

Eksperyment uczniowski na lekcjach przyrody i fizyki w szkole¹

Andrzej Krajna

Uniwersytet Wrocławski, Centrum Edukacji Nauczycielskiej

Krystyna Sujak-Lesz

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Fizyki Doświadczalnej, Zakład Nauczania Fizyki

Charakterystyka projektu²

Trudno się nie zgodzić z diagnozą publikowaną na stronach Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, że nauczanie w szkołach nie jest nastawione na kształtowanie zainteresowań i zaspokajanie potrzeb poznawczych uczniów [por. *Badania ewaluacyjne ex-ante w zakresie oceny możliwości doboru optymalnych narzędzi motywujących kandydatów na studia do wyboru kształcenia na kierunkach technicznych, matematycznych i przyrodniczych (ze szczególnym uwzględnieniem stypendiów)* – http://www.ewaluacja.gov.pl/Wyniki/Documents/6_068.pdf].

Autorzy wspomnianego raportu zwracają uwagę, że „problem niewystarczającej liczby chętnych do studiowania na kierunkach technicznych, matematycznych i przyrodniczych wynika ze słabości wcześniejszych etapów nauczania. Zaczynając od szkoły podstawowej, poprzez gimnazja, a kończąc na szkołach średnich nie rozbudza się w uczniach zainteresowania poznawaniem świata poprzez poznawanie praw ww. nauk”. Podkreśla się ponadto, że „wśród kandydatów na studia, największy problem stanowi znajomość fizyki”.

Badania własne wykazały, że uczniowie, których zdolności do postrzegania analitycznego zdiagnozowano jako ponadprzeciętne (wysokie i wybitne), a więc wykazujący specyficzne predyspozycje do uczenia się przedmiotów przyrodniczych, w szczególności fizyki – często otrzymują niskie oceny w szkole, tj. ich ponadprzeciętne uzdolnienia zostają nierozpoznane i niedoceniane przez nauczycieli [por. A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, J. Trna, *O osiągnięciach szkolnych uczniów – inaczej*. „Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, 3-4/2001, s. 201-217, także w: Biuletyn Informacyjny COMSN, nr 18/19, Akademia Pedagogiczna, Kraków 2000].

W badaniach porównawczych prowadzonych w 2007 r. stwierdziliśmy ponadto, że nauczanie fizyki we współczesnej szkole, jeszcze bardziej – jak się wydaje –

¹ Tekst jest skróconą wersją aplikacji projektu innowacyjnego *Chcesz rozumieć więcej – eksperymentuj z nami*, który nie został przyjęty do realizacji w konkursie zamkniętym nr 4/POKL/2009 na projekty innowacyjne PO KL (*Opracowanie i pilotażowe wdrożenie innowacyjnych programów dotyczących m.in. kształcenia w zakresie nauk matematycznych, przyrodniczych i technicznych oraz przedsiębiorczości w ramach tematu: Działania służące zwiększeniu zainteresowania uczniów szkół podstawowych, gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych kontynuacją kształcenia na kierunkach o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy ogłoszonego w ramach Priorytetu III Wysoka jakość systemu oświaty*) ze względu na „niewystarczające uwzględnienie” w opisie projektu problematyki „gender”. Ze względu na wagę zagadnienia określonego w temacie konkursu, uznaliśmy że – mimo braku dofinansowania – projekt zrealizujemy.

Zapraszamy chętnych do wzięcia udziału w przedsięwzięciu; kontakt: klesz@ifd.uni.wroc.pl, akrajna@ifd.uni.wroc.pl

² W tekście zachowano aparaturę pojęciową stosowaną w projektach PO KL.

niż w 1988 r. sprzyja dezintegracji obrazu świata ucznia i wywołuje w nim chaos, zamiast tworzyć uporządkowaną strukturę, która ułatwia uczniowi lepsze rozumienie świata [por. K. Sujak-Lesz, A. Krajna, M. Jurecki, *Nauczanie fizyki w szkole dziś – jakie jest? Notatki do diagnozy*. W: *Jarmark pomysłów dydaktycznych. Notatnik nauczycieli nie tylko przedmiotów przyrodniczych*, pod red. K. Sujak-Lesz, L. Ryka, A. Krajny, Oficyna Wydawnicza ATUT – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Centrum Edukacji Nauczycielskiej UW, Wrocław 2008, s.153-158].

Szkolne lekcje, których cele, treści i wymagania określa *Podstawa programowa...* oraz sylabusy egzaminacyjne zawsze będą odwoływały się do osiągnięć edukacyjnych, które średni uczeń powinien opanować na określonych poziomach kształcenia.

Problemem jest indywidualizacja nauczania w szkole, bezdyskusyjnie możliwa poza lekcjami. Zrozumieli to Finowie; sukcesy ich oświaty, w której dominują zindywidualizowane metody pracy pozalekcyjnej w szkole przy jednoczesnym ograniczeniu zajęć odbywających się w systemie klasowo-lekcyjnym zostały potwierdzone wynikami uczniów w badaniach PISA.

Twierdzenie, że najlepszym nauczaniem przedmiotów przyrodniczych jest takie, którego istotnym elementem jest eksperyment, doświadczenie i badanie, podobnie jak uzasadniająca tę tezę argumentacja, wskazująca że nauczanie oparte na eksperymentowaniu motywuje uczniów do poznawania świata, rozbudza ich zainteresowania rzeczywistością przyrodniczą, uczy poznawania świata, który nas otacza – jest mało odkrywcze, ale trudne do przełożenia na polską szkołę.

Świadomość wagi uczniowskiego eksperymentowania na lekcjach przedmiotów przyrodniczych doceniają autorzy *Podstawy programowej...* formułując wymagania doświadczalne oraz podkreślając znaczenie doświadczeń w nauczaniu fizyki: „Tylko przeprowadzone doświadczenia, najlepiej samodzielnie wykonywane przez uczniów, prowadzą do właściwego i głębokiego rozumienia procesów i praw fizycznych. Nie może być ono zastąpione przez uczenie matematycznego opisu praw fizycznych. Dlatego pokazy oraz samodzielne wykonywanie doświadczeń są absolutnie koniecznym elementem wykształcenia przyrodniczego.” [por. *Podstawa programowa z komentarzami. Edukacja przyrodnicza...*, t. 5 – www.men.gov.pl].

Autorzy *Podstawy programowej...*, powołując się na badania, zwracają również uwagę na to, że „znaczna część populacji uczniów kończy edukację, nie widząc nigdy na oczy żadnego doświadczenia. Według nauczycieli główne przyczyny tego stanu rzeczy to brak czasu spowodowany przeładowaniem materiału oraz źle wyposażone pracownie.”³

Uważamy, że oddziaływanie czynników wymienionych powyżej na konstruowanie procesu nauczania przez nauczyciela można osłabić, rozwijając jego kompetencje w zakresie stosowania eksperymentu przyrodniczego na zajęciach z uczniami.

Realizacja proponowanego projektu zakłada doskonalenie tych umiejętności.

³ Obserwacja uczestnicząca dowodzi, że – mimo powszechnej świadomości znaczenia eksperymentu uczniowskiego w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych – lekcje „eksperymentalne” w szkole należą jednak do rzadkości, także w szkołach, w których nauczyciele dysponują odpowiednim zapleczem do prowadzenia takich zajęć.

Użytkownikami projektu będą nauczyciele przedmiotów przyrodniczych uczący w szkołach podstawowych, gimnazjum i szkołach ponadgimnazjalnych zainteresowani prowadzeniem zajęć eksperymentalnych w swoich szkołach. Nauczyciele otrzymają i będą współtworzyć nowe narzędzia konstruowania systemu dydaktycznego opartego na prowadzeniu zajęć eksperymentalnych. Dzięki psychologiczno-pedagogicznym narzędziom pozwalającym na analizę sytuacji poznawczej ucznia biorącego udział w tego typu zajęciach, nauczyciele będą potrafili wykorzystywać zajęcia eksperymentalne do kształtowania umiejętności poznawczych i interpretacyjnych uczniów biorących udział w tego typu zajęciach.

Konkludując, projekt jest nakierowany na wypracowanie narzędzi pomocniczych do prowadzenia zajęć pozalekcyjnych w szkole i poza nią, które są adresowane przede wszystkim do tzw. przeciętnych uczniów, zarówno dziewcząt jak i chłopców⁴, o nie-

⁴ W odwołaniu od decyzji o odrzuceniu projektu napisaliśmy: *Kierując się celem konkursu [...] za słuszne uznaliśmy, żeby – przedstawiając nasz projekt innowacyjny – wyjść od analizy dokumentów oświatowych sygnowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwo Edukacji Narodowej.*

W analizowanym dokumencie MNiSW zwraca się uwagę na problem niewystarczającej liczby chętnych do studiowania na kierunkach science, przy czym odwołuje się do **nieróżnicujących** (podobnie jak zakres tematyczny konkursu) kategorii „młodzież”, „uczniowie”.

Również zapisy analizowanej w aplikacji „Podstawy programowej...” oraz komentarze do niej publikowane na stronach MEN są „ślepe” na perspektywę płci. „Podstawa programowa...” nie tworzy szczególnego kanonu edukacyjnego dla dziewcząt. Nie znamy badań pedagogicznych, które postulowałyby potrzebę takiego kształcenia.

Są to ustalenia istotne. Z powodów opisanych wyżej konieczność dokonywania analizy sytuacji dziewcząt w omawianym obszarze należy uznać za niespójną z tematem konkursu i logicznie nieuzasadnioną. Tworzenie złudzeń, że dziewczęta z jakichś powodów są dyskryminowane w procesie edukacji matematyczno-przyrodniczej jest ze wszechmiar niewłaściwe i pozbawione sensu. Polska demokratyczna szkoła daje bowiem równy dostęp do edukacji matematyczno-przyrodniczej dziewczętom i chłopcom i chyba tego nie trzeba analizować i jakoś szczególnie uzasadniać. Problemem podstawowym polskiej demokratycznej szkoły jest brak chętnych (tak dziewcząt jak i chłopców) do studiowania na kierunkach science uznanych za kluczowe dla gospodarki opartej na wiedzy.

Tym niemniej, tę demokratyczną, równościową naturę polskiej edukacji matematyczno-przyrodniczej podkreślono we wniosku kilkakrotnie.

Uzasadniając potrzebę realizacji projektu zwracaliśmy uwagę przede wszystkim na dystynktywne problemy i zagrożenia polskiej edukacji matematyczno-przyrodniczej, wynikające z analizy dokumentów MEN i MNiSW, jednocześnie zaznaczając wyraźnie, że w naszym projekcie problemy płci nie są bagatelizowane i stanowią istotny element proponowanych działań edukacyjnych.

I dalej, podając przykłady z aplikacji wskazyaliśmy, że problematyka równości szans kobiet i mężczyzn była przez nas uwzględniana na etapie koncipowania projektu, nie stanowiła jednak centrum rozważań, które wyznaczyły „ślepe” na problemy płci dokumenty modernizacyjno-programowe i badawcze publikowane na stronach MEN i MNiSW.

Opis poświęciliśmy więc analizie braków polskiej szkoły, braki te bowiem utrudniają uczniom (niezależnie od płci) nabywanie wiedzy i umiejętności niezbędnych do podjęcia studiów na kierunkach o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy. (cd. na str. nast.)

sprecyzowanych zainteresowaniach, którzy jeszcze nie dokonali wyboru drogi edukacyjnej. Innymi słowy, proponowane zajęcia eksperymentalne, badawcze nie są skierowane na zdolnego ucznia, który już wybrał „przyrodniczą” ścieżkę edukacyjną, ani też nie mają charakteru zajęć wyrównawczych, korygujących braki uczniów w uczeniu się przedmiotów przyrodniczych na lekcji (choć nie wykluczamy również wykorzystania przez nauczycieli elementów proponowanych rozwiązań w takim celu lub w toku lekcji). Stosowanie przez nauczycieli proponowanych rozwiązań, które mają wywoływać zaniepokojenie uczniów badaniem rzeczywistości fizycznej, pobudzać zainteresowania i motywować do uczenia się przedmiotów przyrodniczych, powinno służyć przekonywaniu „nieprzekonanych” do wyboru „przyrodniczej” kariery edukacyjnej, a w konsekwencji – zawodowej.

Narzędzia wypracowane w projekcie zostaną udostępnione wszystkim nauczycielom za pośrednictwem stron internetowych opracowanych w projekcie.

Cele projektu

Cel główny:

1. Opracowanie i popularyzacja metod prowadzenia eksperymentalnych działań edukacyjnych przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, kształtujących umiejętności badawcze i poznawcze uczniów na różnych poziomach kształcenia opartych na założeniach konstruktywistycznego modelu nauczania.

Cele szczegółowe:

1. Opracowanie pakietu zajęć eksperymentalnych dla uczniów szkół podstawowych, gimnazjum i szkół ponadgimnazjalnych uwzględniających możliwości rozwojowe uczniów oraz podnoszących motywację do uczenia się przedmiotów przyrodniczych, a także pobudzających ich zainteresowanie naukami przyrodniczymi.
2. Sprawdzenie użyteczności pakietu zajęć eksperymentalnych w warunkach edukacyjnych.
3. Uruchomienie portalu „Konstruktywistyczny model nauczania – w praktyce” (nazwa robocza) dla nauczycieli oraz platformy e-learningowej do wymiany doświadczeń w celu popularyzacji i upowszechnienia metod prowadzenia działań eksperymentalnych wypracowanych w projekcie.

Jesteśmy przekonani, że wdrożenie proponowanych rozwiązań może przyczynić się do podniesienia jakości kształcenia i doskonalenia nauczycieli, a także wpłynąć na zwiększenie zainteresowania dziewcząt i chłopców kontynuacją kształcenia na kierunkach przyrodniczych.

cd. przypisu

Problem ma więc dla nas naturę ogólną, nie dotyczy jedynie dziewcząt – odsetek młodzieży podejmującej studia przyrodniczo-matematyczne jest zbyt mały. Jeśli nie ulegnie zmianie profil wyboru studiów przez młodzież, to w edukacji niewiele się zmieni.

Komisja odwoławcza utrzymała decyzję Komisji konkursowej uznając że projekt nie spełnia podstawowego kryterium merytorycznego PO KL w zakresie polityki równych szans kobiet i mężczyzn.

Innowacyjność

Z obserwacji uczestniczącej oraz ewaluacji prowadzonych na studiach podyplomowych dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych prowadzonych przez Centrum Edukacji Nauczycielskiej Uniwersytetu Wrocławskiego wynika, że nauczyciele w większości nie potrafią „czytać ze zrozumieniem” eksperymentu przyrodniczego. Możemy wyróżnić dwa kierunki „niekompetencji eksperymentalnych” nauczyciela związanych z:

- (1) opisem merytorycznym i interpretacją tego, co w eksperymencie jest zawarte, oraz
- (2) z rozumieniem sytuacji poznawczej ucznia, który eksperymentuje.

Naszym zdaniem, problem ma naturę pedagogiczną, a nie jest prostym wykładnikiem wyposażenia pracowni i organizacji pracy szkoły.

Podobną konkluzję można przeczytać w komentarzu do *Podstawy programowej...*: „Trzeba sobie uświadomić, iż dziś wielu skądinąd znakomitych nauczycieli fizyki na skutek braku systematycznego treningu nie ma koniecznej wprawy umożliwiającej swobodne prowadzenie lekcji doświadczalnych”. Autorzy *Podstawy programowej...* wyrażają pogląd, że problem zostanie rozwiązany dzięki publikacjom wydawnictw edukacyjnych: „Pewną nadzieją napawa fakt, że większość wydawnictw edukacyjnych już jakiś czas temu dostrzegła problem i w miarę możliwości stara się nieść w tym zakresie realną pomoc <swoim> nauczycielom”.

Analiza publikacji metodycznych dla nauczycieli, dostępnych na rynku edukacyjnym, upoważnia do stwierdzenia, że ograniczają się one do opisu technicznego proponowanych doświadczeń, czasem wzbogaconego o merytoryczną interpretację doświadczenia. Brak w tych opisach odniesień do ucznia, jego rozumowań i umiejętności interpretacyjnych, a więc do elementów, które zadecydują ostatecznie o powodzeniu zajęć eksperymentalnych z uczniami w szkole.

Jak z powyższego wynika, wychodzimy z założenia, że czynnikiem istotnym dla prezentowanego przez nas projektu jest nie tyle brak umiejętności wykonywania eksperymentów szkolnych przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, ale – i to może przede wszystkim – interpretowania wyników eksperymentu, a tym samym wyników uzyskiwanych przez ucznia podczas wykonywania doświadczeń przyrodniczych.

Można przypuszczać, że proponowane aktualnie zmiany programowe i organizacyjne w polskiej szkole nie będą skuteczne, gdy tego elementu umiejętności nauczycielskich się nie zmieni. Proponowany program zakłada zatem doskonalenie:

- 1) umiejętności eksperymentalnych nauczyciela oraz
- 2) umiejętności interpretowania przez nauczyciela działań poznawczych ucznia wykonującego eksperyment przyrodniczy.

Uważamy, że doskonalenie tych umiejętności jest niezbędne, by zmienić „obowiązujący” quasieksperymentalny model nauczania przedmiotów przyrodniczych oraz stworzyć odpowiedni kontekst do wprowadzania proponowanych zmian programowych i organizacyjnych w szkole.

Opracowując metodykę prowadzenia zajęć eksperymentalnych – w warstwie interpretacyjnej – odwołamy się do narzędzi wypracowanych przez psychologię poznawczą i pedagogikę uczenia w centrum (w szczególności koncepcję motywów poznawania świata i uczenia się, a także analizę semantyczną wypowiedzi uczniowskich) oraz wykorzystamy instrumentarium zarządzania jakością do badania procesów edukacyjnych.

W rezultacie działań projektowych powstanie:

1. Przewodnik metodyczny dla nauczycieli, w którym opisane zostaną zasady i metody prowadzenia zajęć eksperymentalnych z uczniami, pobudzających ich zainteresowanie i motywację do uczenia się przedmiotów przyrodniczych w szkole oraz preorientujących uczniów do wyboru „przyrodniczej” kariery edukacyjnej. Część przewodnika poświęcona będzie opisowi zestawów eksperymentalnych będących wynikiem projektu.
2. Program zajęć dla nauczycieli uwzględniający wypracowane w projekcie rozwiązania metodyczne, który mógłby być aplikowany do zajęć na studiach podyplomowych doskonalących umiejętności dydaktyczne nauczycieli przedmiotów przyrodniczych, jak i stać się istotnym elementem zajęć z zakresu dydaktyki na specjalnościach nauczycielskich, na kierunkach przyrodniczych.

Oba produkty będą przedmiotem upowszechnienia w projekcie.

Działania

W etapie przygotowawczym zostaną przeprowadzone następujące działania zmierzające do opracowania produktu, który będzie przedmiotem wdrożenia:

- Dokonanie analizy problemu trudności „eksperymentalnych” czynnych nauczycieli fizyki, nauczycieli uzyskujących uprawnienia do nauczania przedmiotów przyrodniczych (przyrody lub fizyki) oraz studentów-przyszłych nauczycieli fizyki.
- Opracowanie wstępnych założeń metod prowadzenia działań edukacyjnych przez nauczycieli przedmiotów przyrodniczych wykorzystujących takie eksperymenty uczniowskie, które kształtują umiejętności badawcze i poznawcze uczniów na różnych poziomach kształcenia.
- Opracowanie kart pracy zajęć eksperymentalnych zgodnych ze wstępnymi założeniami strategii konstruktywistycznej, kształtujących umiejętności badawcze i poznawcze uczniów na różnych poziomach kształcenia.
- Przeprowadzenie zajęć eksperymentalnych z uczniami na różnych poziomach kształcenia w pracowni dydaktyki fizyki, które będą rejestrowane i poddane analizie o charakterze psychologiczno-pedagogicznym.
- Dokonanie interpretacji psychologiczno-pedagogicznej działań edukacyjnych realizowanych w pracowni dydaktyki fizyki i opracowanie modelu interpretacyjnego.
- Opracowanie materiałów edukacyjnych dla nauczycieli do prowadzenia eksperymentalnych działań edukacyjnych w szkole wspomagających nauczanie przedmiotów przyrodniczych, wykorzystujących rezultaty interpretacji psychologiczno-pedagogicznej działań edukacyjnych realizowanych w pracowni dydaktyki fizyki, pobudzających aktywność poznawczą uczniów oraz sprzyjają-

cych kształtowaniu ich motywacji wewnętrznej do wyboru „przyrodniczej” ścieżki edukacyjnej.

- Opracowanie narzędzi diagnostycznych do badania użyteczności zajęć eksperymentalnych w praktyce szkolnej.
- Opracowanie modułu szkoleniowego dla nauczycieli wykorzystującego wypracowane w projekcie rozwiązania metodyczne.

W etapie wdrożeniowym planujemy przeprowadzenie następujących działań:

- Uruchomienie portalu dla nauczycieli propagującego konstruktywizm edukacyjny w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.
- Przeprowadzenie cyklu szkoleń dla nauczycieli wg opracowanego w projekcie programu.
- Przeprowadzenie warsztatów eksperymentalnych dla młodzieży zorganizowanych w Pracowni Dydaktyki Fizyki, świetlicach szkolnych i/lub świetlicach środowiskowych (czy podobnych placówkach), umożliwiających przetestowanie rozwiązań w warunkach zajęć pozalekcyjnych.
- Uruchomienie platformy e-learningowej do wymiany doświadczeń.
- Działania na platformie e-learningowej będą realizacją idei edukacyjnych prezentowanych na portalu propagującym konstruktywizm edukacyjny w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.
- Wykorzystanie rozwiązań opracowanych w projekcie w kształceniu i doskonaleniu nauczycieli przedmiotów przyrodniczych w Uniwersytecie Wrocławskim.
- Wydanie przewodnika metodycznego dla nauczycieli, w którym opisane zostaną psychologiczno-pedagogiczne aspekty zajęć eksperymentalnych, zasady i metody prowadzenia zajęć eksperymentalnych z uczniami, pobudzających ich zainteresowanie i motywację do uczenia się przedmiotów przyrodniczych w szkole oraz preorientujących uczniów do wyboru „przyrodniczej” kariery edukacyjnej.
- Propagowanie wypracowanych rozwiązań na konferencjach naukowych oraz naukowo-metodycznych.

Rezultaty

W wyniku działań podejmowanych w projekcie powstanie:

- 1) Przewodnik metodyczny dla nauczycieli do prowadzenia zajęć opartych na doświadczeniu.
- 2) Projekt kursu dla nauczycieli doskonalącego umiejętności w zakresie eksperymentu.

Elementem obu produktów finalnych będzie pakiet zajęć eksperymentalnych dla uczniów szkół podstawowych, gimnazjum i szkół ponadgimnazjalnych opracowanych w oparciu o założenia konstruktywizmu edukacyjnego i wskaźniki diagnozy rozumiejącej.

Zakłada się, że wdrażanie wytworów będących wynikiem działań w projekcie będzie – w miarę popularyzacji – wpływać na ograniczenie niekorzystnych, aeksperymentalnych trendów w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, jakie obserwuje się obecnie w polskiej szkole i przyczyni się do ułatwienia wprowadzenia proeksperymentalnych zmian opisanych w *Podstawach programowych*...

