

# Wykorzystanie eksperymentu w nauczaniu fizyki

Alicja Wojtyna-Jodko

Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych i Technicznych (SNPPiT)  
w Bydgoszczy

## I. Dlaczego nauczać w szkołach wiedzy z zakresu fizyki?<sup>1</sup>

W Deklaracji Lizbońskiej, ogłoszonej w marcu 2000 r., czytamy między innymi, że wspólną intencją w Europie jest stworzenie najbardziej konkurencyjnej w świecie, opartej na wiedzy, dynamicznej gospodarki rynkowej, uwzględniającej zrównoważony wzrost ekonomiczny z większą liczbą i lepszymi miejscami pracy oraz bardziej zaawansowaną spójnością społeczną.

Droga do tego celu prowadzi poprzez coraz bardziej udoskonalane formy edukacji społeczeństwa.

Rok 2009 ogłoszono „Europejskim Rokiem Kreatywności i Innowacji”.

System edukacyjny przygotowuje młode pokolenie do życia w społeczeństwie. Nie wiadomo, w których kierunkach będzie się rozwijała gospodarka, w jakich zawodach należy kształcić przyszłych pracowników. Jednak można określić generalne trendy:

- starzejące się społeczeństwa będą wymagały nowych miejsc pracy w celu zapewnienia wysokiego standardu życia oraz opieki społecznej,
- zmiany klimatyczne – wywołują potrzebę tworzenia gospodarki opartej na niskim zużyciu węgla,
- rozwój technologii informatycznej i nanotechnologii,
- wzrastająca liczba instytucji w sektorze kształcenia i doskonalenia.

Przewiduje się, że większość społeczeństwa będzie miała wykształcone następujące kompetencje:

- sprawne komunikowanie się w języku ojczystym i językach obcych,
- kompetencje informatyczne,
- świadomość kulturowa,
- inicjatywa i przedsiębiorczość,
- **kompetencje w zakresie matematyki, biologii, chemii, fizyki (*science*) i techniki,**
- umiejętności niezbędne do efektywnego uczenia się,
- zdolność i chęć ciągłego doskonalenia się i zdobywania nowych umiejętności niezbędnych w nowych miejscach pracy (kształcenie przez całe życie, *Life-long Learning*).

**Uaktualnianie i pogłębianie wiedzy oraz wykształcanie nowych kompetencji nie stanowi już luksusu dostępnego dla profesjonalistów w zakresie zaawansowanych technologii, ale jest to konieczność dla wszystkich!**

---

<sup>1</sup> Perspektywa dookreślana w kategoriach polityki edukacyjnej Unii Europejskiej.

## II. Jakie kompetencje możemy wykształcać na treściach z zakresu fizyki?

W systemie edukacyjnym, który – nie tylko deklaratywnie – koncentruje się na procesie uczenia się ucznia, w którym nauczyciel pełni rolę przewodnika, nacisk kładzie się na wykształcenie<sup>2</sup>:

- **zdolności myślenia wyższego rzędu**, takich jak:
  - *umiejętności poznawcze*: analiza, synteza, ewaluacja, rozwiązywanie problemów, podejmowanie decyzji,
  - *kompetencje osobiste*: kreatywność, inicjatywa, przedsiębiorczość, wytrwałość, mądrość, inwencja, działanie bezpieczne dla siebie i dla innych, współpraca, przywództwo,
  - *umiejętność komunikowania*: w formie pisemnej, graficznej, tabelarycznej, prezentacji symbolicznej, ustnych odpowiedzi wobec większej grupy osób,
  - *wartości społeczne*: podejmowanie decyzji z uwzględnieniem kontekstu społecznego, środowiskowego, ekonomicznego i/lub politycznego z rozsądnym uzasadnieniem,
  - *samoewaluacja, szacowanie, kwalifikowanie (assessment)*;
- **kompetencje podstawowych**, związanych z *poznawaniem i zmienianiem złożonej rzeczywistości z wykorzystaniem metod naukowych*<sup>3</sup>, takich jak:
  - *mierzenie się ze złożoną rzeczywistością*: wyłanianie sytuacji problemowej do rozwiązania, formułowanie wskaźników i znajdowanie sposobów badań odpowiednich do sytuacji, porównywanie możliwych sposobów badań, określanie kryteriów ich wyboru oraz wybór sposobu badania w oparciu o te kryteria;
  - *poszukiwanie badawczych sposobów wypracowania rozwiązania*: zbieranie informacji poprzez postępowanie badawcze: eksperyment, obserwację, pomiar, zbieranie informacji poprzez badanie literatury oraz konsultacje z osobami mającymi wiedzę i doświadczenie w tym zakresie;
  - *porządkowanie wyników oraz ich komunikowanie, potwierdzanie i syntetyzowanie*: zestawianie i porządkowanie zebranych informacji w formie sprzyjającej ich rozumieniu i komunikowaniu innym, rozważanie otrzymanych wyników badań, syntetyzowanie ich oraz konstruowanie nowej wiedzy;
- **wiedzy**:
  - Istoty żyjące.
  - Energia.
  - Materia.

<sup>2</sup> Kompetencje wykształcane już na poziomie szkoły podstawowej.

<sup>3</sup> Na podstawie „SOCLES DE COMPETENCES: Eveil Inintiation Scientifique”, Ministère de la Communauté française, Administration générale de l’Enseignement et de la Recherche scientifique (B).

- Powietrze, woda, ziemia.
- Człowiek i środowisko.
- Historia – ewolucja życia i wiedzy przyrodniczej.

### III. System edukacyjny w Polsce

Struktura polskiego systemu edukacyjnego jest złożona. Dla potrzeb tego opracowania przyjmuję, że egzamin maturalny rozdziela tę strukturę na kształcenie uniwersyteckie oraz przeduniwersyteckie.

#### 1. Uniwersytet w społeczeństwie

Uniwersytet (instytucja kształcąca studentów na poziomie licencjatu, inżyniera i magistra) kształci kadry dla przemysłu, administracji oraz sfery usług. Centra innowacyjności oraz małe firmy typu SPIN-OFF, wyłaniające się z uniwersytetu, są instytucjami, w których spotyka się szkolnictwo wyższe z przemysłem. Uniwersytet kształci nauczycieli zatrudnionych zarówno w szkołach, jak i w placówkach doskonalenia nauczycieli. Nauczyciele przygotowują uczniów, którzy po zdaniu egzaminu maturalnego stają się studentami. Uniwersytety oczekują, że maturzysta został wyposażony w wiedzę i umiejętności niezbędne do kontynuowania nauki na wybranej uczelni, wybrał interesujący go kierunek studiów, jest zdolny do dalszego przyswajania wiedzy i wykształcania nowych umiejętności oraz ma motywację do dalszego rozwoju intelektualnego.

Im lepiej przygotowanych, bardziej kompetentnych nauczycieli uniwersytet wykształci, im bardziej odpowiadającą potrzebom współczesności ofertę doskonalenia nauczycieli oferuje, tym bardziej rozwinięci, lepiej przygotowani do studiów maturzyści staną się jego studentami.

Tylko nauczyciele innowacyjni i kreatywni (refleksyjni praktycy) wykształcą innowacyjną i kreatywną młodzież zdolną do twórczego i satysfakcjonującego funkcjonowania w społeczeństwie opartym na wiedzy.

#### 2. Kształcenie przeduniwersyteckie

Kształcenie przeduniwersyteckie obejmuje formalną edukację szkolną na poziomie podstawowym, gimnazjalnym oraz ponadgimnazjalnym.

Obowiązkiem nauki w ramach formalnej edukacji szkolnej objęte są osoby w wieku od 6/7 do 18 lat. W umyśle ucznia poddawanego formalnej edukacji szkolnej powstaje struktura wiedzy szkolnej. Ośrodki i miejsca spełniające funkcję edukacji pozaszkolnej, jak np.: ogrody botaniczne i zoologiczne, ścieżki edukacyjne, wystawy interakcyjne, muzea, kluby *science*, kluby sportowe, miejsca pracy, firmy oraz organizacje pozarządowe dostarczają młodym ludziom dodatkową wiedzę (kształcenie pozaformalne), która uzupełnia formalną edukację szkolną.

W oparciu o wiedzę otrzymaną od środowiska rodzinnego dziecko tworzy w swoim umyśle strukturę wiedzy potocznej, którą wykorzystuje w swoim codziennym postępowaniu. W miarę upływu lat na strukturę wiedzy potocznej wpływ mają również sąsiedzi, koledzy, media, gry komputerowe, internet (kształcenie niefor-

malne) – treści przekazywane w ten sposób dzieciom i młodzieży wymykają się wszelkiej kontroli, często zawierają błędy merytoryczne. Nikt nie ponosi odpowiedzialności za skutki, jakie powoduje wykorzystywana w codziennym postępowaniu struktura wiedzy potocznej wytworzona w umyśle młodego człowieka.

<b>EDUKACJA NIEFORMALNA</b> NON-FORMAL EDUCATION	wiek	<b>FORMALNA EDUKACJA SZKOLNA</b>		<b>EDUKACJA POZAFORMALNA</b> INFORMAL EDUCATION
WIEDZA UZUPEŁNIAJĄCA		USTRUKTURYZOWANA WIEDZA SZKOLNA		WIEDZA POTOCZNA (często błędna)
STOWARZYSZENIA PRZEMYSŁ MIEJSCA PRACY FIRMY CENTRA KULTURY KLUBY SPORTOWE KLUBY SCIENCE MUZEA WYSTAWY INTERAKCYJNE ŚCIEŻKI EDUKACYJNE OGRODY BOTANICZNE ZOO	19	MATURA	I N T E L E K T  E M O C J E	INTERNET GRY KOMPUTEROWE MEDIA KOLEDZY SĄSIEDZI KREWNI RODZINA RODZICE
	18	SZKOŁA PONADGIMNAZJALNA		
	17	4. etap edukacyjny		
	16	GIMNAZJUM		
	15	3. etap edukacyjny		
	14	SZKOŁA PODSTAWOWA 2. etap edukacyjny		
	13	SZKOŁA PODSTAWOWA 1. etap edukacyjny		
	12	KLASA 0		
	11	PRZEDSZKOLE		
	10			
	9			
8				
6/7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

Rys. 1: Edukacja nieformalna, formalna i pozaformalna.

Jeżeli w trakcie formalnej edukacji szkolnej w trybie klasowo-lekcyjnym nauczyciel nie nawiązuje do wiedzy potocznej ucznia, w której funkcjonuje wiele pojęć błędnie rozumianych, utrwalonych w wyniku edukacji pozaformalnej, to w umyśle ucznia powstają dwie niezależne od siebie struktury wiedzy: szkolna (wykorzystywana tylko w szkole) oraz potoczna (wykorzystywana w postępowaniu poza szkołą). Wyjaśnia to obserwowane wielokrotnie poza szkołą niezrozumiałe zachowanie uczniów, osiągających dobre wyniki w szkole, którzy w swoim postępowaniu nie wykorzystują zdobytej wiedzy.

Zbyt często rodzice, członkowie dalszej rodziny, sąsiedzi, znajomi, koledzy i inni użytkownicy internetu nie zdają sobie sprawy ze swojego wpływu na rozwój intelektualny i emocjonalny dzieci i młodzieży. Skutkami swojego oddziaływania (powstającymi w umyśle dziecka błędnie rozumianymi pojęciami) nie są zainteresowani, nie mają też żadnego przygotowania ani instytucjonalnego wsparcia w tym zakresie.

Mimo, że pracownicy mediów oraz twórcy gier komputerowych są wystarczająco wykształceni, aby dostrzegać skutki swoich często destrukcyjnych oddzia-

ływać na świadomość dzieci i młodzieży, to nie poczuwają się do żadnej odpowiedzialności w tym zakresie.

wiek	<b>FORMALNA EDUKACJA SZKOLNA</b>	<b>I N T E L E K T</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Badania pokazały, że studenci, którzy zgłębiali jedno zagadnienie przez cały miesiąc, na koniec semestru osiągnęli lepsze wyniki niż ci, którzy ten sam czas poświęcili na uczenie się większej liczby tematów.</li> <li>2. Trudne pojęcia fizyczne, takie jak względność, wielkość wektorowa, linie sił pola, dualizm należy wprowadzać do struktury wiedzy dziecka tak wcześnie jak to jest możliwe. W dalszym toku nauki rozumienie tych pojęć jest pogłębiane w wielu różnych aspektach.</li> <li>3. Zaburzony rozwój intelektualny dziecka zakłóca, a w skrajnych przypadkach uniemożliwia, dalszą zdolność uczenia się, dalszy rozwój intelektualny.</li> <li>4. Struktura wiedzy każdego człowieka rozwija się już od wczesnego dzieciństwa. Zawiera wiedzę potoczną, często błędną, która jednak stanowi podstawę dalszego rozwoju struktury wiedzy i rozwoju intelektualnego człowieka.</li> <li>5. Rodzice stymulują i kontrolują wszystkie aspekty rozwoju dziecka, między innymi emocjonalnego i intelektualnego. W Polsce wielu rodziców nie ma wystarczającego przygotowania do tego zadania, nie ma też żadnego wsparcia instytucjonalnego w okresie wczesnego dzieciństwa ich dziecka.</li> <li>6. Dziecko rodzi się ze zdolnością do uczenia się, badania otaczającego świata, indywidualną inicjatywą.</li> </ol>	
	USTRUKTURYZOWANA WIEDZA SZKOLNA			
19	<b>MATURA</b>			
18	SZKOŁA			
17	PNADGIMNAZJALNA			
16	4. etap edukacyjny			
15	GIMNZJUM			
14	3. etap edukacyjny			
13				
12	SZKOŁA			
11	PODSTAWOWA			
10	2. etap edukacyjny			
9	SZKOŁA			
8	PODSTAWOWA			
6/7	1. etap edukacyjny			
6	KLASA ZEROWA PRZEDSZKOLE			<b>E M O C J E</b>
5				
4				
3				
2				
1				

Rys. 2: Wpływ czynników pozaszkolnych na wyniki nauczania.

W celu przygotowania młodego pokolenia do satysfakcjonującego funkcjonowania w polskim, a tym samym europejskim społeczeństwie opartym na wiedzy, w którym istotne są ww. kompetencje i umiejętności, w procesie kształcenia w zakresie wiedzy przyrodniczo-technicznej (w tym fizyki) większą wagę należy przykładać do aktywizowania uczniowskich inicjatyw intelektualnych i badawczych. Można to osiągnąć poprzez wprowadzenie, w większym stopniu niż dotychczas, konkursów oraz projektów do organizacji procesu uczenia się ucznia, kierowanego przez nauczyciela, na wszystkich poziomach nauczania zarówno w ramach zajęć klasowo-lekcyjnych, pozalekcyjnych jak i pozaszkolnych. W procesie tym dużą rolę odgrywa współpraca między szkołą, uniwersytetem, przemysłem oraz innymi instytucjami i organizacjami istniejącymi w pobliżu szkoły.

- **Rozwój intelektualny człowieka rozpoczyna się we wczesnym dzieciństwie.** Rodzice są pierwszymi nauczycielami. Dostarczają dziecku bodźców do roz-

woju intelektualnego poprzez wyjaśnianie funkcjonowania otaczającej rzeczywistości i odpowiedni dobór zabaw.

- Zbyt często rodzice i rodziny nie pozostawiają dziecku wystarczającej przestrzeni do uczenia się na własnych błędach, dostrzegania przyczyn niepowodzeń i poszukiwania własnych lepszych rozwiązań prowadzących do osiągnięcia satysfakcjonującego dziecko wyniku.
- Istnieje potrzeba podniesienia świadomości rodziców oraz kształcenia przyszłych rodziców w zakresie ich wpływu na rozwój emocjonalny oraz intelektualny dziecka we wczesnym dzieciństwie, już od urodzenia.
- Pojęcie „KSZTAŁCENIE PRZEZ CAŁE ŻYCIE” (*Lifelong Learning*) obejmuje okres od urodzenia aż do śmierci.
- Liczba dzieci w Polsce, trafiających do szkoły z zaburzeniami w rozwoju intelektualnym i z trudnościami w uczeniu się, jest niepokojąco duża.
- Zdolność dzieci do uczenia się często zależy od ich stanu emocjonalnego, obserwuje się zmiany w czasie w tym zakresie. Gdy zostanie usunięty czynnik zaburzający emocje (np. matka i/lub ojciec zmieni swój sposób postępowania z dzieckiem), zmniejszają się trudności dziecka w uczeniu się.

#### **IV. PRZEDSIĘWZIĘCIA PILOTAŻOWE**

##### **1. WYKŁADY OTWARTE**

W celu podniesienia świadomości rodziców w zakresie ich wpływu na rozwój intelektualny i emocjonalny, a przez to na zdolność uczenia się ich dzieci, SNPPiT przy współpracy z Instytutem Pedagogiki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy w roku akademickim 2007/2008 zorganizowało cykl wykładów otwartych dla rodziców, dziadków i opiekunów pod hasłem „MOJA WIEDZA POMAGA MI W KIEROWANIU PRAWIDŁOWYM ROZWOJEM MOJEGO DZIECKA”. Każdemu wykładowi towarzyszyła przygotowana przez SNPPiT przenośna wystawa interakcyjnych eksperymentów fizycznych typu HANDS-ON & MINDS-ON, pokazująca proste przykłady działań eksperymentalnych z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku, pobudzających rozwój intelektualny i zainteresowanie dziecka zjawiskami fizycznymi, dostrzeganie ich w otaczającej rzeczywistości oraz analizowanie i opisywanie z wykorzystaniem naukowego sposobu myślenia.

W kampusie Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego odbyło się pięć wykładów prezentowanych przez pracowników naukowych Instytutu Pedagogiki, natomiast w roku akademickim 2008/2009 – w sali sesyjnej Urzędu Miasta Bydgoszczy – odbyły się kolejne cztery wykłady otwarte.

Program dwuletniego cyklu obejmował następujące tematy:

1. Rola rodziców i opiekunów w rozwijaniu zdolności poznawczych dziecka.
2. Dlaczego niektóre dzieci są odrzucane przez rówieśników?
3. Zaburzenia w zachowaniu młodego pokolenia.
4. Style dziadkowania.
5. O potrzebie i niemożności kształtowania tożsamości młodzieży w epoce proteuszowej.

6. Działania Miejskiego Ośrodka Pomocy Społecznej wspierające rodzinę (MOPS Bydgoszcz). Z serii: „DZIECI ZADAJĄ DOROSŁYM TRUDNE PYTANIA”
7. Magia kryształów (Instytut Fizyki UKW).
8. Tworzywa poliuretanowe w XXI wieku (Instytut Techniki UKW).
9. Czy budować zapory na rzekach? (Instytut Geografii UKW).

Zarówno organizatorzy jak i wykładowcy przeprowadzili ten cykl wykładów społecznie bez wynagrodzenia.

## 2. PRACA Z UCZNIAMI

### 2.1. Konkurs na Eksperyment Fizyczny (KEF) oraz Seminarium dla Młodych Eksperymentatorów (SEMEK)

W celu pobudzenia zainteresowania dzieci i młodzieży uczeniem się fizyki oraz dla rozwoju ich inicjatywy, kreatywności oraz innowacyjności przy demonstrowaniu eksperymentów fizycznych na stworzonych przez siebie zestawach SNP-PiT przy współpracy z Instytutem Fizyki UKW zorganizowało w roku akademickim 2008/2009 **Konkurs na Eksperyment Fizyczny (KEF)** dla uczniów szkół podstawowych. Przed ogłoszeniem regulaminu Konkursu w kilku szkołach podstawowych w Bydgoszczy SNPPiT zorganizowało wystawę interakcyjnych eksperymentów fizycznych typu HANDS-ON & MINDS-ON. Kilka zespołów uczniów klas 6 zgłosiło na Konkurs swoje prace. Rozstrzygnięcie Konkursu odbyło się w kwietniu 2009 r. w Szkole Podstawowej Nr 2. Jury, składające się z przedstawicieli SNPPiT, SP2 oraz Instytutu Fizyki UKW, uznało, że przygotowane przez uczniów zestawy eksperymentalne oraz ich prezentacja były tak interesujące, że oprócz przyznania zwycięzcom dyplomów, materiałów edukacyjnych oraz kurierów CERN (*CERN COURIER*) postanowiło ufundować dodatkową nagrodę dla wszystkich uczestników Konkursu w postaci możliwości uczestniczenia w bezpłatnych zajęciach Seminarium dla Młodych Eksperymentatorów (SEMEK) w następnym roku akademickim oraz możliwości prezentacji swoich eksperymentów przez uczniów podczas Pikniku Fizycznego w maju następnego roku na terenie IF UKW.

W latach 2008-2012 odbyły się 4 edycje Konkursu na Eksperyment Fizyczny (KEF) dla szkół podstawowych, gimnazjów oraz szkół ponadgimnazjalnych, w których uczestniczyło łącznie 100 uczniów, w tym 51 chłopców i 49 dziewcząt. Z tej grupy uczniów 68 uczestniczyło tylko raz, pozostali brali udział kilkakrotnie, przygotowując z roku na rok coraz bardziej zaawansowane zestawy eksperymentalne. Połowa z nich, tj. 50 uczniów, prezentowała swoje zestawy podczas Pikniku Fizycznego w latach 2010-2012, raz lub więcej razy.

W czasie trzech edycji **Seminarium dla Młodych Eksperymentatorów (SEMEK)** z udziałem uczniów szkół podstawowych, gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych, które odbyły się w latach 2009-2012, prof. Joseph Depireux z Uniwersytetu w Liège, pracownicy naukowcy, studenci i doktoranci IF UKW oraz przedstawiciele SNPPiT prezentowali uczniom szkół podstawowych i ponadpodstawowych oraz ich nauczycielom następujące tematy:



Fot. 1: Prof. J. Depireux i A. Wojtyna-Jodko podczas Seminarium dla Młodych Eksperymentatorów

- Woda
- Powietrze
- Elektryczność
- Magnetyzm
- Ciepło
- Mechanika
- Nanotechnologia
- Fizyka ciała ludzkiego
- Fizyka w sporcie
- Aerodynamika
- Oscylacje i fale
- Półprzewodniki
- Inżynieria materiałowa

W trzech edycjach Seminarium dla Młodych Eksperymentatorów uczestniczyło łącznie 21 uczniów, w tym 15 chłopców i 6 dziewcząt. Wiele z nich kontynuowało udział w tych zajęciach od samego początku.

Zarówno KEF jak i SEMEK prowadzone były społecznie bez wynagrodzenia.

## 2.2. Experimentarium

W pomieszczeniach IF UKW na cztery miesiące SNPPiT zainstalowało wystawę interakcyjnych eksperymentów fizycznych typu HANDS-ON & MINDS-ON, co uzupełnione o kilka zestawów zakupionych i stworzonych przez IF UKW, stanowiło zaczątek EXPERIMENTARIUM. Zestawy eksperymentalne są proste, wykonane z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku, przez co uczniowie dostrzegają zjawiska fizyczne w otaczającym je świecie i nabierają przekonania, że oni też takie zestawy mogą zrobić. Wielu z nich poznane eksperymenty demonstruje w swoich domach.

W tym czasie odbyło się wiele pokazów dla klas szkolnych na wszystkich poziomach nauczania oraz w ramach koła naukowego studenci przygotowali do prezentacji wybrane zestawy eksperymentalne. Podczas Pikniku Fizycznego w maju 2012 r. uczniowie, biorący udział w Konkursie na Eksperyment Fizyczny (KEF), ww. studenci, doktorant oraz młoda pracownica IF UKW prezentowali przygotowane przez siebie eksperymenty, co bardzo pobudziło zainteresowanie fizyką młodzieży przybyłej na Piknik.

Opisy wybranych eksperymentów zostały opublikowane w Biuletynie Informacyjnym SNPPiT „Przyroda i Technika w Szkole” (Nr 51, czerwiec 2012).

Wszystkie prace prowadzone w ramach EXPERIMENTARIUM i Pikniku Fizycznego były wykonane społecznie bez wynagrodzenia.

## 3. CASE STUDY

Uczniowie szkoły podstawowej w wieku 9 lat mieli trudności w uczeniu się związane z zaburzeniami emocjonalnymi mającymi swoje źródło w relacjach rodzinnych.



Nauczycielka koncentrowała się na dwóch aspektach:

- Do procesu nauczania włączyła zwiększoną liczbę eksperymentów interakcyjnych jako formę wprowadzenia do omawiania kolejnych tematów (działanie uczniów zakończone sukcesem, przeżywanie przez nich pozytywnych emocji).
- Współpracowała z rodzicami w celu wyeliminowania czynnika wywołującego negatywne emocje i zaburzającego rozwój emocjonalny i intelektualny dzieci.

W ciągu dwóch lat dzieci te pokonały trudności w uczeniu się i uzyskały bardzo dobre wyniki w nauce.

W wieku 9 lat uczniowie lubią eksperymentować, gdyż działania te kojarzą im się bardziej z zabawą niż obowiązkiem szkolnym, nie mają jeszcze negatywnych doświadczeń w tym zakresie.

Zakończone sukcesem wykonywanie eksperymentów fizycznych wywołuje pozytywne emocje, co zmniejsza stres, podnosi poczucie własnej wartości, a przez to zwiększa zdolność uczenia się dzieci.

Mimo, że w polskich szkołach zagadnienia z zakresu fizyki ujęte są w programie szkoły podstawowej już od pierwszej klasy, to jednak zbyt mało uczniów wybiera ten profil kształcenia w gimnazjum, szkołach ponadgimnazjalnych oraz jako kierunek studiów.

#### **4. PARAMETRY OKREŚLAJĄCE POGODĘ ORAZ WPROWADZENIE DO ROZUMIENIA POJĘCIA WZGLĘDNOŚCI**

##### **4.1. Uwagi ogólne**

Zagadnienia związane z obserwacją pogody zapisano w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkół podstawowych już w ramach edukacji wczesnoszkolnej (kl. I-III), w ramach edukacji przyrodniczej. Również podręcznik do nauki języka angielskiego zawiera treści związane z określaniem pogody.

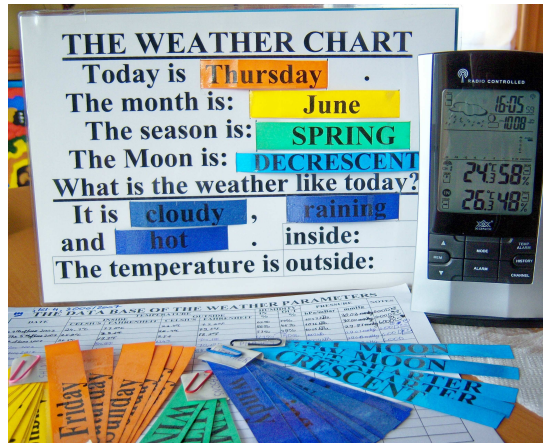
W życiu codziennym, na przykład w ulotkach reklamowych marketów, dzieci często widzą „radiową stację pogody”, którą można wykorzystać na lekcjach, również języka angielskiego, do odczytywania parametrów pogody i tworzenia bazy danych.

##### **4.2. Baza danych**

Na podstawie dziennika pogody, znajdującego się w podręczniku, można stworzyć bardziej rozbudowaną dokumentację, składającą się z dwóch elementów: planszy oraz bazy danych w formie tabeli.

**Plansza** z wymiennymi elementami (fot. 2) służyła do wykształcenia nawyku zwracania uwagi na kolejno następujące po sobie dni tygodnia i miesiące oraz pomagała w zapamiętaniu nazw w j. polskim i angielskim:

1. dni tygodnia;
2. miesiące;
3. pór roku;
4. określeń dotyczących pogody, związanych z temperaturą oraz zjawiskami atmosferycznymi, np. zimno, deszczowo, wietrznie itp.;



Fot. 2: Plansza z wymiennymi elementami i tabela.

5. faz Księżyca (Uczniowie odczytywali fazę Księżyca w kalendarzu i na wyświetlaczu stacji pogody, porównywali z szablonem i wybierali właściwe słowo, które umieszczali na planszy. Po pół roku takich ćwiczeń wyboru właściwego słowa dokonywali już bez pomocy nauczyciela. Przy każdej zmianie pory roku omawiano ruch Ziemi wokół Słońca oraz ruch Księżyca po orbicie okołoziemskiej z wykorzystaniem Atlasu encyklopedycznego PWN oraz dostępnych pomocy dydaktycznych.).

**Bazę danych** tworzyli uczniowie, wpisując do tabeli (fot. 3) odczytane na wyświetlaczu (fot. 4 i 5) liczby – wyniki pomiaru:

- 1) temperatury w pomieszczeniu i na zewnątrz w skali Celsjusza i w skali Fahrenheita;
- 2) wilgotności wewnątrz pomieszczenia i na zewnątrz;
- 3) ciśnienia (wyrażonego w hPa/mBar oraz w mm Hg).

Wyjaśnienia wymagało określenie stacji pogody jako „radiowa”, czyli sterowana falami radiowymi z zegara atomowego znajdującego się w okolicach Frankfurtu nad Menem w Republice Federalnej Niemiec. Zegar ten wskazuje czas z dokładnością do 1s/1mln lat i ma zasięg 1.500 km.

Na początku każdej lekcji uczniowie głośno odczytywali ww. liczby (w j. polskim i angielskim) i wpisywali je do odpowiedniej kolumny w tabeli. W pierwszym semestrze takiej metody pracy z uczniami nauczycielka zmieniała kolejność odczytu poszczególnych parametrów na wyświetlaczu (na jednej lekcji pierwszy odczyt temperatury był w skali Celsjusza, następnym razem – Fahrenheita, na jednej lekcji na wyświetlaczu najpierw pokazana była wartość ciśnienia w hPa/mBar, a w drugiej kolejności w mm Hg. Na następnej lekcji – kolejność odczytu była odwrotna. W drugim semestrze zmieniana była również kolejność zapisu poszczególnych parametrów w tabeli. Przy takim sposobie pracy uczniowie zaczęli odczytywać parametry od jednostki i nigdy się nie

pomylili przy wpisywaniu do odpowiedniej kolumny tabeli. W sposób naturalny porównywali aktualne wartości z zapisanymi wcześniej, analizowali zauważone zmiany i wyciągali wnioski. Przy pomiarach wartości ujemnych temperatury w skali Celsjusza zauważyli różnicę w kierunku zmian tych wartości (bezwzględnych) w porównaniu ze skalą Fahrenheita.

The image shows a stack of several hand-drawn tables, each titled "THE DATA BASE OF THE WEATHER PARAMETERS". Each table is a grid with columns for DATE, INSIDE TEMPERATURE (Celsius and Fahrenheit), OUTSIDE TEMPERATURE (Celsius and Fahrenheit), HUMIDITY (IN and OUT), and PRESSURE (hPa/mBar and mmHg). The tables contain handwritten data points for various dates and times, showing temperature and humidity readings. The tables are slightly offset from each other, creating a layered effect.

Fot. 3: Stworzona przez uczniów baza danych (tabela).

#### 4.2.1. Temperatura, wprowadzenie do rozumienia pojęcia względności

Drugą skalę temperatur, skalę Fahrenheita, wprowadzono w kontekście kulturowym: „Twój kolega w Ameryce nie będzie wiedział, czy 20°C oznacza zimno, czy ciepło, gdyż on odczytuje temperaturę w skali Fahrenheita”. Bardziej szczegółowo można było omówić i porównać skalę Celsjusza i Fahrenheita dopiero, gdy uczniowie zwrócili uwagę na różnicę kierunku zmian wartości bezwzględnych w zakresie temperatur ujemnych w skali Celsjusza.

Wykształcenie nawyku odczytywania wartości wielkości fizycznej razem z jednostką bardzo ułatwi interpretację wyników przy rozwiązywaniu zadań na lekcjach fizyki w klasach starszych. Utrwalenie w świadomości ucznia dwóch skal jednocześnie stanowi wprowadzenie do rozumienia pojęcia względności w szerokim znaczeniu tego słowa.

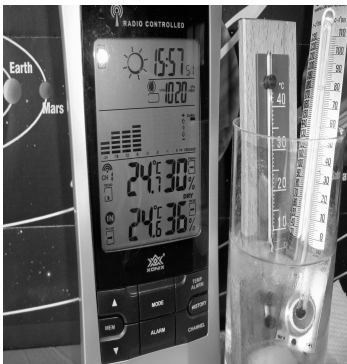
#### 4.2.2. Ciśnienie

Przed przystąpieniem do odczytu pomiaru ciśnienia omówiono pojęcie ciśnienia atmosferycznego, odwołując się do doświadczenia ucznia związanego z picciem napojów z kartonika przez słomkę. Podobnie jak w przypadku temperatury wprowadzono drugą jednostkę ciśnienia, którą można odczytać na wyświetlaczu radiowej stacji pogody.

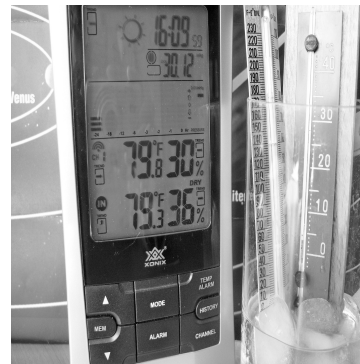
### 4.2.3. Wilgotność

Wyświetlacz pokazuje wartości wilgotności względnej (%) w pomieszczeniu i na zewnątrz budynku. Do zrozumienia pojęcia wilgotności wykorzystano prosty eksperyment.

Polecono uczniom wyjąć lód z lodówki, włożyć kostki do szklanki razem z dwoma termometrami: jeden w obudowie drewnianej z zaznaczoną skalą Celsjusza, drugi w obudowie aluminiowej z zaznaczonymi dwiema skalami (Celsjusza i Fahrenheita) i obserwować, co się dzieje.



Fot. 4: Wskazania temperatury w skali Celsjusza.



Fot. 4: Wskazania temperatury w skali Fahrenheita.

Uczniowie obserwowali zachodzące zmiany i komentowali:

1. Szybki spadek słupka rtęci w obu termometrach, jednak słupek rtęci w każdym z nich zatrzymał się na nieco innej wysokości (wprowadzenie do problematyki błędu pomiaru).
2. W szklance pojawia się woda, temperatura nie zmienia się.
3. Przy różnym ułożeniu termometrów względem kostek lodu i powierzchni wody różnica temperatur, wskazana przez dwa termometry znacznie się powiększa (wprowadzenie do rozumienia pojęcia temperatury lokalnej, fluktuacji temperatury).
4. Pojawia się woda na ściankach zewnętrznych szklanki.

Pytanie – Skąd bierze się woda na ściankach zewnętrznych naczynia? – pozwala na intuicyjne wprowadzenie do rozumienia pojęcia wilgotności, które informuje nas o tym, ile wody znajduje się obecnie w powietrzu (bez wprowadzania definicji).

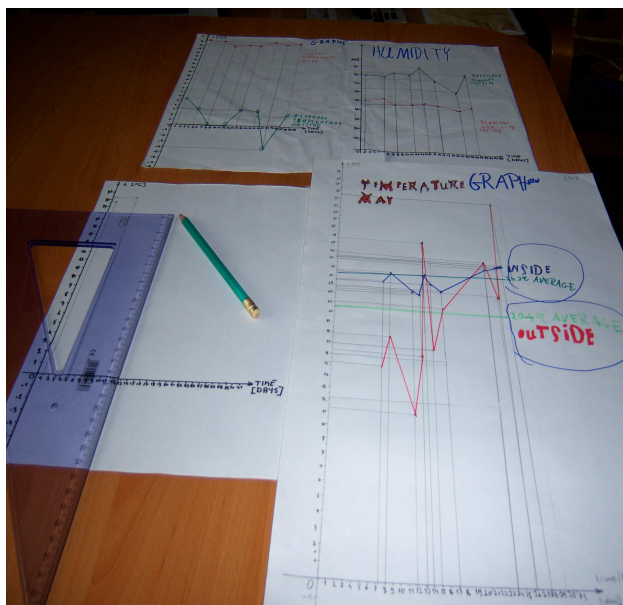
Dotknięcie ręką obudowy drewnianej i aluminiowej termometrów zwraca uwagę na subiektywne odczucie „cieplejszego” i „zimniejszego” termometru mimo, że wskazania obu termometrów są identyczne lub bardzo zbliżone (wprowadzenie do rozumienia przewodnictwa cieplnego).

Ten prosty zestaw eksperymentalny z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku wykształca w uczniach podejście interdyscyplinarne, uświadamia zło-

żoność obserwowanych zjawisk, utrwała nawyk dokładnej obserwacji oraz wykształca umiejętność słownego opisywania prowadzonej obserwacji.

#### 4.2.4. Prezentacja graficzna

W oparciu o samodzielnie stworzoną w ciągu miesiąca tabelaryczną bazę danych, na ostatniej lekcji w danym miesiącu, uczniowie nanosili odczytane z tabeli wartości parametrów na wykresy. Przed przystąpieniem do wykonywania pierwszego wykresu nauczycielka przygotowała wyskalowany układ współrzędnych. Posługując się dużą ekierką uczniowie zaznaczali odpowiednie punkty na wykresie, które potem połączyli. Z entuzjazmem odkryli, że otrzymali taki sam wykres, jaki często widzą w gazecie w rubryce prognozy pogody. Przy sporządzaniu kolejnych wykresów uczniowie samodzielnie tworzyli skalę na obu osiach współrzędnych. Byli dumni z każdego wykonanego wykresu (fot. 6).



Fot. 6. Wykonane przez uczniów wykresy.

#### 4.2.5. Dydaktyczna rola błędu

Wielu uczniów odczuwało paniczny lęk przed popełnieniem błędu. Robili ich dużo, każdy błąd zniechęcał do dalszej pracy. Przy obliczaniu po raz pierwszy wartości średniej temperatury i naniesieniu na wykres okazało się, że jest to wartość poniżej najmniejszej wartości pomiarowej. W tej sytuacji uczniowie zrozumieli i zapamiętali, że poprawnie obliczona wartość średnia powinna znajdować się pomiędzy wartością najmniejszą a największą. Kolejne obliczenia wykonali już poprawnie. Sytuacja ta była doskonałą ilustracją powiedzenia: „Uczymy się na błędach”.

## 5. EKSPERYMENTY Z WODĄ<sup>4</sup>

1. Na powierzchnię wody (znajdującej się w naczyniu okrągłym) rozsypujemy trochę zmielonego pieprzu i wykałaczką, umoczoną w płynie do zmywania naczyń, dotykamy powierzchni wody w jej środku. Obserwujemy szybki ruch pieprzu w stronę ścianek naczynia. Przed powtórzeniem eksperymentu z wodą w naczyniu o ściankach kwadratowych zachęcamy uczniów do stawiania hipotezy dotyczącej zachowania kawałków pieprzu.

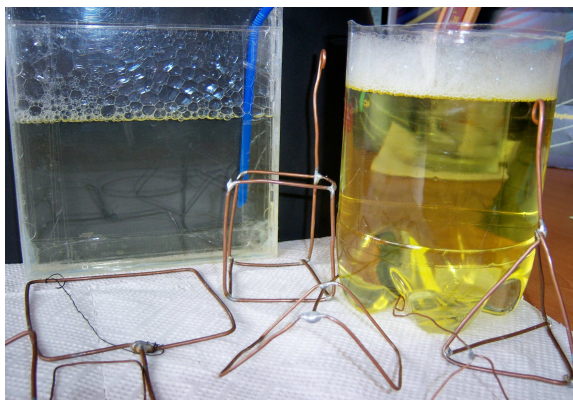


Fot. 7: Wznoszenie kapilarne (uczniowie obserwują i opisują).



Fot. 8: Napięcie powierzchniowe (uczniowie obserwują, opisują i stawiają hipotezy).

2. Do naczynia z wodą oraz niewielką ilością detergentu wkładamy po kolei wykonane z drutu proste kształty: okrąg, trójkąt, prostokąt. Uczniowie obserwują i opisują słownie ciekawą warstwę wody rozpiętą na każdym z nich. Przed zanurzeniem kolejnych kształtów zachęcamy uczniów do stawiania hipotez: jaki efekt zobaczymy?



Fot. 9: Zabawa z bańkami (uczniowie stawiają hipotezy, obserwują, opisują i liczą krawędzie Plateau).

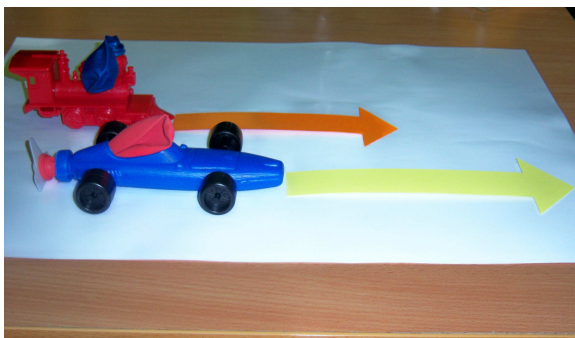
<sup>4</sup> Te eksperymenty z wodą zostały opracowane przez GRASP, ULg, B.

Zanurzamy prostokąt skrecony o  $90^\circ$  tak, że jego powierzchnia nie jest płaszczyzną, kwadrat z luźno przewiązaną nitką, w dalszej kolejności dwuścian, graniastosłup o podstawie trójkątnej oraz sześciian (fot. 9). Istotnym ćwiczeniem jest liczenie przez uczniów liczby pojawiających się krawędzi wewnętrznych, tzw. „krawędzi Plateau”.

## 6. WPROWADZENIE DO ROZUMIENIA POJĘCIA WIELKOŚCI WEKTOROWEJ

Pojęcie prędkości dzieci znają ze swoich doświadczeń w ruchu ulicznym (jeżdżąc z rodzicami samochodami lub środkami komunikacji publicznej). Wykorzystując różne pojazdy (zabawki) można określić ich ruch względem siebie. Pojazd wyprzedzający, jadący szybciej (z większą prędkością) w tym samym kierunku uczniowie intuicyjnie oznaczali dłuższą strzałką niż pojazd wyprzedzany, jadący wolniej (z mniejszą prędkością). Pojazdy jadące w kierunkach przeciwnych (mijające się) oznaczali strzałkami o przeciwnych zwrotach. Wraz ze zmianą kierunku ruchu pojazdu uczniowie zmieniali kierunek strzałki.

W ten sposób w umyśle uczniów powstało intuicyjne skojarzenie prędkości ruchu ze strzałką: jej długością, kierunkiem i zwrotem, co pomoże im w rozumieniu pojęcia wielkości wektorowej w dalszym kursie nauki.



Fot. 10: Kojarzenie strzałki z prędkością.

## 7. WPROWADZENIE DO ROZUMIENIA POJĘCIA LINII SIŁ



Fot. 11: Opilki żelaza układają się wzdłuż linii sił pola magnetycznego.

Wykorzystano trzy magnesy, wzięte z dostępnego w handlu zestawu „Magnetyzm” z serii „Nauka i zabawa”. Uczniowie przynieśli na lekcję trochę opiłków żelaza z warsztatu ojca, a potem włożyli je do dużego pudełka po Tic-Tac. Przykładając magnesy do obu stron pudełka w dowolny sposób uczniowie obserwowali, opisywali słownie, a następnie rysowali linie, wzdłuż których układają się opiłki.

W ten sposób w umyśle uczniów pojawiło się intuicyjne rozumienie pojęcia „linie sił”.

Uczniowie odwołują się do tej wiedzy w momencie, gdy na lekcji fizyki zetkną się z pojęciem linii sił pola.

## 8. WPROWADZENIE DO ROZUMIENIA POJĘCIA DUALIZMU

Popularne nalepki magnetyczne na lodówkę mają paski magnetyczne oddzielone od siebie przerwami. Jeżeli dwie nalepki zetkniemy stronami namagnesowanymi i przesuwamy w kierunku prostopadłym do linii pasków, czujemy w dłoniach, że nalepki przesuwają się skokowo. Jeżeli nalepki przesuwamy w kierunku zgodnym z kierunkiem namagnesowanych pasków, ruch odbywa się w sposób ciągły.



Fot. 12: Układ nalepek magnetycznych na lodówkę.

Uczeń odczuwa dłońmi, że dwa elementy materii oddziałują ze sobą raz w sposób ciągły, a raz skokowo.

Do tego doświadczenia uczeń się odwoła, gdy na lekcjach fizyki zetknie się ze zjawiskiem dualizmu korpuskularno-falowego.

## ROLA EKSPERYMENTU FIZYCZNEGO – KONKLUZJE

1. Na pierwszym poziomie formalnej edukacji szkolnej, kiedy uczniowie nie mają jeszcze negatywnych doświadczeń, zakończone sukcesem wykonywanie przez nich prostych eksperymentów fizycznych w oparciu o zestawy, w których wykorzystano przedmioty codziennego użytku, może pomóc w przewycięzaniu trudności w uczeniu się.

2. Trudne pojęcia fizyczne (jak np. względność, wielkość wektorowa, linie sił, dualizm) mogą być z wykorzystaniem interakcyjnych eksperymentów fizycznych wprowadzone do struktury wiedzy potocznej uczniów tak wcześnie, jak to tylko jest



możliwe, bez formalnej definicji. W dalszym procesie kształcenia rozumienie tych pojęć jest poszerzane i pogłębiane w różnych kontekstach.

**3.** Konkurs na Eksperyment Fizyczny (KEF), w którym zarówno innowacyjne koncepcje i podejście jak i sposób prezentacji – są brane pod uwagę przez jury przy ocenie, jest dobrym sposobem pobudzania inicjatywy, innowacji i kreatywności uczniów na wszystkich poziomach nauczania. Ci uczniowie, którzy uczestniczyli w Seminarium dla Młodych Eksperymentatorów (SEMEK), w następnych edycjach Konkursu prezentowali coraz bardziej zaawansowane zestawy eksperymentalne.

**4.** Dobrowolne zaangażowanie (w ramach koła naukowego) studentów fizyki w opisywanie i prezentowanie uczniom szkół podstawowych, gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych wybranych przez siebie zestawów eksperymentalnych pomogło tym studentom uzyskać bardzo dobre wyniki w sesji egzaminacyjnej na koniec roku akademickiego.

**5.** Jednym z możliwych efektów długoterminowych może być wzrost liczby maturzystów wybierających fizykę jako przedmiot maturalny oraz wzrost liczby studentów fizyki.

#### **PODZIĘKOWANIE**

Prace w opisanym wyżej zakresie prowadziłam w czasie mojej wieloletniej współpracy z profesorem Josephem DEPIREUX (Ulg, B), który pełnił rolę przewodnika i służył radą, za co składam mu serdeczne podziękowanie.

