwierzęca”, a przyczyną skurczu jest kontakt z różnymi metalami. Udowodnił to budując nieorganiczne źródło prądu w postaci stosu monet. Jednakże doświadczenie Galvaniego miało niebanalne znaczenie - bez niego nie byłoby EKG. Dziś wiemy, że obaj mieli rację: dwa metale wytwarzają napięcie rzędu jednego volta; nerwy przewodzą napięcia znacznie słabsze, rzędu miliwoltów. Jak u Volty, również w nerwach, za przepływ prądu odpowiedzialne są jony metali - sodu i potasu. Z miedzi, żelaza i śliny powstała pierwsza bateria Volty, a słabe napięcia wytwarzane w organizmie np. przez kurczące się mięśnie serca otworzyły nowe gałęzie medycyny, jak elektrokardiografia (napięcia rzędu 5-10 mV) czy wreszcie elektroencefalografia (napięcia rzędu 50 μ V).

Takie historyjki wzbudzały u uczniów niemałe zainteresowanie, bo okazuje się, że nauczyciele niechętnie opowiadają o naukowcach i ich odkryciach. Co ciekawsi obserwatorzy mogli poczytać opisy eksperymentów, a jeszcze ciekawsi zostawali po wyjściu grupy i prosili o dokładniejsze objaśnienie poszczególnych zjawisk.

Ta forma wystawy była bardziej interesująca dla starszej grupy uczniów - nie było tu już zabawy, ale dość ciekawe eksperymenty.



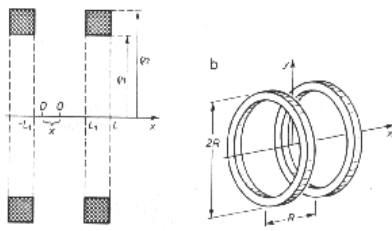
**Fot. 17 Doświadczenie Oersteda na wystawie
Ogniwo Volty w Gdańsku**

Nauczyciele mieli okazję podpatrzeć, jak w tani sposób można pokazać ciekawie zjawiska z zakresu elektryczności i magnetyzmu. Wielu z nich chodziło z długopisem i przerysowywało schematy doświadczeń, przepisywali opisy, robili zdjęcia, pytali o szczegóły techniczne przygotowania poszczególnych eksperymentów.

Poniżej przedstawiono przykładowy opis jednego z doświadczeń jakie były prezentowane na wystawie w Gdańsku.

Cewka Helmholtza

Oryginalnie, cewki Helmholtza zostały zbudowane do kompensacji ziemskiego pola magnetycznego. Za pomocą cewki Helmholtza można uzyskać pole jednorodne w dużej objętości. Jest to układ dwóch równoległych, szeregowo połączonych cewek o wspólnej



osi, oddalonych na odległość R , równą ich średniemu promieniowi. Natężenie pola w punkcie leżącym na osi cewek w odległości x od środka symetrii, można obliczyć ze wzoru: $H = nL/2(L(r^2 + L^2))^{-1/2}$ co ilustruje rysunek.

Przyjmuje się przy tym, że cewki są nawinięte jednorodnie na odległości od $-L$ do $-L_1$ oraz od $+L_1$ do L .

(i wyjaśnienie jak zrobić ramkę dla nauczycieli)

Ramka z nawiniętym drutem, ilustruje zarówno **prawo Faraday-Lenza** (siłę elektromotoryczną indukcji $E = -nd\Phi/dt$, gdzie n jest ilością zwojów) jak i siłę działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym (**siłę Faradaya**, lub **siłę Lorentza** w przypadku swobodnych ładunków).

Na ramkę o wymiarach $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ nawinięto około 100 zwojów miedzianego drutu o średnicy 1 mm (typowy drut transformatorowy).

Zwojnica, zasilana prądem około $3\text{--}5\text{ A}$ (np. z akumulatora samochodowego) obraca się w polu magnetycznym Ziemi (jest przykładem silnika elektrycznego). Ponieważ w polu magnetycznym Ziemi (około $300\text{ mGa} = 3 \cdot 10^{-8}\text{ T}$) moment siły jest rzędu $10^{-5}\text{ N}\cdot\text{m}$, ramka obraca się bardzo powoli - z tego powodu wymaga zawieszenia na nici pod sufitem a przewody doprowadzające prąd muszą być odpowiednio giętkie.

Opisy doświadczeń zostały wykonane przez autorkę pracy na podstawie literatury naukowej. Życiorysy naukowców zostały przygotowane na podstawie zebranych informacji przez studentów II roku fizyki z PAP w Słupsku, pod kierunkiem autorki. Zawierały one ciekawe informacje z życia naukowców, które nie były popularne w powszechnie stosowanej literaturze.

Przykładowy życiorys

Nikola Tesla**(1856 - 1943)**

Urodził się w 1856 roku w małej miejscowości Lika w obecnej Chorwacji w średnio zamożnej serbskiej rodzinie chłopskiej.

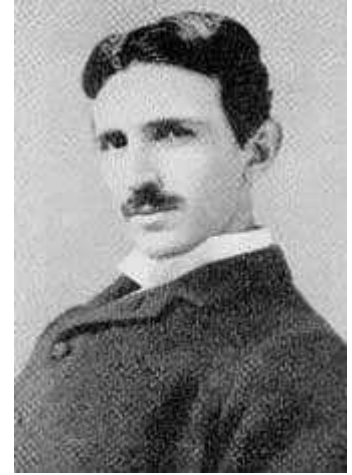
Ojciec chciał z niego zrobić popa, jednak na skutek nacisku miejscowego nauczyciela, który wystarał się o stypendium dla Nikoli został on ostatecznie wysłany na studia inżynierskie.

Różnił się od większości dzieci, w wieku 12 lat znał na pamięć tablice logarytmiczne. Myśli często przerywane miał błyskami wizji, i aby od tego uciec wymyślał wyimaginowane światy.

Kształcił się na Politechnice w Grazu i na Uniwersytecie Praskim. Pracował jako inżynier w Telefonii w Pradze i Paryżu.

Tesla był autorem 112 patentów, głównie rozmaitych urządzeń elektrycznych, z których najślawniejsze to silnik prądu zmiennego, prądnica prądu zmiennego, autotransformator, pilot na podczerwień, dynamo rowerowe, bateria słoneczna, turbina wodna, transformator Tesli (cewka wyskonapięciowa) i świetlówka. Stworzył też podstawy teoretyczne konstrukcji radia i choć sam wynalazek radia przypisuje się Marconiemu, dopiero zastosowanie jego teorii umożliwiło rzeczywisty rozwój radiofonii i telewizji na świecie.

Jako pierwszy zrozumiał, że kluczem do upowszechnienia elektryczności jest prąd zmienny. Silnikiem na prąd zmienny nie mógł jednak w Europie nikogo zainteresować. Przeniósł się więc do Ameryki, ale nawet u Thomasa Edisona nie znalazł zrozumienia. Dopiero, kiedy jego patenty kupił George Westinghouse, zastosowanie prądu zmiennego umożliwiło gwałtowny rozwój sieci elektrycznej.



Powyższy przykład pokazuje, że nawet dość trudne dla uczniów zagadnienia mogą zrobić się bardziej przystępne. Należy jednak odnaleźć taki sposób ich przekazania, aby poprzez wzbudzenie zainteresowania zachęcić uczniów do myślenia.

1.3 Efektywność wystaw dydaktycznych

Wystawy organizowane przez AP w Słupsku mają charakter okresowy, jednak w innych krajach na całym świecie istnieje szereg specjalistycznych muzeów poświęconych nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, zwanych eksploratoriami (w San Francisco powstało pierwsze na świecie tego typu muzeum w 1969 r., własne eksploratoria mają też: Wielka Brytania, Dania, Francja, Kanada, Estonia, Finlandia, Szwecja, i wiele innych). W Polsce nie ma jeszcze instytucji tego typu, jednakże podjęto starania o utworzenie Eksploratorium w Sopocie, jak również w Warszawie trwają prace nad otwarciem Centrum Nauki o nazwie „Kopernik”. Dla Polaków eksploratoria to jeszcze ciągle nowość, ale w innych krajach europejskich np. we Włoszech, są codziennością. Organizuje się w nich lekcje pokazowe dla szkół. Nauczyciele uwzględniają je w swoich programach nauczania.

Zainteresowanie uczniów wystawami (organizowanymi przy współudziale autorki) pokazuje, że młodzież jest zafascynowana fizyką. Jednak nie taką, jaką im się prezentuje w szkole, gdzie najczęściej są rozwiązywane trudne dla uczniów zadania, lecz fizyką życia codziennego – taką, jaką na co dzień obserwują wokół siebie. Obserwacje młodych ludzi podczas wystaw nasuwają wnioski, że uczniom nudzi się szkoła tradycyjna, natomiast są zainteresowani każdą innowacyjną formą nauczania. Poprzez odwołanie się do ciekawości dzieci i młodzieży – potrzeby psychologicznej **wiedzy** - wystawy wykazują wysoką efektywność dydaktyczną.

Wystawy nadają realną wartość idei uczenia się. Działanie i poznawanie w środowisku rzeczy i przedmiotów materialnych pobudza zmysły, dzięki czemu eksplorator może harmonizować swoją wrażliwość zmysłową z pozostałymi składnikami procesów poznawczych. Może łatwiej zachować właściwe tempo przyswajania wiedzy indywidualnie do swoich potrzeb i możliwości.

Wystawy pobudzają w zwiedzających radość odkrywania, samodzielność twórczą, pozwalają błędzić w trakcie eksperymentowania, aby poprawiając się dojść do właściwego wniosku. Brak kontroli i oceny, przesłaniający niekiedy cały proces uczenia się, pozwala całą uwagę skupić na tym co jest najbardziej interesujące. Nauka w takich okolicznościach ma charakter spontaniczny, żadne reguły nie określają jak długo ma trwać i kiedy ma się zakończyć – zawsze decyduje o tym sam zainteresowany.

Ma to zastosowanie w każdym przedziale wiekowym zwiedzających. Małe dzieci najpierw zastanawiają się do czego służy dany przedmiot, później zaczynają się nim bawić, a na końcu stawiają pytanie dlaczego tak jest? Starsza młodzież z zainteresowaniem obserwuje jak zachowuje się dany przedmiot, a później zadaje pytanie, a co by się stało gdyby...? Dorośli natomiast starają sobie przypomnieć zasady fizyczne, dzięki którym należałoby wyjaśnić działanie poszczególnych przedmiotów. Jednak zainteresowanie wszystkich jest bardzo duże. I może fakt, że nie starają się zapamiętać, ale skupiają się na tym co ich najbardziej zainteresowało i zaniekawiło, sprawia, że zapamiętują więcej niż podczas normalnej nauki w szkole.

Wystawy, jak szczegółowo pokazano w poprzednich rozdziałach, spełniają trzy komplementarne funkcje:

- poznawczą,
- dydaktyczną,
- rozrywkową.

Każda z organizowanych wystaw inaczej eksponowała poszczególne pozycje. Ustawienie eksponatów – zwiedzający musi mieć wrażenie, że wszystkiego może dotknąć, chociaż cenniejsze eksponaty były pokazywane z daleka, szczególnie młodszymi zwiedzającymi (z obawy przed zniszczeniem). W zależności od celu wystawy, eksponaty były różnie poustawiane, na jednych wystawach było to ustawienie liniowe, na innych pogrupowane w wyspy tematyczne. Bardzo ważną rzeczą jest przygotowanie oprowadzających, muszą oni umieć dopasować opis doświadczenia do grupy zwiedzającej, inaczej opowiada się dzieciom z przedszkola, inaczej mówi się do gimnazjalistów, a jeszcze inaczej do licealistów.

Powyższe zalecenia mają bardzo duży wpływ na powodzenie wystaw. Zwiedzający muszą odnieść wrażenie, że wystawa była przeznaczona dla każdego z nich indywidualnie. Odbiór tak przygotowanej wystawy jest lepszy.

2. Wirtualne pomoce dydaktyczne w nauczaniu fizyki

Wirtualną formę pomocy stanowić może komputer z odpowiednim oprogramowaniem. Z uwagi na stopień zaawansowania dydaktycznego, przeznaczenie (jest skierowany do ucznia, nauczyciela, przeciętnego użytkownika) oraz użyte elementy multimedialne (grafika, dźwięk, animacja, film) można te pomoce podzielić (Okoniewska A., 2002) na następujące grupy:

- *ścieżki multimedialne (strony internetowe),*
- *testy,*
- *zbiory multimedialne tematyczne („Fizyka zabawek”),*
- *encyklopedie multimedialne,*
- *podręczniki multimedialne,*
- *biblioteki wirtualne.*

Konieczność przygotowania uczniów do korzystania z innych źródeł, niż wiedza przekazywana przez nauczyciela, podkreślana jest w wielu programach nauczania fizyki. Obok czytania książek, publikacji i czasopism propaguje się metody obserwacji, również przeszukiwanie komputerowych baz danych. Niewątpliwie wykorzystanie komputera na lekcjach fizyki realizuje zasadę pogładowości nauczania, ale nie tylko. Wiadome jest, że lekcje fizyki nie budzą ostatnio wielkiego zainteresowania wśród uczniów, dlatego nauczyciele starają się wprowadzać jak najwięcej nowych środków, które przyciągną uwagę uczniów i wzbudzą ich zainteresowanie przedmiotem. Komputer jako środek dydaktyczny wyposażony w oprogramowanie multimedialne sprawdza się tu doskonale.

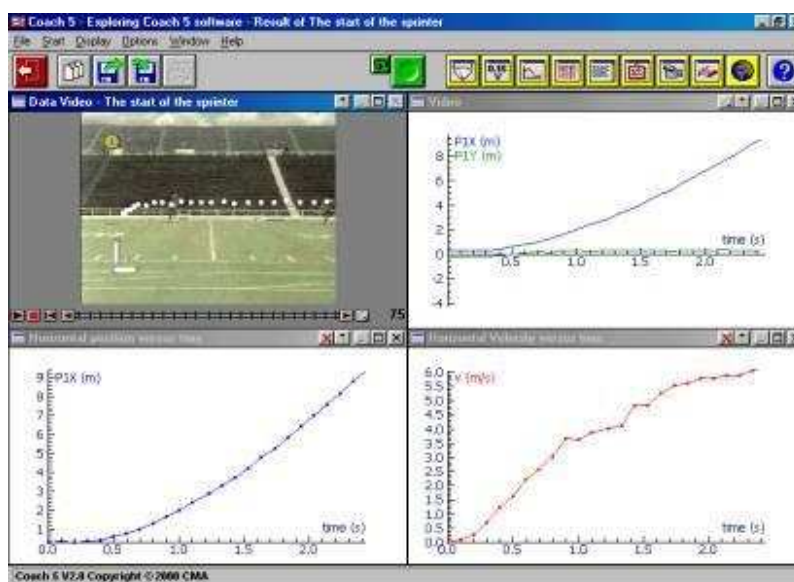
W nauczaniu fizyki komputery stwarzają szerokie możliwości nie tylko w zakresie przekazu wiedzy (programy nauczające), ale także w obszarze prezentacji złożonych zależności i procesów fizycznych (symulacje komputerowe) oraz w szeroko rozumianym zakresie wspomagania eksperymentu fizycznego.

Szczególnie ważna w procesie nauczania – uczenia się fizyki jest możliwość **symulacji** lub przedstawienia takich zjawisk fizycznych, których nie można zrealizować w warunkach szkolnej pracowni fizycznej. Także **modelowanie** komputerowe, czyli tworzenie w języku komputera modelu układu lub zjawiska fizycznego umożliwia prowadzenie bądź

prezentację doświadczeń teoretycznych na tym modelu.

Komputer może być również wykorzystany do **obróbki danych doświadczalnych** i graficznego przedstawienia rezultatów pomiarów. Wyniki pomiarów mogą być przy tym szybko opracowane – także w czasie rzeczywistym – następnie przedstawione graficznie na ekranie komputera.

Przykładem programu służącego do obróbki danych doświadczalnych jest *Coach 5*. Ma on typowe multimedialne środowisko. Zawarty jest tutaj opis doświadczenia oraz jego prezentacja graficzna.



Fot. 18 Zrzut ekranowy z interaktywnego programu Coach 5

Do komputera można podłączyć specjalne urządzenia pomiarowe, a wyniki przesyłane z tych urządzeń będą prezentowane na ekranie w postaci cyfrowej, analogowej lub gotowych wykresów. Zaletą *Coach 5* jest możliwość wykonywania pomiarów za pomocą filmu cyfrowego wideo bez użycia interfejsów pomiarowych (foto 18). Film może przedstawiać ruch w sytuacjach rzeczywistych, związanych ze sportem, zabawą, transportem itp. Analiza ruchu przedstawiona może być bezpośrednio w postaci wykresów i tabel. Program umożliwia przedstawienie wykresów położenia w funkcji czasu, ale również zmian energii itp. Daje możliwość odczytu wartości z wykresu, które zsynchronizowane są z podglądem filmu. Pozwala to uczniom powiązać konkretną sytuację

związaną z ruchem z jej graficzną prezentacją. Czytanie wykresów jest dla uczniów często typową abstrakcją, nie potrafią znaleźć powiązania pomiędzy tym co na wykresie, z sytuacją rzeczywistą, a takie przedstawienie pomaga im zrozumieć wykresy.

Program *Coach 5* zawiera ponadto moduły, które pozwalają na pomiary online, offline i sterowanie pomiarami, zaawansowane przekształcanie i analizę danych oraz tworzenie dynamicznych modeli zjawisk. Moduły są ze sobą zintegrowane, co pozwala na stosowanie narzędzi analizy danych w zwykłych pomiarach, ale także w pomiarach wideo, umożliwia budowanie modelu i porównywanie ich z wynikami eksperymentu.

2.1 Wymagania stawiane środkom komputerowym

Na rynku ukazuje się coraz więcej programów multimedialnych. Należą do nich proste programy edukacyjne (np. testy interaktywne), symulacje eksperymentów, gry dydaktyczne (np. „Physicus - fascynująca przygoda w świecie fizyki”). Jako ostatnie pojawiły się zintegrowane programy multimedialne. Zintegrowane programy multimedialne obejmują szerszy zakres treści fizycznych oraz realizują różne etapy procesu dydaktycznego: wprowadzenie, wyjaśnienie problematyki, wiadomości uzupełniające (np. aparat matematyczny), schematy graficzne, doświadczenia wirtualne, testy kontrolne.

Nie zawsze jednak można mówić o dużej przydatności tych programów w nauczaniu. Część oprogramowania to po prostu przepisane podręczniki szkolne, gdzie program jedynie zapewnia elektroniczne przewracanie stron. Można tu podać liczne przykłady, jak *Enciclopedia Alfatematica*, *Encyklopedia Groliera*, czy do pewnego stopnia również encyklopedia „*Nauka*” PWN oraz początkowo dostępna tylko w wersji internetowej.

Nauczyciel, który otrzymuje gotowy komputerowy program edukacyjny powinien umieć zbadać jego przydatność w realizowanej przez siebie części procesu dydaktycznego.

Wartość użytkową programu określa zewnętrzna postać oprogramowania, jego funkcjonalność oraz zawarta w nim treść merytoryczna. Komputerowe programy dydaktyczne nie mogą stanowić prostego odzwierciedlenia treści podręcznika (Morbitzer w red. Morbitzer, 1997). Programy te powinny wykorzystywać w pełni możliwości

techniczne komputerów, z których najważniejsza jest praca dialogowa, jak podkreśla Morbitzer. Programy edukacyjne muszą przyjmować atrakcyjną formę, co umożliwiają kolorowe animacje i dźwięk. Bardzo ważne jest, aby programy te charakteryzowały się merytoryczną poprawnością, przekazywane przez nie treści muszą być zgodne z obowiązującym stanem nauki. Treści te muszą być także dostosowane do programu nauczania dla danego typu i szczebla szkolnictwa, w taki sposób, aby program w odpowiednim czasie mógł zostać wykorzystany w procesie dydaktycznym.

Bardzo istotną cechą dobrego programu edukacyjnego jest prostota obsługi, czyli dobrze zaprojektowany dialog, pozwalający uczniowi skoncentrować się na treściach merytorycznych przekazywanych przez program. Odpowiedni interfejs (ang. interface, czyli element programu pozwalający na interakcję użytkownika z programem) jest zwykle decydującym elementem oceny całego programu. Dużą rolę stanowi tu język porozumiewania się z komputerem, sposób rozmieszczenia i rodzaj informacji na ekranie, system oceniania i nagradzania odpowiedzi, a także reakcja komputera na błędne dane.

Programy komputerowe powinny być dostosowane do indywidualnego tempa pracy użytkownika, a w miarę możliwości, także przekazywanych treści. Szczególną formą indywidualizacji treści jest możliwość powtórzenia wybranych fragmentów programu, dzięki czemu uczący się może zawsze wielokrotnie się do nich cofnąć. Taką właściwość programu edukacyjnego zapewnia jego struktura i zastosowanie odpowiednich mechanizmów sterowania.

2.2 Encyklopedie multimedialne

Encyklopedie na płytach CD są od kilku lat ogólnie dostępne w sporych ilościach. Są to zarówno encyklopedie o tematyce ogólnej jak i szczegółowej. Każda z nich zawiera wiele cennych informacji z określonej dziedziny, jednak nie zawsze te informacje są prawdziwe. Dla potrzeb dydaktyki fizyki encyklopedie będą szczególnie przydatne w celu wyjaśnienia niektórych pojęć jeszcze nie znanych przez uczniów, lub pogłębienia wiedzy z określonej dziedziny fizyki ze specjalistycznych encyklopedii np. Encyklopedii Wszechświata wydawnictwa PWN (foto poniżej), w której zawarte są liczne symulacje, zdjęcia map

znajduje się w części 6). Użytkownicy korzystający z tej encyklopedii mają do wyboru kilka rodzajów menu: wybór alfabetyczny; chronologiczny – biografie słynnych fizyków poczynając od Talesa, poprzez Demokryta do Einsteina i Feynmana. Możliwy jest też wybór animacji – np. składanie wektorów sił, prędkości czy przyspieszenia lub rozpad jądra atomowego – z działu fizyki jądrowej.

Encyklopedia Omnia (2001) tego samego wydawnictwa dostępna na polskim rynku korzysta z materiałów znacznie uboższych, a przez to w wielu przypadkach uproszczonych, lub wręcz błędnych, jak np. schemat biegu promieni z powietrza do wody – ugina się w przeciwną stronę niż powinien.

Ciekawym przykładem encyklopedii multimedialnej jest *Enciclopedia Mondadori*, która jest encyklopedią wielotematyczną, obejmującą m.in. historię, sztukę, technikę czy przyrodę. Cechą charakterystyczną tej encyklopedii jest niezwyklejny interfejs, w postaci stacji kosmicznej. Pozwala na wybór ścieżek tematycznych, jak np. dziedziny nauki – filozofia, psychologia itp. Ścieżki te mają aspekt techniczny, np. sposoby wytwarzania papieru, bądź historyczny, np. środki transportu.

Pod względem przydatności w procesie dydaktycznym wydaje się być jednak lepsza *Enciclopedia Rizzoli* oparta na encyklopedii opracowanej przez znanego i w Polsce wydawcę francuskiego *Larousse*. Jeśli chodzi o zagadnienia z fizyki - zawiera 15 symulacji i animacji, głównie w zakresie mechaniki.

W zaskakującym tempie rozwijają się też encyklopedie internetowe. Jednak jeśli chodzi o poprawność treści na ich stronach, to trzeba się liczyć z faktem, że możliwość edytowania ma każdy, kto ma dostęp do Internetu. Często więc zdarzają się tu poważne błędy nie tylko merytoryczne. Pod względem zagadnień z fizyki bardzo rozwinięte strony posiada Wikipedia. Jest to darmowa encyklopedia internetowa, którą również każdy może edytować, lecz jest tutaj bardzo szybka reakcja ze strony redakcji w sprawdzaniu poprawności edytowanych treści.



Fot. 20 Zrzut ekranowy z encyklopedii Internetowej Wikipedii

Przykładem encyklopedii monotematycznej, stosunkowo prostej do przygotowania, szczególnie pod względem dostępności materiałów jest *Encyklopedia Astrofizyki*, wykonana w ramach pracy magisterskiej w PAP w Słupsku przez M. Kisielewskiego, pod nadzorem autorki. Skorzystano z materiałów powszechnie dostępnych, jak zdjęcia NASA, materiałów monotematycznych jak „Wirtualny Wszechświat”, galerii astronomicznej on-line oraz encyklopedii wielotematycznych, a także podręczników akademickich.



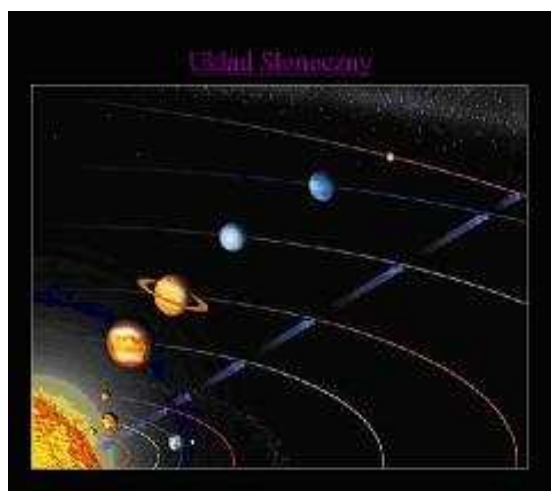
Fot. 21 Widok pierwszej strony encyklopedii wykonanej w PAP w Słupsku

W encyklopedii przedstawiono m.in. takie hasła jak planety Układu Słonecznego, dzieje kosmosu, odkrycia astronomiczne, elementy Wszechświata, sondowanie kosmosu. Hasła zawierają nie tylko zdjęcia, ale również krótkie filmy (pochodzące np. z encyklopedii

Wszechświata), omówienie reakcji termojądrowych, historii odkryć astronomicznych itd. Całość została obudowana interfejsem użytkownika napisanym w HTML, który w tym wypadku jest bardzo prosty i przystępny.

Odkrycie Hubble'a o oddalających się galaktykach zostało opisane w rozdziale Dzieje Kosmosu. Obrazuje je film zaczerpnięty z Encyklopedii Wszechświata PWN. Teorię Wielkiego Wybuchu potwierdza również odkrycie promieniowania relikтового (opisane fakty ilustruje film). Innym dowodem opisanym w Astrofizyce potwierdzającym Wielki Wybuch jest odkrycie w latach 80 przez satelitę COBE fluktuacji gęstości materii. Autor opisuje tu również kilka parametrów kosmologicznych, aby odbiorca mógł zrozumieć, jaki los czeka Wszechświat.

Układ Słoneczny – zawiera szczegółowe opisy Słońca, Merkurego, Wenus, Ziemi, Księżyca, Marsa, planetoid i Jowisza. Na początku znajduje się film o powstaniu Układu Słonecznego oraz ogólna jego charakterystyka ilustrowana zdjęciami.



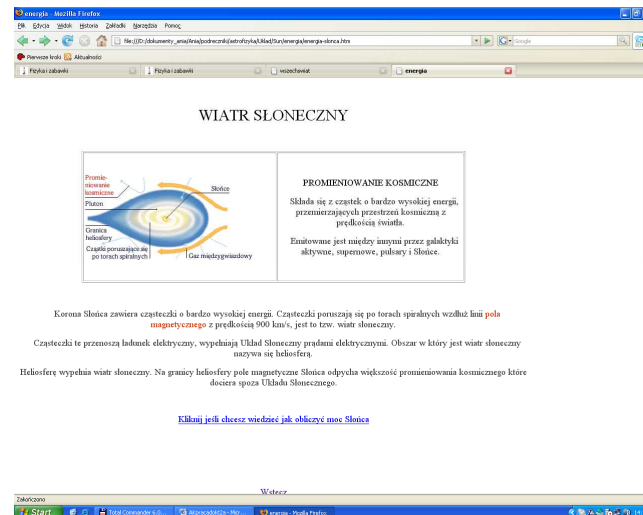
Fot. 22 Widok Układu Słonecznego w Encyklopedii Astrofizyka (Kisielewski)

Słońce – zawiera ogólne informacje o wieku i masie Słońca, a w „zobacz także”, znajduje się dodatkowo:

- budowa Słońca,
- energia Słońca,
- plamy i cykle słoneczne
- protuberancje i rozbłyski,

- śmierć Słońca,
- fakty.

Autor wybrał ciekawe zdjęcia i filmy dotyczące np. budowy Słońca i zaćmienia słonecznego.



Fot. 23 Zrzut ekranu z Encyklopedii Astrofizyki pokazujący zagadnienie wiatru słonecznego (Kisielewski)

Kolejny dział, Chronologia Odkryć Astronomicznych, obejmuje w punktach kilka najważniejszych odkryć od VIII w p.n.e. kiedy to Babilończycy zauważyli, że zaćmienia Słońca występują w regularnych cyklach, nazwanych potem sorosami, do 1998 r., kiedy to obserwując supernowe wywnioskowano, że przestrzeń rozszerza się coraz szybciej.



Fot. 24 Widok filmu pokazującego start rakiety w Encyklopedii Astrofizyki (Kisielewski).

Rozdział dotyczący Wszechświata zawiera ogólną charakterystykę oraz budowę Wszechświata a dodatkowo opisano Drogę Mleczną , galaktyki oraz czarne dziury. Znajdują się tu bardzo efektowne zdjęcia zachęcające do dalszego „zwiedzania” encyklopedii (np. widoki mgławic – na zdjęciu poniżej) .



Fot. 25 Widok mgławicy wykonane w podczerwieni w Encyklopedii Astrofizyki (Kisielewski)

2.3 Podręczniki multimedialne

Bardziej funkcjonalne w procesie nauczania fizyki będą podręczniki multimedialne.

Podręcznikowi multimedialnemu stawia się dwa zasadnicze wymagania (Okoniewska A., Meger Z., 2002) :

- multimedialność i interaktywność – właściwe użycie schematów, animacji, filmów. Poprawna jest animacja krok po kroku. Film powinien różnić się od tradycyjnej telewizji chociażby tym, że można go zatrzymać w dowolnym miejscu i wyświetlać klatka po klatce w celu wyjaśnienia procesu;
- struktura wielopoziomowa – stanowi zasadniczą różnicę pomiędzy tradycyjnym podręcznikiem a komputerowym wędrowaniem. Podręczniki multimedialne powinny organizować wiedzę na kilku poziomach, odpowiednio do jej ważności i predyspozycji uczącego się.

Wielopoziomowa struktura pozwala na rozróżnianie między różnymi poziomami trudności – od podstawowego do najwyższego teoretycznego – w ramach jednego podręcznika.

Główną grupą podręczników multimedialnych do gimnazjum obejmujących cały pakiet przedmiotowy (język polski, matematyka, fizyka, geografia, biologia, historia, chemia) są podręczniki EduROM wydawnictwa Young Digital Poland. Seria eduROM obejmuje **pakiety przedmiotowe**, zawierające cały materiał z danego przedmiotu do gimnazjum, np. Biologia, Fizyka, Chemia i Matematyka oraz **pakiety klasowe**, zawierające materiał z 7 najważniejszych przedmiotów na poziomie jednej klasy gimnazjum (klasa 1, klasa 2, klasa 3). Wszystkie części stanowią integralną całość utrzymaną w jednakowej szacie graficznej.

Podręcznik multimedialny do nauczania fizyki zawiera wykłady, zdjęcia, trójwymiarowe animacje, filmy wideo oraz setki interaktywnych ćwiczeń. **EduROM Fizyka** zawiera opracowanie wszystkich zagadnień z fizyki objętych programem gimnazjum. Materiał – zawarty na 6 płytach CD.



Fot. 26 Zrzut ekranowy z podręcznika multimedialnego EduROM Fizyka, cz.1

Treści edukacyjne zilustrowano licznymi filmami wideo i trójwymiarowymi prezentacjami, które ułatwiają zrozumienie poszczególnych zagadnień. Filmy wideo i prezentacje multimedialne pozwalają uświadomić uczniom, że zjawiska fizyczne zachodzą nie tylko w pracowni czy laboratorium, lecz w całym otaczającym nas świecie. Dzięki filmom i animacjom można przedstawić doświadczenia fizyczne niemożliwe do wykonania w klasie.

W celu utrwalenia nowych wiadomości umieszczono po każdej lekcji i po każdym rozdziale ćwiczenia sprawdzające, które uczeń może systematycznie rozwiązywać. Testy te sprawdzają stopień zrozumienia materiału oraz pozwalają przygotować się do klasówek oraz egzaminów.

Szybkiemu zapamiętywaniu przekazywanych wiadomości oraz ich systematyzacji służą specjalne **programy narzędziowe**, przeznaczone do nauki fizyki. Są to: wzory, tablice i biogramy (zestaw opatrzonych ilustracjami 53 biogramów słynnych fizyków, zawierających fakty z życia naukowców).

Innym przykładem podręcznika jest płyta dołączona do podręcznika „**Fizyka i astronomia**” dla gimnazjum, wydawnictwa **Nowa Era**. Producentem tego podręcznika jest również Young Digital Poland.



Fot. 27 Podręcznik multimedialny do gimnazjum wyd. Nowa Era

Podręcznik na płycie zawiera tematy zgodne z tymi w podręczniku w wersji tradycyjnej, a więc zgodne z programem nauczania. Każdy temat jest ilustrowany sfilmowanym doświadczeniem, przykładami danego zjawiska z życia codziennego. Często znajdują się tam symulacje i animacje, np. model budowy atomu czy oddziaływanie przewodników z prądem. Każde nowe zagadnienie jest ilustrowane ćwiczeniem, gdzie uczeń ma okazję wykazać się zrozumieniem danego problemu. Po każdym temacie jest dział „Sprawdź co potrafisz”.

Podręcznik może być wykorzystany przez nauczyciela podczas lekcji, w celu zobrazowania doświadczenia symulacją, wyjaśniającą istotę zjawiska. Ważniejszą funkcją tego typu podręczników jest możliwość wykorzystania ich w domu przez ucznia. Uczeń ma szansę jeszcze raz dokładnie przeanalizować przebieg doświadczenia przeprowadzonego w klasie na lekcji, z dokładnym opisem zjawiska i pogłębić swoją wiedzę o wiadomości, które nie były na lekcji poruszane.

Porównanie podręczników dostępnych na rynku polskim z zagranicznymi wzorami wypada jednak zdecydowanie niekorzystnie dla tych pierwszych. Nie dotyczy to bynajmniej zakresu treści, ale właśnie aspektów dydaktycznych. Podręcznik autorstwa włoskiego fizyka jądrowego Ugo Amaldiego (Amaldi U., 1998), posiada wielostopniowy układ, podzielony na paragrafy i podparagrafy. Każdy paragraf składa się z szeregu sekwencji ilustrujących dane zjawisko fizyczne. Np. lekcja na temat ruchu jednostajnego rozpoczyna się od wprowadzenia pojęcia trajektorii na przykładzie ruchu pociągu na mapie, a dopiero później wprowadzony zostaje układ współrzędnych. Przy wprowadzeniu pojęcia prędkości najpierw uczeń ogląda animację, później animację ze słupkami kilometrowymi, później ze słupkami i stoperem. W ten sposób pojęcie prędkości jest właściwie i stopniowo wytłumaczone. Wiele polskich podręczników uznaje, że uczeń to już na pewno „sam z siebie” wie. Z tego powodu podręczniki dostępne na rynku polskim są często przedmiotem krytyki. Na rynku zagranicznym są one pisane przez najwybitniejszych naukowców. Podręczniki te zawierają filmy (np. zderzenia na stole bez tarcia – na poduszkach z par suchego lodu), animowane schematy (np. ruchu jednostajnego motocykla, samochodu, roweru) i wyjaśnienia (pomiar czasu, odległości), elementy matematyki, np. proste wprowadzenie do rachunku różniczkowego.

W ramach prac magisterskich, przy współpracy autorki, w PAP w Słupsku wykonano dwa podręczniki multimedialne (***Mechanika*** autorem którego jest K. Smolarek oraz ***Elektromagnetyzm*** autor - R. Spręga).

W podręczniku ***Mechanika*** przedstawiono w szczególności zasady zachowania pędu i momentu pędu, zaś podręcznik ***Elektromagnetyzm*** zawiera zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Celem tych prac było nie tyle stworzenie kompletnego podręcznika, o ile sprawdzenie umiejętności i niezależnej inwencji studentów. Wykonane prace są

bardzo oryginalne i korzystają z różnych rozwiązań programowych oraz zbiorów multimedialnych przygotowanych samodzielnie przez autorów.

Podręcznik multimedialny „Mechanika”

Podręcznik został przygotowany pod nadzorem autorki przez Krzysztofa Smolarka, studenta V roku, kierunku fizyka z informatyką, w ramach pracy magisterskiej w 2002 roku.

Do napisania podręcznika zawierającego materiał z **Mechaniki** posłużono się programem Flash Macromedia.



Fot. 28 Strona główna podręcznika *Mechanika*, wykonanego w PAP w Słupsku (Smolarek)

Po uruchomieniu płyty ukazuje się nam obraz wyłączzonego telewizora. Aby przejść do menu głównego należy wcisnąć przycisk „START”. Oczom naszym ukaże się obraz interfejsu.



Fot. 29 Interfejs użytkownika w podręczniku *Mechanika* (Smolarek)

Klikając na odpowiedni temat uruchamiamy krótką prezentację, która przenosi nas do właściwej treści podręcznika.

Wygląd stron i kolorystyka ma na celu podkreślenie i uwidocznienie pewnych elementów charakterystycznych [tak np. czerwone linie mają na celu oddzielenie przycisków sterujących od właściwej treści strony w taki sposób, aby przyciski jak i treść tworzyły oddzielne, ale zarazem bardzo widoczne i równorzędne bloki]. Kolorami także oznaczono ważniejsze informacje zawarte w podręczniku. Nawigację pomiędzy stronami jak i pomiędzy rozdziałami zapewniają zielone przyciski „DALEJ” i „WSTECZ”, a jeśli zajdzie taka potrzeba za pomocą przycisku „MENU” możemy od razu znaleźć się w menu głównym.



Fot. 30 Widok fragmentu lekcji w podręczniku *Mechanika* (Smolarek)

Na stronach podrozdziałów, oprócz wiadomości książkowych, zamieszczone są także materiały filmowe, animacje i zdjęcia. Aby uruchomić film należy wcisnąć przycisk „PLAY” znajdujący się na zdjęciach. Materiał zamieszczony w podręczniku został podzielony na dwie grupy: podstawową, którą można przestudiować w pierwszej kolejności oraz zaawansowaną, która jest nieco trudniejsza i zawiera dodatkowe informacje. Do treści zaawansowanej mamy dostęp po wciśnięciu przycisku „CHCESZ WIEDZIEĆ WIĘCEJ? PRZECZYTAJ”, który znajduje się na ostatniej stronie każdego tematu. W podręczniku umieszczono także pytania sprawdzające, które są w formie testowej. Mają one na celu samokontrolę zdobytej wiedzy.

Podręcznik **Mechanika** został podzielony na lekcje, przy czym szczegółowo omówiono zasadę zachowania pędu i zasadę zachowania momentu pędu. Praca jest dobrym przykładem struktury wielopoziomowej, tzn. dokonano podziału na wiadomości podstawowe i zaawansowane. Np. na poziomie podstawowym (gimnazjum) wyprowadzono wzór $p = \text{const}$ z zasad dynamiki.

Jako ilustrację tematu „Zasada zachowania pędu” podano np. wahadło Newtona. Przedstawione dostało szczegółowe rozwiązanie matematyczne, wyjaśniające, dlaczego odskakuje zawsze ta sama ilość kulek.



Fot. 31 Wahadło Newtona obrazujące zasadę zachowania pędu w podręczniku *Mechanika* (Smolarek)

Lekcja dotycząca zasady zachowania momentu pędu zilustrowana jest czterema krótkimi filmami. Moneta postawiona na krawędzi przewraca się, zaś tocząca się utrzymuje równowagę; podobnie moneta zakręcona w osi pionowej „spada” powoli (nb. taki

przypadek nazywamy dyskiem Eulera).



Fot. 32 Klatka z filmu wyjaśniającego zasadę zachowania momentu pędu (dysk Eulera)

Próby wytrącenia kręcącego się bączka z równowagi kończą się niepowodzeniem – film można puścić kilkakrotnie i w zwolnionym tempie. Ostatni film (skok do wody, rozpaczliwie nieudany) ukazuje możliwość zmiany momentu pędu poprzez odpowiednie ułożenie nóg i rąk. Element psychologii uczenia zawarto w zabawnym stwierdzeniu „nie próbuj tego sam”. Kolejny przykład jest wbudowany w test w którym pada pytanie: dlaczego żyroskop utrzymuje równowagę?

Podręcznik multimedialny *Elektromagnetyzm*

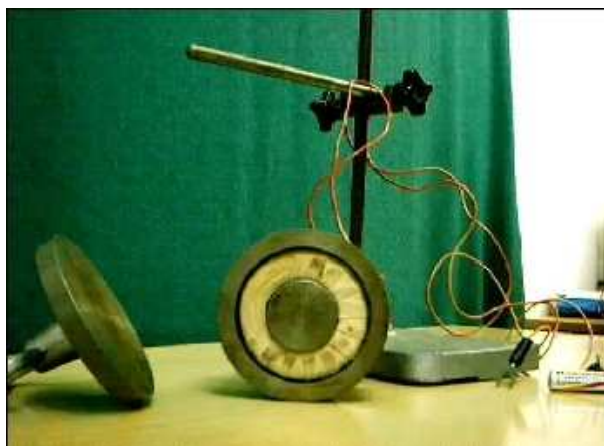
Podręcznik *Elektromagnetyzm*, przygotowany przez Rajmunda Spręge, zawiera przykłady trzech lekcji na poziomie gimnazjum dotyczące zagadnień:

1. elektromagnes,
2. siła elektrodynamiczna
3. silnik prądu stałego.

Do połączenia tych lekcji w całość posłużono się interfejsem napisanym w HTML – u. Na końcu każdej lekcji znajdują się pytania sprawdzające, na które z łatwością po lekcji każdy będzie mógł odpowiedzieć.

Pierwsza z lekcji zawiera opis i schemat budowy najprostszego elektromagnesu oraz filmy przedstawiające jego działanie. Oprócz tego na stronie znajdują się wyjaśnienia niektórych

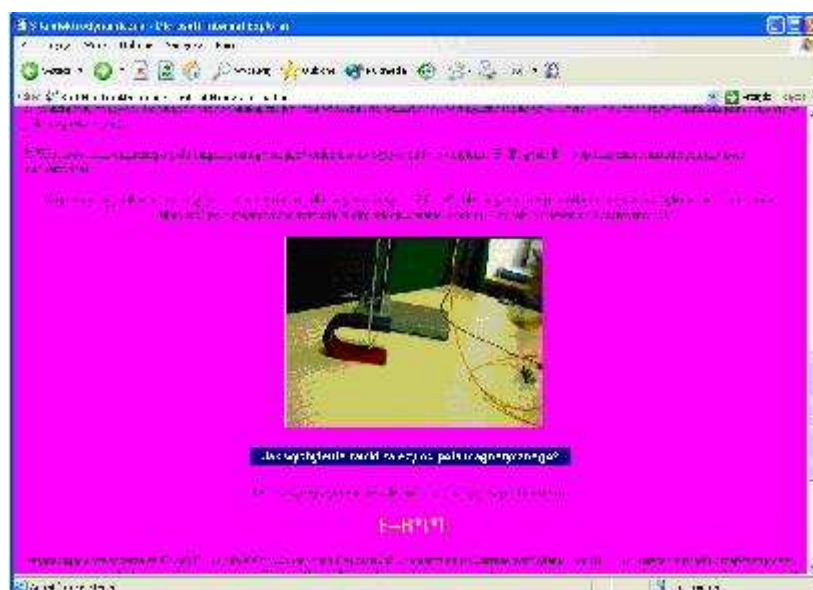
pojęć, takich jak zwojnica czy ferromagnetyk, do których jest dostęp na drugim poziomie.



Fot. 33 Klatka z filmu pokazującego działanie elektromagnesu z podręcznika *Elektromagnetyzm* (Spręga)

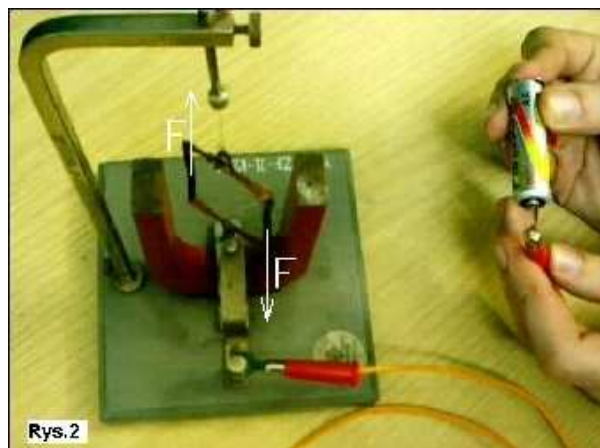
Lekcja, jak wszystkie, kończy się kilkoma pytaniami sprawdzającymi, które mają pomóc uczniom zapamiętanie najważniejszych informacji z danego tematu.

Lekcja dotycząca siły elektrodynamicznej zawiera filmy potwierdzające istnienie tej siły (doświadczenie z ramką w polu magnetycznym magnesu podkowiastego: ramka nie zasilana pozostaje w spoczynku, zasilana obraca się, odwrócenie polaryzacji prądu zmienia kierunek wychylenia, dodanie drugiego magnesu zwiększa amplitudę wychylenia). Oprócz tego wprowadza się wzór na obliczanie siły oraz regułę lewej dłoni.



Fot. 34 Zrzut ekranu pokazujący fragment lekcji w podręczniku *Elektromagnetyzm* (Spręga)

Zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały przedstawia trzecia lekcja. Zawiera ona opis najważniejszych jego części i dokładną analizę pracy silnika w postaci filmu i zdjęć. Zdjęcia obrazują kierunek działania siły elektrodynamicznej, dzięki której możliwa jest zamiana energii elektrycznej na mechaniczną w silniku.



Fot. 35 Kierunek działania siły elektrodynamicznej w podręczniku *Elektromagnetyzm* (Spręga)

Wszystkie lekcje są poprowadzone metodą problemową. Stawia się pytanie i przy pomocy doświadczania szuka się na nie odpowiedzi. Wiadomości, które powinny być już znane znajdują się na drugim poziomie, jako przypomnienie. Autor do przygotowania pracy skorzystał zarówno ze zbiorów laboratorium dydaktycznego uczelni, np. gotowych zestawów do indukcji elektromagnetycznej produkcji CEAZAS-u, jak i eksponatów podręcznych z kolekcji „Fizyka Zabawek” w PAP.

Prace magisterskie przygotowane z pomocą autorki, w Pomorskiej Akademii Pedagogicznej (obecnie Akademii Pomorskiej) w Słupsku bazują na różnych metodach nauczania fizyki.

W pracy *Astrofizyka* zawarte treści są ogólnie znane i teoretycznie dostępne w Internecie. Jednakże w praktyce, możliwość dysponowania materiałami „od ręki”, przejrzystość i łatwość dostępu oraz nieskomplikowana konstrukcja poziomów odniesienia, czynią tę płytę niezwykle użyteczną. W tym przypadku uczeń ma poczucie łatwości dostępu do wiedzy, co wyzwała pozytywne nastawienie.

Z ogromnych zasobów jakie znajdują się w sieci Internet, zostały wybrane treści, które nie zawierają błędów rzeczowych, są poprawne merytorycznie i dydaktycznie. Zebrane wiadomości zostały podzielone na różne poziomy przygotowania, co daje możliwość korzystania z Encyklopedii zarówno na poziomie podstawowym, jak i zaawansowanym. Treści podręcznikowe zredukowano do minimum na korzyść zdjęć, filmów, animacji i symulacji. Zachęca to do dalszego zagłębiania się w tajemnice Wszechświata.

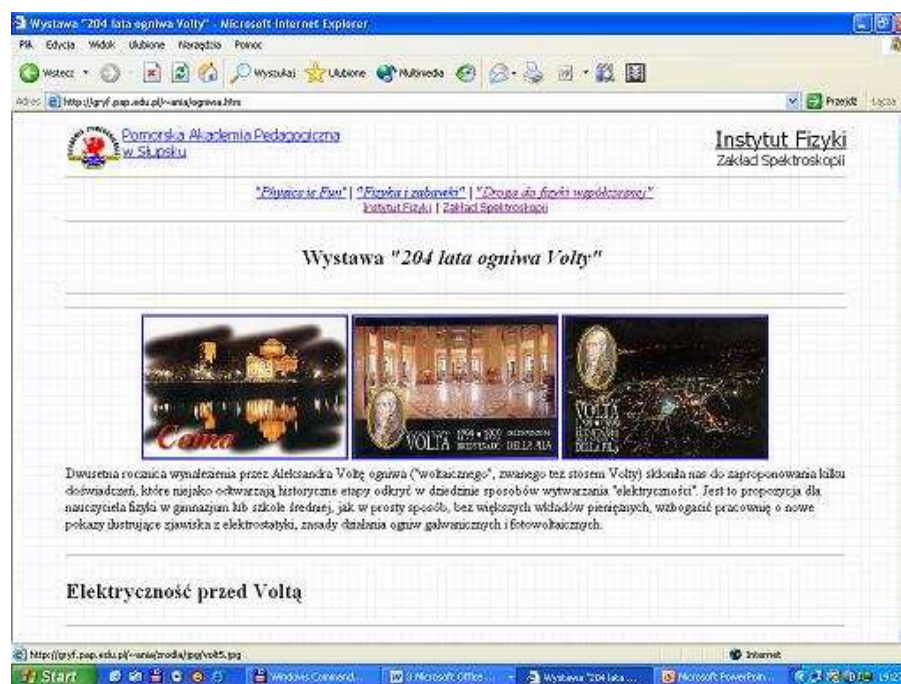
W dwóch przedstawionych powyżej podręcznikach (***Mechanika*** i ***Elektromagnetyzm***) zastosowano różne podejście do uczniów. Podręcznik ***Elektromagnetyzm*** omawia treści w sposób bardziej systematyczny i nieco sekwencyjny. ***Mechanika*** natomiast korzysta z szeregu elementów „rozrywki”, poczynając od „muzyczki” na stronie wejściowej. W zgodnej ocenie uczniów, ***Mechanika*** jest dużo ciekawsza, co znajduje też odzwierciedlenie w porównaniu trwałości zapamiętywania treści z jednego i drugiego podręcznika.

Kolejny podręcznik - ***Termodynamika*** - jest jeszcze inną próbą – pokazanie filmu przedstawiającego atrament rozpuszczający się w akwarium „od tyłu” wywołuje natychmiastową reakcję emocjonalną uczniów.

Z powyższych przykładów widać, że możliwości techniczne dostępnego domowego sprzętu komputerowego pozwalają samodzielnie tworzyć własne dyski multimedialne. Na podstawie dostępnych w Internecie lub na innych dyskach materiałów, uwzględniając opracowany przez siebie, oryginalny tok nauczania, możemy stworzyć preferowaną ścieżkę nauczania dotyczącą określonego tematu. Do tego włączyć możemy film z eksperymentu, którego nie można było wykonać w klasie, a który można opracować przy pomocy komputera. Niewątpliwymi atutami środków multimedialnych są interaktywność, indywidualizacja nauczania, możliwość prowadzenia nauczania oraz motywowanie do osiągania lepszych rezultatów. Stosowane dotąd ostrożnie, mogą w przyszłości - po upowszechnieniu nowych rozwiązań - okazać się "nową jakością" nauczania.

2.4 Ścieżki multimedialne

Przykładem rozbudowanej ścieżki multimedialnej przygotowanej przez autorkę jest rozbudowana wersja strony internetowej „Ogniwo Volty”. Pod pretekstem przeglądu historycznego odkryć w zakresie elektrostatyki i elektryczności omawiane są niektóre nieznane aspekty rozwoju historycznego, np. dyskusja nad dwoma (Symmer) czy jednym (Volta) „płynem” elektrycznym.



Fot. 36 Przykład ścieżki multimedialnej (A. Kamińska)

Ścieżka pogłębia np. zagadnienia elektrochemii – potencjałów normalnych, ogniw, w tym baterii litowych, czy ogniw paliwowych (wodorowych). Pod tytułem ogniw „fizycznych” omawia ogólnie zasady wytwarzania prądu (indukcja Faradaya, zjawisko Seebecka, zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne).

Ścieżka jest ilustrowana materiałami przygotowanymi w laboratorium multimedialnym AP (zdjęcia, filmy) pokazującymi np. generację prądu za pomocą cewki Helmholtza w ziemskim polu magnetycznym, generację napięcia za pomocą diody fotoluminescencyjnej, generację ładunków elektrostatycznych za pomocą zapalniczki piezoelektrycznej czy symulację działania ogniwa.

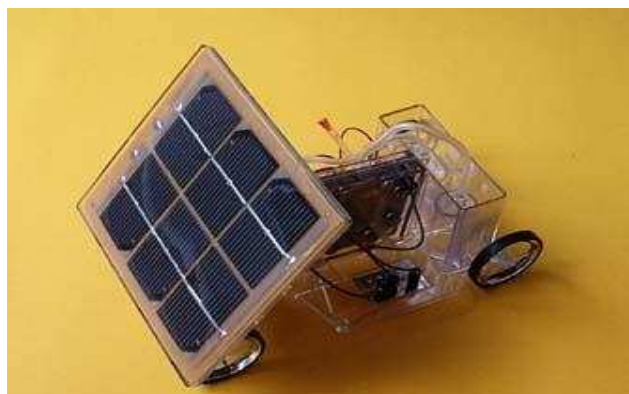
Ścieżka została podzielona na siedem części. Pierwsza część „Elektryczność przed Voltą” zawiera opisy i przykłady obserwacji elektryzowania się ciał, które znane były już za czasów Talesa z Miletu, a doświadczenia z tym związane były ulubioną rozrywką arystokratów w XVIII w. W części „Volta czy Galvani” - przytoczone są historyjki dotyczące rozważań uczonych nad naturą elektryczności.

Kolejna część „Baterie, baterie ...” zawiera opis najbardziej popularnych źródeł prądu, jakimi są baterie wszelkiego typu, dokonano tam prezentacji różnych wzorców napięcia. Zaprezentowano tutaj ogniwa galwaniczne i wyjaśniono ich zasadę działania przy wykorzystaniu symulacji komputerowej (foto poniżej).



Fot. 37 Symulacja - działanie ogniwa

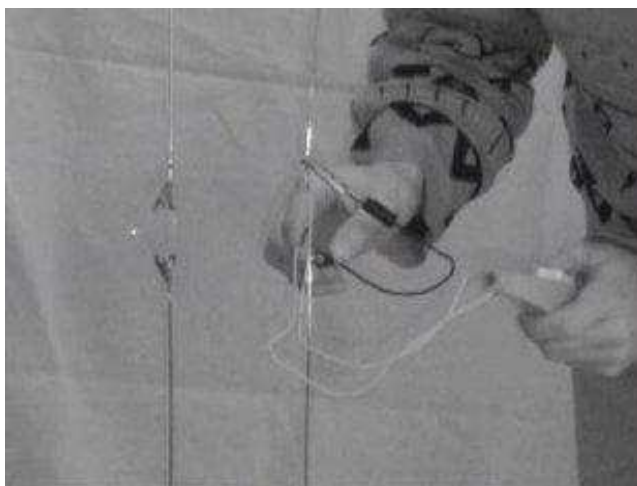
Przedstawione są tu również baterie przyszłości, tzn. takie, które mogą wykorzystywać alternatywne źródła, np. ogniwo paliwowe, które wytwarza prąd dzięki wykorzystaniu wodoru i jest ekologiczne – przy produkcji energii wydziela się tylko woda. Opisano i zaprezentowano po raz pierwszy model samochodu na ogniwo paliwowe (zdjęcie modelu poniżej – fot.38).



Fot. 38 Model samochodu na wodę

W części „Równania Maxwella” zostały zaprezentowane cztery prawa Maxwella w formie całkowej i różniczkowej, ale z taką interpretacją, aby można je było łatwiej zapamiętać, np. prawo Gaussa dla magnetyzmu, mówiące o tym, że strumień pola magnetycznego przechodzący przez zamkniętą powierzchnię jest równy zero, zapisano jako: „Ile wody wciecze, tyle uciecze”.

Przedstawione tutaj zostały również doświadczenia potwierdzające istnienie fal elektromagnetycznych i prezentujące prawa Maxwella np. doświadczenie Hertza – przedstawiono za pomocą drutów do robót ręcznych i zapalacza piezoelektrycznego.



Fot. 39 Prezentacja doświadczenia Hertza (A. Krzysztofowicz, A. Kamińska)

W dalszej części ścieżki zaprezentowane zostały doświadczenia potwierdzające wcześniej przedstawione teorie oraz odtworzone doświadczenia historyczne, przedstawiono również życiorysy piętnastu naukowców, mających największy udział w historii elektryczności.

Powyższa ścieżka może być wykorzystana na kilku lekcjach fizyki zarówno w gimnazjum jak i w szkole ponadgimnazjalnej. Materiały zawarte w ścieżce multimedialnej mogą także służyć uczniom jako uzupełnienie lekcji, utrwalenie i rozszerzenie materiału zdobytego w szkole. Różnorodne doświadczenia i ciekawostki zawarte w materiałach ścieżki zachęcają do dalszego poszukiwania i rozwiązywania tajemnic świata i przyrody.

Płyta CD „Fizyka Zabawek”

W wyniku kilkuletnich doświadczeń z wystawą „Fizyka zabawek” powstała płyta CD o tym samym tytule (Karwasz G., red. 2005). Zebrane tutaj materiały łączą wyniki obserwacji i doświadczeń związanych z przeprowadzonymi wcześniej dziesiątkami wystaw odbywających się w różnych okolicznościach.



Fot. 40 Zrzut z płyty „Fizyka zabawek”

Płyta dostarcza, w formie wirtualnej, te wszystkie pomoce, których w jednym gabinecie fizycznym nawet pomieścić się nie da. Znajdują się tu filmy obrazujące działanie zabawki – np. nagrano kilka wersji przewracania się bąka, kręcący się bączek w każdej chwili można zatrzymać, bez konieczności czytania instrukcji i prób przed lekcją. Płyta pokazuje, jak z tych pomocy wybrać coś na poszczególne tematy lekcyjne np. wszystkie możliwe wańki - wstańki działają na tej samej zasadzie co dwa widelce z gwoździem i korkiem. Dzięki odsyłaczom do zabawek działających na podobnej zasadzie, nauczyciel jest w stanie zaprezentować to samo zjawisko na kilka sposobów. Opisy zabawek przedstawiają tylko konieczne wyjaśnienia praw fizycznych, bez skomplikowanych zagadnień.

Poniżej przedstawiono przykładowy opis jednej z zabawek z płyty „Fizyka zabawek”.

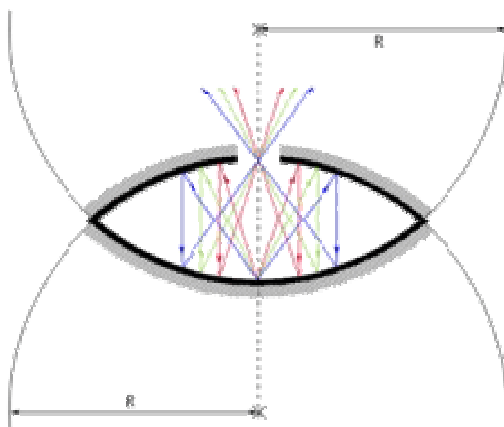
Miraż (fatamorgana)

Z powierzchni dziurawej "muszli" patrzy na nas świnka, ale kiedy próbujemy ją złapać - nasze palce chwytają powietrze.

Patrząc nieco z boku na otwór zabawki, widzimy obraz przedmiotu, który w rzeczywistości znajduje się na jej dnie. Obraz ten jest tak wyraźny, że można przez pomyłkę uznać go za rzeczywisty przedmiot. Dopiero sięgając po niego ręką można się przekonać, że w tym miejscu nic nie ma.



Zabawka ta składa się z dwóch wklęsłych zwróconych do siebie *zwierciadeł sferycznych*. Oba zwierciadła mają taką samą *ogniskową*, a odległość między zwierciadłami (wzdłuż osi optycznej układu) równa jest wielkości tej ogniskowej (czyli połowie promienia krzywizny).



Bieg promieni świetlnych tworzących miraż pokazuje rysunek obok. Promienie świetlne wychodzące z przedmiotu rozpoczynają bieg w ognisku zwierciadła górnego, więc odbijają się od zwierciadła górnego równolegle do osi optycznej i podążają w kierunku zwierciadła dolnego. Następnie odbijają się od zwierciadła dolnego, <J:\files\optyka\mirage-zoom.html> w kierunku ogniska tego zwierciadła, które znajduje się w otworze zwierciadła górnego. W efekcie w otworze zwierciadła górnego powstaje odwrócony rzeczywisty obraz przedmiotu.

Ze względu na tzw. **aberrację sferyczną** przedmiot, którego miraż chcemy uzyskać za pomocą tej zabawki musi być względnie mały w stosunku do promienia krzywizny zwierciadeł. Musi on też być stosunkowo niski, aby powyższe rozważania na temat powstawania obrazu były słuszne (punkty przedmiotu położone wyżej, czyli bliżej górnego zwierciadła, są powiększane inaczej niż punkty leżące w ognisku).

Zabawkę tą można nazwać "mirażem" lub "fatamorganą", ponieważ to co widzimy jest obrazem przedmiotu, który w rzeczywistości znajduje się poza zasięgiem naszego wzroku. W tym przypadku "fatamorgana" została stworzona za pomocą dwóch wklęsłych zwierciadeł, inaczej niż jak bywa to na pustyni, gdzie nagrzewanie się powietrza przy powierzchni ziemi powoduje zmianę współczynnika załamania światła w powietrzu i przez to zakrzywienie się promieni świetlnych, co powoduje powstawanie złudnych obrazów.

Powyższy przykład wybrano nieprzypadkowo. Tzw. znikająca świnka wzbudza (jak zauważyliśmy już na wystawie w 1998 r. w Słupsku) niezwykle zainteresowanie. Zwiedzający ukradkowo próbują złapać świnkę. Bierze się to zarówno z potrzeby poznawczej, jak z efektu naśladownictwa. Jeden uczeń nie potrafi złapać świnki, inni natychmiast to naśladowują. Z tego powodu świnka jest „żelaznym” eksponatem na

wszystkich wystawach.

Wbrew pozorom, bez schematu (zawartego w opisie), opierając się tylko na równaniu zwierciadła sferycznego:

$$1/f = 1/p + 1/q$$

gdzie: f – ogniskowa, p – odległość przedmiotu, q – odległość obrazu;

nie jest możliwe wytłumaczenie powstania obrazu w danym miejscu.

Ponieważ przedmiot znajduje się w ognisku ($p = R/2$), więc pierwszy obraz, zgodnie z równaniem zwierciadła wklęsłego powstaje formalnie w nieskończonej odległości $q \rightarrow \infty$, czyli równanie jest rozbieżne (w zwierciadłach sferycznych powstające obrazy są pozorne). Dopiero po rozrysowaniu biegu promieni i uwzględnieniu faktu, że odbijają się one od dwóch zwierciadeł, możliwe jest zrozumienie zagadnienia. Promienie świetlne wychodzące z przedmiotu rozpoczynają bieg w ognisku zwierciadła górnego, więc odbijają się od niego równolegle do osi optycznej i podążają w kierunku zwierciadła dolnego. Następnie odbijają się od zwierciadła dolnego, w kierunku ogniska tego zwierciadła, które znajduje się w otworze zwierciadła górnego. W efekcie w otworze zwierciadła górnego powstaje odwrócony rzeczywisty obraz przedmiotu.

Podobne kontrowersje budzą również inne przedmioty, które staramy się wyjaśnić na odpowiednim poziomie, tak aby były zrozumiałe dla uczniów na poziomie gimnazjalnym. Opisy te dają również nauczycielom podstawę do dalszego rozważania problemu.

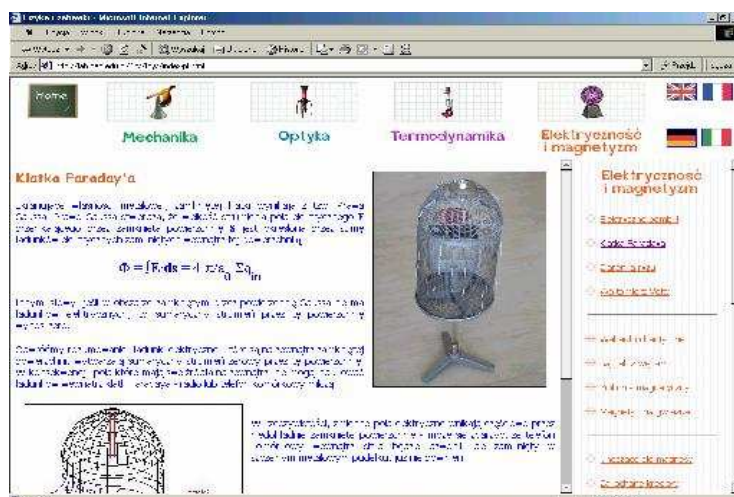
Płyta CD „Physics and Toys”

Kolejną pracą, zasadniczo różną od poprzedniej, jest płyta „Physics and Toys” stworzona przez AP w Słupsku (Karwasz, red. 2006), w ramach projektu Unii Europejskiej „Physics is Fun”. Krótkie wersje opisów oraz całość z działu „Elektryczność i Magnetyzm” na tej płycie zostały przygotowane przez autorkę. Na płycie tej znajduje się jeszcze więcej (niż w poprzedniej wersji) opisów, zdjęć, schematów i filmów w pięciu językach: polski, angielski, francuski, niemiecki i włoski.



Fot. 41 Zrzut z płyty „Physics and Toys” – I poziom

Opisy są na dwóch poziomach zaawansowania, pierwszy poziom przeznaczony dla uczniów gimnazjum, drugi – bardziej zaawansowany, dla uczniów liceum.



Fot. 42 Zrzut z płyty "Physics and Toys" - II poziom

„Żelaznym” zaleceniem koordynatora projektu (Grzegorza Karwasza) dla tekstów tej płyty było ściśle zachowanie struktury 3x2 zdania. Dwa pierwsze zdania w kolorze zielonym czcionki wprowadzają problem odwołując się zazwyczaj do doświadczenia codziennego, np. „Spójrz na ...”.

Dwa następne zdania, w kolorze niebieskim wyjaśniają minimum zjawiska. Innym „żelaznym” zaleceniem było użycie nie więcej niż jednego nowego terminu i odwołanie do nie więcej niż jednego zagadnienia już znanego (zasada 1 ½ bitu nowości), np. „jak wiesz...”

Dwa ostatnie zdania to „utrwalacz wiedzy”: odwołanie do skojarzeń i możliwie żartobliwe zakończenie.

Na drugim poziomie znajdują się bardziej zaawansowane opisy, wyjaśnienie zagadnienia od strony czysto fizycznej, z wykorzystaniem odpowiednich wzorów. Wszystko zostało potwierdzone przykładami z zastosowaniem danych praw w życiu codziennym.

Wszystkie zabawki podzielono na cztery działy fizyki, ale każdy dział został też podzielony na sześć grup. W każdej grupie skupione są przedmioty opisujące to samo zagadnienie fizyczne, np. w dziale elektryczność i magnetyzm dokonano podziału na: oddziaływania elektrostatyczne, w tej grupie znajdują się: elektryczne bombki, klatka Faraday’a, ziarenka ryżu, woltomierz Volty; drugą grupę stanowią oddziaływania magnetyczne, do których zaliczono: wahadło chaotyczne, bączek z węzłem, znikopis magnetyczny, magnetyczna gwiazdka; kolejna grupa to lewitacja magnetyczna, a w niej znajdują się opisy: unoszące się magnesy, zakochane kręcioły, lewitujące hantle, lewitron itd.

W podgrupach po cztery „zabawki” zastosowano rygorystycznie zasadę stopniowania trudności. I tak bombki odwołują się do ładunków punktowych, klatka Faradaya do bardziej skomplikowanego zagadnienia ładunków wewnątrz przewodnika, ziarenka ryżu – do oddziaływania ładunków nie- punktowych, ale rozciągniętych i wreszcie „woltomierz” Volty do separacji ładunków.

Przykładowy opis zabawek z płyty „Physics and Toys”

Bączek z wężem

Bączek kręcąc się obraca wokół siebie węża zrobionego z cienkiej żelaznej blaszki. Jeśli zbliży się drugiego węża bąk zaczyna tańczyć wokół nich.

Końcówka metalowego bączka jest z magnesu, co powoduje, że stalowe blaszki węży są przyciągane. Bąk obracając się przesuwa się



po obwodzie węży.

Blaszki są lekkie i wykonane ze stali, która

łatwo, lecz nietrwale magnesuje się. Dlatego ogon węża łatwo „zapomina”, że przed chwilą był głową, czyli biegunem magnetycznym przeciwnego znaku.

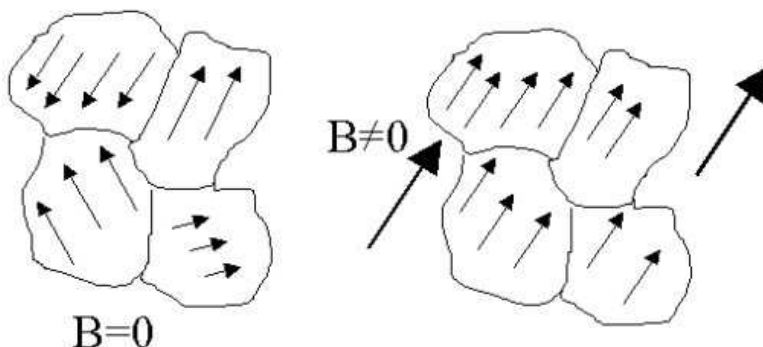


Dodatkowo pomalowany w kolorowe paski bąk tańcząc

wokół węży hipnotyzuje obserwatora swoimi miarowymi obrotami. Podobnie ten wielki bąk nie odrywa się od swojej obręczy. Siły magnetyczne są całkiem spore.

Wiecej - II poziom

Blaszki węży są wykonane ze stali, czyli z ferromagnetyka. Ferromagnetyk to substancja o bardzo silnych właściwościach magnetycznych: każdy atom ferromagnetyka wytwarza własne pole magnetyczne. Co więcej, atomy te mają tendencję do ustawiania się w taki sposób, aby ich pole magnetyczne miało taki sam kierunek, co pole magnetyczne atomów sąsiednich. W rezultacie tworzą się duże obszary w których pole magnetyczne ma stały kierunek - nazywamy je **domenami magnetycznymi**. Pole magnetyczne każdej z domen może być ustawione w zupełnie dowolnym kierunku. Dlatego ferromagnetyk może nie wytwarzać zewnętrznego pola magnetycznego, czyli może nie być magnesem. Gdy jednak umieścimy ferromagnetyk w zewnętrznym polu magnetycznym (np. pochodzącym od magnesu), wówczas domeny zaczynają ustawiać się zgodnie z nim i ferromagnetyk sam staje się magnesem.



Domeny raz uporządkowane niechętnie wracają do pierwotnego chaosu. Nawet, gdy zewnętrzne pole magnetyczne zmniejszy się

do zera, część domen nadal jest uporządkowana - ferromagnetyk stał się więc magnesem.

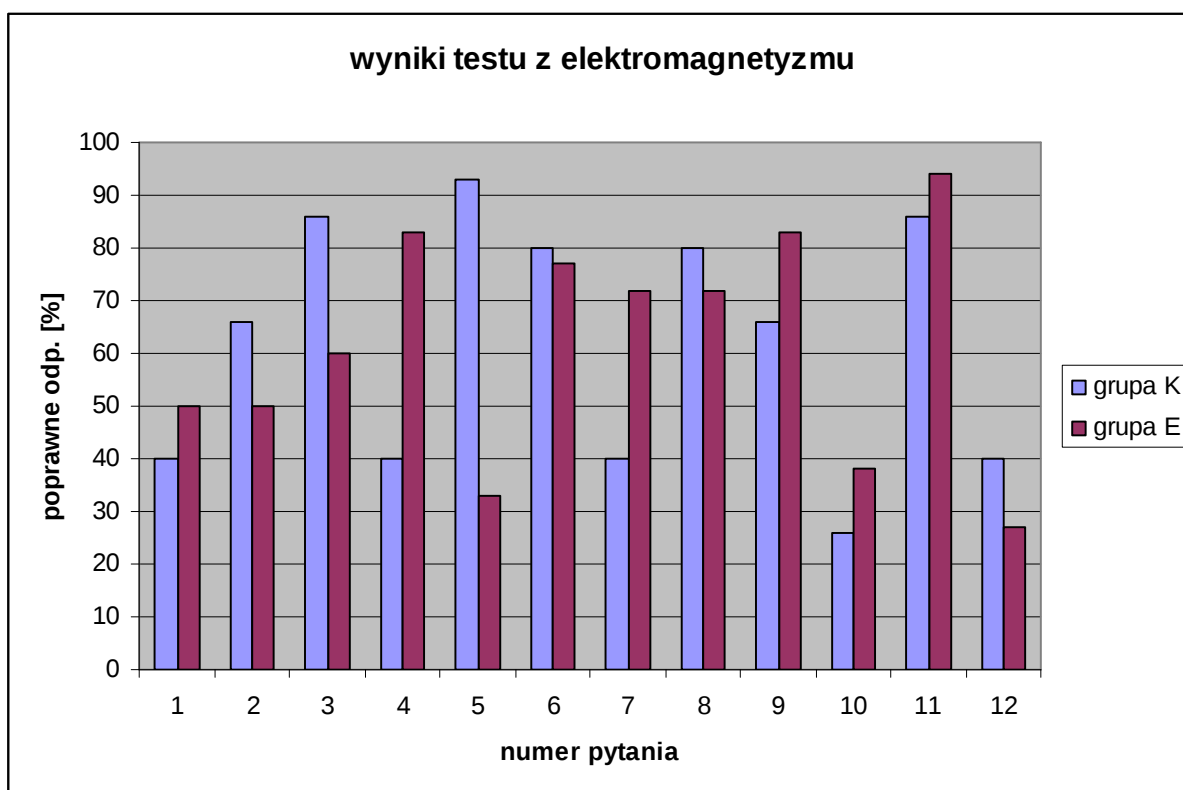
Substancję, która łatwo się namagnesowuje (wystarczy małe zewnętrzne pole magnetyczne, aby osiągnąć nasycenie), ale równie łatwo się rozmagnesowuje - nazywany **ferromagnetykiem miękkim**. Blaszki węża są ferromagnetykiem miękkim, w odróżnieniu od końca bączka, zrobionego z materiału rozmagnesowującego się z trudem, czyli z **ferromagnetyka twardego**.

Pozostaje do wyjaśnienia, dlaczego bączek przyciąga brzeg węża, a nie środek blaszki. Jest to nieco podobne do naładowanej elektrostatycznie plastikowej pałeczki, która przyciąga przez indukcję skrawki papieru - zawsze za ich końce (gdzie pole elektryczne jest silniejsze).

Podobnie igła magnetyczna jest namagnesowana wzdłuż a nie w "poprzek" - domeny wolą porządkować się "gęsiego" a nie szeregiem. Wówczas energia takiego układu jest niższa.

(A. Kamińska, red. G. Karwasz, 2006)

W rozdziale tym zostały przedstawione szczegółowe przykłady konkretnych form multimedialnych, przygotowanych przez autorkę (przy współpracy pracowników Instytutu Fizyki z AP w Słupsku), które były wykorzystane w badaniach efektywności dydaktycznej na lekcjach fizyki.



Źródło: opracowanie własne autora.

Spośród wszystkich pytań w obu klasach najmniej trudności sprawiło pyt. 11: „W jaki sposób działa prądnica?” – grupa K 86 % poprawnych odpowiedzi, grupa E - 94 %. Jednak z określeniem kierunku pola magnetycznego wokół przewodnika prostoliniowego (pyt. 4) w klasie tradycyjnej miało problem 60 % uczniów, podczas gdy w klasie multimedialnej tylko 17 %. Podobnie grupa E była zdecydowanie lepsza w odpowiedzi na pytanie 7: „Od czego zależy kierunek siły działającej na ramkę z prądem”.

Na pytanie 6: „Co to jest siła elektrodynamiczna” – w grupie K 80 % poprawnych odpowiedzi, w grupie E - 77%. Pytanie 10: „Kiedy nie powstaje prąd indukcyjny” – obie grupy miały poważne problemy z poprawną odpowiedzią. Problem może wynikać z tego, że w obu grupach na lekcji były podane przykłady, kiedy powstaje prąd indukcyjny, a nie było mowy o tym kiedy nie powstaje. Z drugiej jednak strony, pytanie nr 10 celowo miało charakter problemowy, wymagający rozumowania „przez eliminację” – uczeń powinien był rozważyć wszystkie przypadki powstawania prądu (poruszanie cewką, wsuwanie i wysuwanie magnesu, zmiana prądu w cewce „sterującej”) i przez eliminację oddzielić odpowiedzi, że prąd nie powstaje, kiedy nie ulega zmianie pole magnetyczne w obszarze cewki „sterowanej” (innymi słowy – nie ulega zmianie „strumień pola”).

Pomimo tego, że w grupie eksperymentalnej na działanie elektromagnesu (pyt. 5) poświęcono 2 godz. lekcyjne - praca z podręcznikiem multimedialnym oraz referat ucznia, to pytanie sprawiło trudności. Uczniowie mieli problem z dopasowaniem odpowiedniej odpowiedzi być może ze względu na niezrozumienie pytania, lub nieuważne przeczytanie jego treści. Na pyt. 5 „Jak działa elektromagnes” tylko 33% uczniów klasy multimedialnej udzieliło poprawnej odpowiedzi. Może to wynikać z faktu, że podczas pokazu modelu elektromagnesu w klasie tradycyjnej nauczyciel kilka razy powtarzał sposób działania elektromagnesu, a do tego uczniowie mogli samodzielnie sprawdzić jego działanie organizując zawody w przeciąganiu się. Ten element zabawowy spowodował zapewne większe zainteresowanie urządzeniem, a w związku z tym lepsze przyswojenie i zrozumienie zasady działania. Klasa multimedialna działanie elektromagnesu obserwowała tylko na filmie. Na tym przykładzie widać, że brak rzeczywistego kontaktu z doświadczeniem powoduje niezrozumienie zagadnienia.

Odpowiedź na pytanie 12: „W jaki sposób przesyłana jest energia elektryczna” w obu grupach sprawiała problem, w grupie E – 40 % poprawnych odpowiedzi, w grupie K - 27 %. W obu grupach była mowa o tym, ale nie zostało to odnotowane. W obu grupach nie użyto przyrządów (ani środków multimedialnych) do ilustracji zagadnienia.

W obu grupach pytania, które dotyczyły zjawisk zademonstrowanych na lekcji (np. model silnika, ruch ramki w polu magnetycznym), miały wysoki procent poprawnych odpowiedzi. Można na podstawie testu wyciągnąć wniosek, że nie powinno się nawet najskromniejszego pokazu zastępować pogadanką.

Ważnym wnioskiem z powyższego testu jest fakt, iż w grupie E uczniowie lepiej odpowiadali na te pytania, które wymagają wyobraźni przestrzennej do zrozumienia zagadnień z fizyki. Świadczy to, o tym, że programy komputerowe pomagają zrozumieć te zagadnienia uczniom w gimnazjum.

Pomimo nienajlepszych wyników w grupie eksperymentalnej oceny pozytywne uzyskało więcej procent uczniów - 88% w porównaniu z 72% w grupie porównawczej, (tabela 1). Również średnia z ocen jest wyższa (3,17) w klasie multimedialnej, w porównaniu ze średnią ocen (2,93) w klasie tradycyjnej. W grupie E było znacznie więcej ocen dobrych,

mimo braku ocen bardzo dobrych.

Z przeprowadzonego powyżej testu wynika, że na poziomie szkoły gimnazjalnej uczniowie nie są w stanie samodzielnie przyswoić i zrozumieć istotnych wiadomości. Mając do dyspozycji zbyt dużo środków multimedialnych (mogli podczas lekcji korzystać z podręcznika multimedialnego, encyklopedii, Internetu, podręczniki zawierały filmy i symulacje z prezentowanego działu, dostępne także były doświadczenia realne), nie są w stanie opanować podstawowej wiedzy. Zbyt duża ilość bodźców stymulujących sprawiła, że większość uczniów poczuło się zagubionych. Bez wyraźnych wskazówek nauczyciela nie widać istotnej różnicy w porównaniu z klasą prowadzoną w sposób tradycyjny.

Obserwacja ta jest zgodna z wcześniej przedstawioną teorią C. Leuba (Strykowski, 1984). Zwraca on uwagę, że jeśli ogólny stopień pobudzenia organizmu jest zbyt wysoki to spada aktywność ucznia. Spadek aktywności wiąże się ze zmniejszeniem koncentracji, a co za tym idzie z mniejszą zdolnością przyswajania i rozumienia informacji.

Zakończenie

Niniejsza praca jest podsumowaniem mojej wieloletniej działalności nad rozwijaniem i dydaktyczną implementacją nowych, multimedialnych metod i środków nauczania. Na działania te złożyła się praktyka dydaktyczna w szkole, działalność naukowa na uczelni wyższej i w ramach projektów badawczych Unii Europejskiej (Supercomet 2, MOSEM, „Physics is Fun”) oraz liczne inicjatywy popularyzatorskie opisane w niniejszej pracy. Wynikiem tych działań są nowe metody nauczania oraz nowatorskie pomoce dydaktyczne, zarówno w postaci obiektów do samodzielnego (lub kierowanego) eksperymentowania jak i pomoce wirtualne. Przez blisko 10 lat praktyki dydaktycznej wprowadzałam stopniowo różne metody do nauczania, osiągając obecnie stan opisany w paragrafie „blended learning”.

Problemy poruszane w pracy dotyczyły miejsca i roli multimediiów w przekazie edukacyjnym oraz sposobów ich efektywnego wykorzystania. Z punktu widzenia technologii kształcenia mówimy o nauczaniu multimedialnym, które polega na odpowiednim użyciu złożonych środków dydaktycznych w procesie kształcenia. Przydatność multimediiów w nauczaniu analizowano na przykładzie lekcji fizyki w gimnazjum.

Przetestowano różne formy multimedialne – pokaz, doświadczenia samodzielne, wystawy dydaktyczne, lekcje z Internetem, lekcje z materiałami na płytach CD (podręczniki multimedialne, encyklopedie i ścieżki itp.). Wyniki zarówno testów dydaktycznych jak i moja systematyczna obserwacja postępów uczniów, pozwalają stwierdzić, że dopiero właściwa kombinacja różnych metod i środków dydaktycznych istotnie wpłynęła na podniesienie efektywności nauczania.

W niniejszej pracy skupiałam się jedynie na fizyce, i to głównie na elektromagnetyzmie. Podniesienie efektywności nauczania w skali choćby jednej szkoły wymagałoby podobnych działań w innych przedmiotach i/lub działach. Rozumiem więc ograniczone znaczenie niniejszej pracy, jednocześnie uczestnicząc w nowych projektach dydaktycznych UE (MOSEM, MOSEM2) mam nadzieję, iż wypracowane przy moim współudziale środki i metody dydaktyczne znajdą szersze zastosowanie.