

Dr hab. Ryszard Drozdowski, prof. UG
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Uniwersytetu Gdańskiego
ul. Wita Stwosza 57
80-345 Gdańsk

Gdańsk 2014.04.14

Opinia o produktach finalnych projektu „e-Doświadczenia w fizyce”

Od wielu lat powszechna jest opinia, że maleje zainteresowanie absolwentów szkół średnich naukami ścisłymi. Z kolei w opinii uczniów nauki przyrodnicze, a szczególnie fizyka są bardzo trudne i tylko nieliczni uczniowie decydują się na zdawanie egzaminu maturalnego z fizyki. Mimo to część absolwentów szkół średnich decyduje się na podjęcie studiów politechnicznych, czy uniwersyteckich związanych z naukami przyrodniczymi mając na uwadze, że tego typu wykształcenie otwiera szeroki dostęp do rynku pracy. Tylko dla nielicznych, fizyka stanowi drogę do poznania natury i jest inspiracją do dalszych studiów. Przeprowadzono wiele analiz przyczyn takiego stanu rzeczy w wieku rozwoju technologii, podboju kosmosu i innych spektakularnych osiągnięć nauk ścisłych. Mimo to, problem pozostaje otwarty. Dzięki rozwojowi nauk ścisłych nasze życie stało się ciekawsze, łatwiejsze i dłuższe. Jednakże pomimo znacznego wzrostu ilości osób legitymujących się wyższym wykształceniem to wielu użytkowników sprzętu codziennego użytku nie rozumie istoty działania tych urządzeń. W przypadku niektórych zdarzeń brak tego zrozumienia jest źródłem napięć i konfliktów społecznych. Na przykład wprowadzając do użytku coraz więcej urządzeń energochłonnych, które podnoszą standard naszego życia, musimy mieć na uwadze konieczność produkcji energii elektrycznej i związanej z tym degradacji środowiska. Rozumiejąc prawa natury możemy prowadzić merytoryczną debatę społeczną i dokonywać świadomych wyborów.

Organizacje naukowe w Polsce i na świecie od lat stosując różnego rodzaju metody starają się upowszechniać zdobycze nauki i techniki. Głównym celem Polskiego Towarzystwa Fizycznego jest rozpowszechnianie fizyki wśród młodzieży jak i wśród osób dorosłych poprzez organizowanie i wspieranie różnego rodzaju inicjatyw (pikniki i sympozja naukowe, wykłady popularno-naukowe itp.). Między innymi w tym celu stworzono różnego rodzaju centra rozpowszechniania nauki – Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, Centrum Hewelianum w Gdańsku, Centrum Nauki Eksperyment w Gdyni itp., a także różnego rodzaju muzea techniki. Ośrodki takie nie są dostępne dla wszystkich i trudno opierać się na ich bazie w przypadku prowadzenia regularnych lekcji fizyki. Można stwierdzić, że najważniejszą rolę w procesie „poznania” sprawuje szkoła i między innymi nauczyciel fizyki, który zwykle jest pierwszą osobą która merytorycznie stara się odpowiedzieć młodemu człowiekowi „jak to działa?”. Niestety, nawet w bogato-wyposażonych szkołach nie ma możliwości przeprowadzenia wszystkich elementarnych doświadczeń stanowiących podstawę „działania natury”. Dlatego moim zdaniem, wszelka inicjatywa dająca możliwość zrozumienia podstawowych praw fizyki dla szerokiej rzeszy odbiorców jest bardzo cenna.

Uważam, że projekt „e-Doświadczenia w fizyce” jest naturalną konsekwencją rozwoju nauki, a jednocześnie jest ogromną szansą dla powszechnego zainteresowania fizyką. Projekt ten skupia w sobie dwa bardzo ważne aspekty: po pierwsze umożliwia przeprowadzenie

różnych doświadczeń bez długotrwałych przygotowań i ponoszenia kosztów, po drugie umożliwi obserwację doświadczenia w „locie”. Należy zaznaczyć, że żadna symulacja nie zastąpi rzeczywistego doświadczenia, kiedy to dotykamy różnego rodzaju materiałów, czujemy zapachy, obserwujemy prawdziwe mierniki i zmagamy się z przyrządami (trzeba przeczytać instrukcje obsługi i zadbać o bezpieczeństwo pracy). Jednakże przeprowadzając rzeczywiste doświadczenie nie zawsze możemy zaobserwować i uchwycić wszystkie aspekty badanego problemu w warunkach szkolnego laboratorium. Czasami doświadczenie przebiega zbyt szybko (np. zderzenia) i w zasadzie bez wykonywania fotografii lub filmu trudno jest sprawdzić proste zależności wynikające z praw fizyki. Jednakże zdajemy sobie sprawę, że w takim przypadku wykonanie fotografii (nawet aparatem cyfrowym), przeniesienie ich do pamięci komputera i analiza obrazu są bardzo czasochłonne i z pewnością mamy zbyt mało czasu na lekcjach fizyki aby takie pomiary powtórzyć kilka razy dla różnych parametrów fizycznych. W e-doświadczeniu zmianę wszelkich parametrów fizycznych możemy obserwować na bieżąco, doświadczenie można zatrzymać w dowolnym momencie i po przeanalizowaniu sytuacji kontynuować je lub powtórzyć. W wielu doświadczeniach autorzy zadbali o to aby pewne parametry fizyczne układu (np. rozkład sił podczas ruchu harmonicznego) były na bieżąco monitorowane i widoczne na ekranie komputera nie tylko w postaci liczb obrazujących ich wartości, ale także w postaci odpowiednio zmieniających się wektorów. To jest bardzo ważne bo pamięć wzrokowa pozwala na długotrwałe zapamiętanie przebiegu zjawiska. Skierowanie projektu e-Doświadczenia do uczniów szkół ponadgimnazjalnych jest bardzo trafne. Uczniowi tacy mają już podstawową wiedzę i umiejętności matematyczne umożliwiające w jasny sposób wyjaśnić i opisać przebieg zjawiska fizycznego.

Krótko podsumowując można stwierdzić, że e-Doświadczenia odpowiednio rozpropagowane mogą odgrywać ważną rolę w rozpowszechnianiu fizyki. Sprawdziłem, wszystkie doświadczenia bez żadnego problemu można było uruchomić w wersji on-line, chociaż do pracy wybierałem wersję off-line, co uniezależniało mój komputer od połączenia z Internetem w trakcie działania programu. Zainstalowanie programów nie wymagało posiadania żadnych dodatkowych płatnych elementów oprogramowania. Tu należy podkreślić, że pomimo iż e-Doświadczenia skierowane są do uczniów szkół ponadgimnazjalnych to ich użytkownikami mogą być wszyscy. Zarówno studenci kierunków interdyscyplinarnych gdzie fizyka wykładana jest tylko w jednym lub dwóch semestrach w ramach powtórki i rozszerzenia w wybranych aspektach (fizyka-medyczna, bioinformatyka, fizyka z informatyką itp.) jak i osoby, które miały kiedyś jakąś styczność z fizyką i teraz chcą znowu powrócić do poznawania praw natury. Również, uzdolnieni uczniowie gimnazjów mogą czerpać wiele radości z korzystania z e-Doświadczeń. Wziąwszy pod uwagę, że obecnie praktycznie w każdym domu znajduje się komputer z możliwością dostępu do Internetu to można stwierdzić że e-Doświadczenia mogą dotrzeć do każdego. Jednakże trzeba mieć na uwadze, że nawet przeprowadzenie e-doświadczenia (doświadczenia wirtualnego) wymaga skupienia i czasu na analizę otrzymanych wyników. Dlatego uważam, że e-Doświadczenia będą pomocne nauczycielom w szkołach ponadgimnazjalnych, szczególnie jako uzupełnienie przeprowadzonych doświadczeń i dobrze zastąpią doświadczenia których nie ma możliwości przeprowadzenia w szkole. Jednak realnie oceniając obecną sytuację w szkołach ze względu na czas trwania lekcji i jednoczesny dostęp wszystkich uczniów do komputera, e-doświadczenia powinny być ukierunkowane do przeprowadzenia na jednym komputerze z wykorzystaniem rzutnika lub tablicy interakcyjnej razem przez wszystkich uczniów z nauczycielem jako przewodnikiem. Natomiast przeanalizowanie wszystkich aspektów zjawiska, lub inaczej mówiąc wykonanie wszystkich pozostałych ćwiczeń proponowanych przez autorów danego

e-doświadczenia dla określonego tematu należy wykonać w domu samemu. Mam również nadzieję, że w najbliższych latach sytuacja materialna szkół poprawi się na tyle, że e-doświadczenia będzie mógł przeprowadzać każdy uczeń na lekcjach fizyki samodzielnie.

W poniższej opinii dotyczącej technicznej realizacji projektu i jego ocenie merytorycznej będę odnosił się ogólnie do całego projektu. Natomiast uwagi dotyczące poszczególnych e-doświadczeń, dotyczące głównie korekty podręcznika dla uczniów zostały przedstawione w załączniku.

Projekt e-Doświadczenia został bardzo dobrze przygotowany pod względem technicznym. Jestem pod wrażeniem jednoczesnej prostoty układu doświadczalnego i jego funkcjonalności. Autorzy zadbali nawet o odpowiedni scenariusz wyglądu miejsca (układu odniesienia) w którym doświadczenie jest przeprowadzane (laboratorium, winda, pociąg). To jest szczególnie ważne, gdyż w przyszłości uczeń będzie zawsze kojarzył efekt doświadczenia z warunkami w jakich było przeprowadzane. Podoba mi się również schemat działania – ze zbioru dostępnych elementów wybieramy odpowiednie dla wariantu prowadzonych pomiarów. W zależności od doświadczenia wybór taki jest mniej lub bardziej różnorodny. W większości doświadczeń bardzo dobrze rozwiązano ten problem uniemożliwiając wybór pewnych elementów, które nie są potrzebne lub nie pasują do danego problemu. Sugerowałbym aby dodatkowo na początku opisu ćwiczeń dla e-doświadczenia dodać zdanie aby aktywne w użyciu (wybrane) były tylko te elementy które wykorzystywane są w danym wariantcie ćwiczenia, gdyż inaczej pewne opcje doświadczenia mogą być nieaktywne. Myślę, że powszechny jest nawyk dobierania dodatkowych elementów do kolejnego ćwiczenia bez zwracania do „magazynu” już niepotrzebnych.

Pewnym mankamentem jest wielkość platformy (rozmiar ekranu) na której przeprowadzone są doświadczenia. Z jednej strony istnieją techniczne ograniczenia związane z wielkością plików, które są przesyłane i możliwościami komputerowych kart graficznych, ale z drugiej strony niektóre aspekty obserwowanego doświadczenia są zbyt małe aby były wyraźnie widoczne dla uczniów (np. wady soczewek). Dobrym pomysłem jest powiększanie wybranych fragmentów układu doświadczalnego, lub wyświetlanie powiększonego fragmentu na niezależnych tablicach. Mimo to w niektórych doświadczeniach „akcja” rozgrywa się na kilku pikselach ekranu, co może być trochę irytujące przy konieczności odpowiedniego naprowadzenia wskaźnika myszki. Problem ten występuje czasami podczas posługiwania się wirtualną linijką i kątomierzem. Pomysł ich użycia jest bardzo dobry bo w efekcie silnie zbliża wirtualne doświadczenia do rzeczywistego. Jeżeli przebieg doświadczenia obserwuje się na tablicy interakcyjnej lub na ekranie to do pomiarów możemy użyć rzeczywistych przyrządów wprowadzając odpowiednią skalę i zmniejszając niepewności pomiarowe. Dodatkową atrakcyjnością programu jest stworzenie obrazu układu doświadczalnego jak najbardziej przypominającego układ rzeczywisty.

Omawiając wirtualne przyrządy pomiarowe należy wspomnieć o podkreślanym ważnym aspekcie podglądu doświadczenia w „locie”. Tutaj nieocenionym jest wirtualny stoper sprzężony z pomiarami i kamera w określonych doświadczeniach. Mogę jedynie powiedzieć, że oba te narzędzia działają prawidłowo i dają dużo satysfakcji przy analizie problemów fizycznych w powiązaniu z możliwością tworzenia tabel i wykresów. Początkowo obawiałem się, że będę musiał przejść żmudny kurs dotyczący arkusza kalkulacyjnego i całą procedurę tworzenia wykresu, lub przenoszenia danych do zewnętrznego odpowiedniego programu graficznego. Oprogramowanie wprowadzone przez autorów projektu jest tak proste w obsłudze, że uczniowie na poziomie ponadgimnazjalnym mogą skupić się tylko na fizycznych aspektach doświadczenia bez problemu nauki obsługi kolejnego arkusza

kalkulacyjnego, co z pewnością zmniejszyłoby atrakcyjność e-doświadczeń dla uczniów. Początkowo wprowadzanie do tabel lub na wykresy wzorów było trochę denerwujące ze względu na to, że obecnie jesteśmy przyzwyczajeni do wpisywania w kalkulatorach czy w arkuszach kalkulacyjnych wzorów w formie pisanej. Jednak, znowu to wymaga opanowania pewnych reguł co do zapisu takich wzorów. Ostatecznie mogę stwierdzić, że wprowadzona metoda wpisywania wzorów element po elemencie z jednoczesną możliwością wyboru właściwych danych jest efektywna i nie wymaga żadnej dodatkowej nauki. Podsumowując, uważam, że techniczna strona e-doświadczeń jest bardzo dobrze przygotowana i w pełni odpowiada możliwościom i umiejętnościom, które powinni posiadać uczniowie szkół ponadgimnazjalnych.

Zakres zjawisk fizycznych objętych projektem e-Doświadczenia obejmuje podstawowe problemy fizyczne, które powinien znać i rozumieć każdy wykształcony dorosły człowiek. Obejmują one podstawowe zjawiska fizyczne związane z mechaniką ciał stałych, cieczy i gazów, właściwościami pola grawitacyjnego, elektrycznego i magnetycznego, a także zagadnieniami fizyki współczesnej – fizyka atomowa i jądrowa. Również można zapoznać się z elementami fizyki relatywistycznej i poznać aspekty dualizmu korpuskularno-falowego. Oczywiście wszystkie te problemy mają określony stopień trudności. Moim zdaniem przygotowane zestawy ćwiczeń i ich opisy w podręcznikach ćwiczeń dla uczniów i w podręcznikach dla nauczycieli w pełni odpowiadają możliwościom poznawczym uczniów ze szkół ponadgimnazjalnych. Przedstawiony opis teoretyczny jest zwięzły, ale zrozumiały i wprowadzone wzory wraz z wyprowadzeniami nie wymagają żadnych dodatkowych wiadomości matematycznych wykraczających poza zakres szkoły ponadgimnazjalnej. Jednakże trzeba mieć na uwadze, że w klasach o profilach humanistycznych, mogą wystąpić pewne trudności ze względu na małe umiejętności matematyczne uczniów, ich brak zaangażowania w „trudne” problemy fizyczne i brak zdolności dłuższej koncentracji na jednym problemie. Ponadto zgodnie z założeniami projektu prezentowane podręczniki nie mają zastępować podręczników szkolnych. Ich struktura i teoretyczna zawartość sprowadza się tylko do przewodnictwa po przeprowadzanym e-doświadczeniu. Jest to bardzo potrzebne aby uczeń jak i nauczyciel nie miał żadnych wątpliwości co do założonego modelu danego doświadczenia i w jakim zakresie model ten może być wykorzystywany. Uważam, że zdecydowanie autorzy odnieśli sukces w jasnym zaprezentowaniu istoty rozpatrywanych zjawisk fizycznych. Jednakże nie zawsze ustrzegli się przed używaniem żargonu, a także zawiłą budową zdań. Definicje i opisy podstawowych praw fizycznych muszą być jednoznaczne, zwłaszcza gdy są prezentowane dla uczniów po raz pierwszy. Moje uwagi dotyczące poszczególnych e-doświadczeń znajdują się w załączniku. Tutaj tylko wspomnę o niektórych: nagminne używanie zbędnej formy nasz - nasze doświadczenie, nasza mucha, nasz układ itp.; głębsza analiza; pozornie wydaje się; do tego eksperymentu potrzebna będzie wyobraźnia; prawa fizyki będą działały; niniejsze e-doświadczenie zostało poświęcone itd.

Tego typu niedociągnięcia nie wpływają jednak na końcową moją ocenę poprawności merytorycznej całego projektu e-Doświadczenia i jego przydatności w nauczaniu fizyki w szkołach ponadgimnazjalnych. Uważam, że przy odpowiednim rozpropagowaniu tego projektu będzie on również wykorzystywany samodzielnie przez zdolnych gimnazjalistów, a także nawet na pierwszym roku odpowiednich studiów, nie wykluczając jego przydatności w celach poznawczych dla wszystkich zainteresowanych.