



Rafał Jakubowski

**METODA PROJEKTÓW
W UCZENIU SIĘ I NAUCZANIU FIZYKI
W GIMNAZJUM**

Rozprawa doktorska
napisana pod kierunkiem
prof. dr. hab. Stanisława Dylaka
z Zakładu Pedagogiki

Podziękowania

Szczególnie dziękuję trzem profesorom Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, którzy pomogli mi wprowadzić lekcyjne zadanie projektowe do praktyki szkolnej. Profesorowi Wojciechowi Nawroćkowi, który pokazał, że „fizyka jest zawsze młoda”, profesorowi Stanisławowi Dylakowi za zwracanie uwagi, iż istnieje także rozumowanie krytyczne i profesorowi Ryszardowi Naskręckiemu, który zachęcał mnie i moich uczniów, abyśmy nauczyli się tylko jednego: „szybko się uczyć”.

Równie serdecznie dziękuję najbliższej Rodzinie i Przyjaciółom za ich nieoceniony wkład w motywację do napisania rozprawy doktorskiej.

Rafał Jakubowski

Poznań, 5 lipca 2016 r.

Spis treści

WSTĘP	6
Rozdział I METODA PROJEKTÓW W ŚWIETLE LITERATURY.....	14
1. Historia i współczesność metody	14
2. Zalety, wady i problemy metody projektów	17
3. Wyniki badań gimnazjalistów oraz raporty z egzaminów gimnazjalnych	20
4. Czynniki mające wpływ na wyniki uczenia się.....	22
5. Uczenie się uczenia się	24
Rozdział II PODSTAWY TEORETYCZNE LEKCYJNEGO ZADANIA PROJEKTOWEGO...35	
1. Podstawowe założenia konstruktywizmu.....	35
2. Rozumowanie naukowe jako cel edukacji przyrodniczej	40
3. Metody kształtowania rozumowania naukowego – PBL, IBSE	50
4. Lekcyjne zadanie projektowe jako metoda kształcenia przyrodniczego	60
Rozdział III METODOLOGICZNE PODSTAWY BADAŃ WŁASNYCH.....62	
1. Cele badań	62
2. Problemy i założenia, hipotezy, zmienne i ich operacjonalizacja	63
3. Metody, techniki i narzędzia	70
4. Teren i organizacja badań.....	71
5. Techniki statystyczne zastosowane do opracowania materiału empirycznego.....	78
Rozdział IV SKUTECZNOŚĆ PEDAGOGICZNA LEKCYJNYCH ZADAŃ	
PROJEKTOWYCH.....	84
1. Wyniki eksperymentu w zakresie efektów realizacyjnych	85
2. Wyniki eksperymentu w zakresie efektów kształcących	99
3. Podsumowanie i dyskusja wyników	137
4. Wnioski końcowe	145
ZAKOŃCZENIE.....	149
BIBLIOGRAFIA.....	154
Spis schematów.....	159
Spis tabel	160
Spis wykresów.....	162
Załączniki:	
Aneks A (Narzędzia badawcze)	164
Aneks B (Innowacja pedagogiczna).....	212
Aneks C (Postawy uczniów mierzone w badaniach PISA).....	217

*Physica semper iuvenis*¹

¹ *Fizyka zawsze młoda* – Wykład inauguracyjny na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 3 października 2005 roku, wygłoszony przez profesora Wojciecha Nawrocika.

Abstrakt

Ostatnie raporty jakości polskiej edukacji zwracają uwagę, iż metody nauczania zdominowane są aktywnością nauczycieli, a nie uczniów. W większości krajów zwraca się uwagę na treści kształcenia, a zaniedbuje sposoby rozwijania wśród uczniów rozumowania, wnioskowania i dowodzenia. W raporcie z badań rozumowania naukowego studentów fizyki uczelni amerykańskich i chińskich postuluje się, aby prowadzić zrównoważone metody nauczania wykorzystujące treści kształcenia oraz metody problemowe, które rozwijają rozumowanie naukowe. W polskiej edukacji od lat panuje paradygmat przekazu, a nie uczenia się i nauczania problemowego i poszukującego. Według profesora S. Dylaka przestrzeń cyfrowa może ten paradygmat przekazu zmienić. Jak pokazały badania metoda projektów rozwija myślenie krytyczne, kreatywność, pracę zespołową, komunikację między uczniami, umiejętności technologii cyfrowej oraz ukierunkowuje uczniów na własny rozwój. Pół wieku temu profesor Cz. Kupisiewicz zwrócił uwagę, aby uczniów zachęcić do zdobywania wiedzy czynnej, będącej nieodzownym warunkiem wykonywania czynności nowych, dotychczas nieznanymi, a nie na nabywaniu tylko wiedzy biernej – przydatnej jedynie przy udzielaniu odpowiedzi na zadane z zewnątrz pytania. Problemowe uczenie się wykorzystujące metodę naukową opiera się na sekwencji: pytanie badawcze – hipoteza – doświadczenie – wnioski. W niniejszej dysertacji podano propozycję praktycznego rozwijania rozumowania naukowego oraz nabywania wiedzy czynnej poprzez lecyjne zadania projektowe preferujące zadania realizacyjne oraz indukcyjne i abdukcyjne sposoby wnioskowań. Główny punkt rozważań i badań rozprawy doktorskiej skupiał się na określeniu skuteczności pedagogicznej metody projektów oraz na ocenie rozwoju rozumowania naukowego wśród uczniów gimnazjum, a także na wykorzystaniu metody problemowej oraz metody projektów. Badania wykazały znaczny wzrost poziomu rozumowania naukowego uczniów pracujących metodą projektów w dłuższym przedziale czasowym.

WSTĘP

Ważnym bodźcem do rozpoczęcia pracy nad niniejszą dysertacją było duże zainteresowanie projektami edukacyjnymi, sposobami wnioskowania oraz poszukiwanie nowych efektywniejszych metod uczenia się i nauczania dla nauk przyrodniczych. Uczenie się i nauczanie fizyki metodą projektów w gimnazjum może być bardziej efektywnym sposobem edukacji. Nawiązuje do wprowadzonego w 2010 roku na gimnazja obowiązku zorganizowania pracy metodą zespołowego projektu edukacyjnego². Obowiązek ten wprowadzono, aby doprowadzić do zmiany niewłaściwego ukształtowania aktualnych programów nauczania nauk przyrodniczych, które prowadzą do niewłaściwych efektów nauczania. Wyniki badań PISA³ z 2006 roku pokazują, że w tej dziedzinie polski system edukacyjny główny nacisk kładzie na opanowanie przez uczniów wiadomości o charakterze szczegółowym. Oczekuje od ucznia – często literalnego – powtarzania za nauczycielem gotowej, schematycznej, podręcznikowej argumentacji, zamiast samodzielnego procesu dochodzenia do niej. W takim przypadku osiąga się założony przez system efekt edukacyjny w postaci nabycia sprawności w rozwiązywaniu testów, kosztem rozumienia istoty zjawisk przyrodniczych w ich szerszym kontekście przedmiotowym oraz całkowicie gubi się perspektywę metateoretycznej refleksji. Co więcej, większość podręczników wybieranych przez prowadzących nauczanie przedmiotów przyrodniczych w szkołach gimnazjalnych jest tak redagowana, aby wyeliminować w procesie edukacyjnym twórczy element stawiania pytań wobec nieznanego zjawiska. Na przykład w podstawie programowej z fizyki do gimnazjum (III etap edukacyjny) nie pojawiają się najważniejsze elementy rozumowania naukowego, takie jak stawianie pytań badawczych, formułowanie hipotez i ich empiryczne weryfikowanie, mimo że podstawa zaleca wykonywanie doświadczeń i wnioskowanie na ich podstawie. Niewłaściwe rozłożenie akcentów w programach nauczania powoduje określone skutki w wynikach osiągniętych przez uczniów. Już w 2006 roku po badaniach PISA⁴ polscy eksperci napisali w raporcie, że: „Rozwijanie umiejętności samodzielnego myślenia, rozumowania naukowego, modelowania i rozumowania matematycznego, formułowania hipotez, zwięzłego zapisania wniosków,

² Projekt edukacyjny jest zespołowym, planowym działaniem uczniów, mającym na celu rozwiązanie konkretnego problemu.

³ PISA 2006, Programme for International Student Assessment – Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej. W badaniach PISA 2006 wzięło udział około 400 tysięcy uczniów, którzy reprezentowali ponad 20-milionową populację piętnastolatków z 57 krajów, w tym 30 krajów członkowskich z Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD). Główna dziedzina pomiaru PISA w 2006 roku objęła umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych.

⁴ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

dostrzegania alternatywnych rozwiązań problemu, stanowi piętę achillesową polskiej oświaty”. Polscy gimnazjaliści w badaniach PISA⁵ z 2012 roku osiągnęli wyniki niższe od średniej OECD w odniesieniu do rozwiązywania problemów. Najlepsze wyniki uzyskali uczniowie z Singapuru, Korei i Japonii. Polska należy do krajów, w których z rozwiązywaniem problemów poradzili sobie gorzej i dobrze i słabi uczniowie. Polscy uczniowie nieco lepiej radzili sobie z zadaniami wymagającymi przekształcenia abstrakcyjnego problemu na konkretne rozwiązanie, czyli na przyjęciu i realizacji konkretnej strategii działania. Umiejętność ta charakteryzuje uczniów, którzy są dobrzy w stosowaniu posiadanej wiedzy i umiejętności. „Więcej problemów sprawiały polskim uczniom zadania wymagające wytworzenia nowej wiedzy, umiejętności kwestionowania założeń, zadawania pytań, tworzenia i eksperymentowania z różnymi sposobami rozwiązywania, czy myśleniem abstrakcyjnym. Ten rodzaj umiejętności charakteryzuje uczniów, którzy szybko się uczą, potrafią łatwiej odnaleźć się w nieznanej sobie sytuacji. Takie wyniki polskich uczniów świadczą o schematyczności nauczania. Szkoła ćwiczy myślenie odtwórcze, podczas gdy w problemach życia codziennego, czy wymaganiach bardziej złożonych zadań zawodowych droga od problemu do rozwiązania jest dużo dłuższa i w większym stopniu wymaga selekcji informacji, radzenia sobie z niepewnością i wielością możliwych rozwiązań. Ważna staje się wówczas umiejętność wytwarzania różnych rozwiązań, czy poszukiwania nietypowych dróg rozwiązania problemu”⁶. Również raporty z egzaminów gimnazjalnych podkreślają odtwórczość polskich uczniów. „Słabą stroną gimnazjalistów jest umiejętność oceny wyników doświadczeń i formułowanie wniosków (biologia, chemia, fizyka). Nie potrafią również wykorzystać posiadanej wiedzy teoretycznej do rozwiązania zadań (odtwarzają wiadomości, lecz nie potrafią ich stosować do np. analizowania przedstawianych sytuacji)”⁷. Natomiast najnowszy raport z ewaluacji zewnętrznych przeprowadzonych w latach 2013–2014 „Jakość edukacji” podkreśla, iż w Polsce to nie uczniowie grają główną rolę na lekcjach. Zajęcia lekcyjne zdominowane są aktywnością nauczycieli, a nie uczniów. To uczniowie, najczęściej odpowiadają na pytania nauczycieli i pracują z tekstami. Praca w grupie występuje na 5% ogólnej liczby zajęć,

⁵ PISA 2012, Programme for International Student Assessment – Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2012 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej. Badanie w roku 2012 było już piątą edycją badań PISA realizowanego przez międzynarodowe konsorcjum nadzorowane przez OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development.– Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju) i przedstawicieli krajów członkowskich. Jest to największe międzynarodowe badanie umiejętności uczniów na świecie. Realizowane jest co 3 lata i za każdym razem jedna z dziedzin – umiejętności matematyczne, czytanie i interpretacja, rozumowanie naukowe – jest dziedziną wiodącą. W 2012 r. były to umiejętności matematyczne. W Polsce, jak w poprzednich edycjach, badanie przeprowadził zespół ekspertów Instytutu Filozofii i Socjologii PAN. W badaniach PISA 2012 w skali międzynarodowej wzięło udział około 512 tysięcy uczniów, którzy reprezentowali ponad 27-milionową populację piętnastolatków z 64 krajów i regionów (w przypadku Chin).

⁶ Tamże.

⁷ *Analiza osiągnięć gimnazjalistów z zakresu przedmiotów przyrodniczych*, egzamin gimnazjalny 2014, Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu, Poznań 2014.

a obserwacje doświadczeń mają miejsce w trakcie 6% lekcji. Odkrywanie zależności, formułowanie hipotez oraz ich weryfikacja, projektowanie i testowanie własnych rozwiązań, samodzielne wykonywanie eksperymentów lub modelowanie zjawisk odbywa się nie częściej niż na 3% zajęć⁸.

Profesor Alfred Pflug podkreślał, iż na lekcjach fizyki powinniśmy kształtować uczniów na pasjonatów fizyki, a nie na profesjonalistów. „Edukacja z zakresu fizyki w szkołach jest bardzo często oceniana poprzez badanie, czy zostały osiągnięte krótkowzroczne cele, takie jak: umiejętności odpowiadania na specjalne pytania, czy rozwiązywanie wybranych problemów, które w sposób zaplanowany prowadzą do określonych odpowiedzi. Jeśli nasze nauczanie fizyki ma mieć długotrwały efekt w działaniu i sposobie myślenia naszych uczniów w ich przyszłym dorosłym życiu, to powinniśmy raczej pomóc im stać się amatorami, tj. miłośnikami fizyki aniżeli profesjonalistami, ponieważ przytłaczająca większość z nich nie będzie korzystała z fizyki w swoim przyszłym życiu, pracując na utrzymanie”⁹.

Wieloletni nauczyciel i praktyk dr Zenon Gubański zwracał zawsze uwagę na większe znaczenie metod stosowanych przez fizykę, niż treści nauczania. „Biorąc pod uwagę obecny szybki postęp w naukach ścisłych, szybkie zmiany w produktach oferowanych przez przemysł są krótkotrwałe. Bardziej trwałą wartością jest to, że metody i koncepcje poznane, np. w fizyce będą mogły być używane nawet w okolicznościach dotychczas nieznanych. Te koncepcje, poznane w przedmiotach ścisłych, odnoszą się też do ludzi biznesu, prawników, ekonomistów, polityków albo oficerów wojska i policji. Jeśli szkole uda się wpoić uczniom te umiejętności i koncepcje w skuteczny sposób, nauczanie przedmiotów ścisłych będzie miało długotrwałe odniesienie do następnej generacji. To jest powodem, że warto poświęcać więcej uwagi metodzie, a nie treści. Warto poświęcać więcej uwagi edukacji, a nie samemu programowi nauczania”¹⁰.

Potrzebę zmiany celów kształcenia akcentuje się w wielu raportach oświatowych, w których jest mowa o takiej edukacji, w toku której przygotowuje się uczniów do uczenia się przez całe życie. Wskazuje się bowiem na fakt, że tylko w ten sposób mogą się oni dostosowywać do stale zmieniającej się sytuacji. Temat zmiany celów podjęli, między innymi S. Rassekh i G. Vaideanu, według których ich tradycyjna forma (triada) uległa ewolucji. Zauważyli, że zamiast preferowanego przez lata w programach edukacyjnych ich dotychczasowego układu (wiadomości, umiejętności, postawy i kompetencje), na plan pierwszy wysuwają się postawy i kompetencje, co

⁸ A. Jancy, *Uczniowie nabywają wiadomości i umiejętności określone w podstawie programowej*, [w:] *Jakość edukacji, Dane i wnioski z ewaluacji zewnętrznych przeprowadzonych w latach 2013–2014*, G. Mazurkiewicz, A. Gocłowska (red.), Kraków 2014.

⁹ A. Pflug, Referat wygłoszony na Konferencji GIREP w Skofja Loka, 1992 (Foton 21/1992).

¹⁰ Z. Gubański, *Szkoła dawniej i dziś*, Wykład autorski w Ostrowie Wielkopolskim dla Ostrowskiego Towarzystwa Naukowego, Ostrów Wielkopolski 2008.

wiąże się z nowymi potrzebami edukacyjnymi¹¹. Najlepiej znaczenie postaw w edukacji wyraził w 1938 roku John Dewey. Uważał, że „Najważniejszą postawą uczniów, jaką możemy w nich ukształtować, jest ich pragnienie uczenia się”. Zdaniem Czesława Kupisiewicza samodzielność intelektualną uczniów najbardziej rozwija postawa badawcza. Profesor Stanisław Dylak w książce „Architektura wiedzy w szkole” zauważa brak zainteresowania polskiej szkoły metodami poszukującymi, które znane są na świecie i w Polsce od 50 lat i wyraża ogromną nadzieję na zmianę tej sytuacji dzięki przestrzeni cyfrowej. „Zasadnym wydaje się więc twierdzenie, że czynnikiem utrudniającym powszechność stosowania metod poszukujących jest panujący w szkole paradygmat przekazu i pod niego przygotowana jednorodna organizacja pracy dydaktycznej szkoły. Wkroczenie przestrzeni cyfrowej – to jest to środowisko, które nie tylko może sprzyjać zmianie, ale przede wszystkim wymusza zmianę obecnego paradygmatu nauczania”¹².

Nie wszystkie umiejętności uczniów można sprawdzić w trakcie egzaminu testowego. Bardzo często egzaminy gimnazjalne gubią najważniejsze informacje o wiedzy, umiejętnościach i postawach uczniów: „Obecna kultura edukacji skupia się nie na nauczaniu, czy uczeniu się, ale egzaminowaniu. Testy są ważne. Standaryzowane testy mają sens. Ale nie powinny być głównym celem edukacji. Powinny diagnozować. Pomagać. Testy powinny wspomagać nauczanie, nie blokować go, a często przecież to czynią. Zamiast ciekawości mamy więc kulturę posłuszeństwa. Dzieci i nauczyciele podążać mają za rutyną, a nie cieszyć się potęgą wyobraźni i ciekawości. Kreujemy swoje życie poprzez proces nieustannego wyobrażania sobie możliwości i alternatyw. Jednym z celów edukacji powinno być budzenie i rozwijanie kreatywności. Zamiast tego mamy kulturę standaryzacji”¹³. Również konstruktivism przedstawia inną wizję egzaminów szkolnych, niż proponuje to współczesny system edukacyjny w Polsce. „Z perspektywy konstruktivistycznej egzaminy w szkole mają sens tylko wtedy, gdy przedstawiają problemy dokładnie tak, jak występują one w sytuacjach autentycznych. Wprawdzie wielu uczniów w przeszłości udowodniło, że może również rozwiązać zadania, które występują tylko w kontekście szkolnym, ale czy przez tworzenie takich egzaminów chcemy jedynie dodatkowo wzmocnić podejrzenie, że dzieci uczą się tylko dla szkoły?”¹⁴ Aby osiągnąć cel budzenia i rozwijania kreatywności należałoby uczniów zmotywować do ciągłych poszukiwań najlepszych rozwiązań, jak proponuje to zaprezentowane w rozprawie wnioskowanie abdukcyjne. Na przykład w Japonii na 10 tysięcy mieszkańców jest 300 wynalazców, a w Polsce tylko 15. To właśnie uczniowie azjatyccy wykazują się najlepszymi

¹¹ I. Wojnar, *Kulturowy wymiar edukacji jako szansa i alternatywa*, [w:] *Szkola i pedagogika w dobie przełomu*, T. Lewowicki, S. Mieszalski, M.S. Szymański (red.), Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 1995, s. 58.

¹² S. Dylak, *Architektura wiedzy w szkole*, Difin S.A., Warszawa 2013, s. 128.

¹³ K. Robinson, *Jak uciec z edukacyjnej doliny śmierci*, www.ted.com.

¹⁴ G. Mietzel, *Psychologia kształcenia*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003, s. 460.

wynikami w tworzeniu nowej wiedzy, kreowaniu najlepszych rozwiązań i szybkim uczeniu się. W polskiej szkole mamy bardzo mało uczniów nastawionych na uczenie się i związaną z tym wytrwałą i ciężką pracę. W raporcie PISA z 2012 roku podkreślono, że najważniejszy w szkole jest wysiłek uczniów wkładany w pracę, a nie sama tylko inteligencja. „Uczniowie w niektórych krajach konsekwentnie wierzą, że osiągnięcia są głównie skutkiem raczej ciężkiej pracy, niż dziedziczonej inteligencji, co sugeruje, że edukacja i jej społeczny kontekst znaczą bardzo wiele dla wpajania wartości sprzyjających edukacyjnym sukcesom”¹⁵. Postawy uczniów są, z jednej strony kształtowane przez programy edukacji, są ich wynikiem, a z drugiej strony w krótkim okresie mają wpływ na skuteczność pedagogiczną nauczania, a w długim okresie wpływają na innowacyjność całego społeczeństwa. Dlatego w niniejszych badaniach podjęto próbę oceny postaw uczniów. W dysertacji wykorzystano i adaptowano do potrzeb badań niektóre narzędzia badawcze PISA mierzące postawy.

Wiele badań międzynarodowych ostatnich dwóch dekad sprawdzało, jak zmienne emocjonalne (postawy i zainteresowania) wpływają na uczenie się nauk przyrodniczych¹⁶. Badania te wykazały znaczący wpływ zmiennych emocjonalnych na wyniki uczenia się uczniów, jako przyszłych obywateli¹⁷. Równie szeroko opisany został związek między osiągnięciami uczniów i radością uczenia się rzeczy nowych¹⁸. Badania PISA 2006 ukazują dodatnią korelację pomiędzy wynikami testów, a radością uczenia się, z wyjątkiem niektórych krajów, np. Korei i Japonii, dla których korelacja jest ujemna. Polska należy według badań PISA¹⁹ 2012 do 7 krajów, w których najmniej uczniów czuje się dobrze w szkole (68,4% uczniów szczęśliwych w szkole). Największą radość z chodzenia do szkoły deklarują Indonezyjczycy (95,7% uczniów) i Albańczycy (94%), a najmniejszą uczniowie z Korei (tylko 60,4%) i Czech (63%). Średnia krajów OECD w tych badaniach wyniosła 80%. Jednym z priorytetów edukacyjnych Unii Europejskiej jest spadek odsetka uczniów zagrożonych społecznym wykluczeniem do poziomu poniżej 15%.

¹⁵ PISA 2012 Results in Focus, What 15-Year Olds Know And What They Can Do With What They Know, OECD 2012, s. 21.

¹⁶ P. Barmby, P.M. Kind, K. Jones, *Examining changing attitudes in secondary school science*, International Journal of Science Education 2008, 99999(1), s. 1–19; R.A. Schibeci, *Attitudes to science: an update*, Studies in Science Education, 1984, nr 11, s. 26–59.

¹⁷ M. Nieswandt, *Student affect and conceptual understanding in learning chemistry*, Journal of Research in Science Teaching 2006, 44(7), s. 908–937.

¹⁸ M.M. Chiu, C. McBride-Chang, *Gender, context, and reading: a comparison of students in 43 countries*. Scientific Studies of Reading, 10(4)2006, s. 331–362; T. Cullen, *Thinking outside the square to enable reluctant readers to undertake high reading mileage*, Reading Forum NZ, 21(2)2006, s. 24–33; M. Chamberlain, *Mathematics and science achievement in New Zealand: summing up New Zealand's participation in three cycles of TIMSS at Year 9*, Wellington: Ministry of Education, 2007.

¹⁹ OECD (2013), PISA 2012 Results: Ready to Learn – Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III), PISA, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en>, Source: OECD, PISA 2012 Database, Table III.2.3a. 12 <http://dx.doi.org/10.1787/888932963787>.

W zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych Polska znajduje się wśród krajów o najniższym odsetku uczniów na poziomie 1. (najniższy poziom umiejętności rozumowania naukowego), wyróżnia się przy tym bardzo wysokim jego spadkiem w badanym okresie – z 17% w 2006 roku do 9% w 2012 roku. Jednocześnie łączny odsetek uczniów na poziomach 5. i 6. (najwyższe poziomy umiejętności) wzrósł z 6,8% w 2006 roku do 10,8% w roku 2012. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych nie może ograniczać się do przekazywania tylko wiedzy faktycznej. Głównym celem musi być przekazywanie środków i sposobów orientacji. Chodzi tu o znajomość metod stosowanych w naukach przyrodniczych, np. zrozumienie, w jaki sposób dochodzi się do wniosków na podstawie danych, skąd wiadomo, że te wnioski są uzasadnione, jak określić i definiować problemy w kategoriach naukowych, czyli: co i jak można badać naukowo oraz jak przeprowadzać doświadczenia. Powinniśmy kształtować badawczą i twórczą postawę uczniów, a poprzez procesy uczenia się zbliżyć ich do rozumienia codzienności oraz badań naukowych. Należałoby także praktycznie i wprost rozwijać rozumowanie naukowe, typy wnioskowania i style myślenia. Tego rodzaju umiejętności metoda projektów może rozwijać w większym stopniu niż tradycyjny sposób przekazywania wiedzy. Celem podjętych badań było zweryfikowanie tej hipotezy roboczej przez określenie skuteczności pedagogicznej²⁰ stosowania metody projektów w nauczaniu i uczeniu się fizyki w gimnazjum. Skuteczność pedagogiczna metody projektów to osiągnięte przez uczniów efekty realizacyjne – wytwór projektowy (produkt w postaci projektu) oraz efekty kształtujące (wpływ na procesy łączenia wiedzy, nabywania umiejętności i kształtowania postaw poznawczych uczniów). Kolejnym celem rozprawy było znalezienie praktycznego sposobu rozwijania rozumowania i radości z uczenia się rzeczy nowych. Przedmiotem badań były przebieg i efekty uczenia się uczniów w procesie dydaktycznym prowadzonym metodą projektów w grupie eksperymentalnej LZP (pracującą metodą lekcyjnych zadań projektowych). Nadto badania miały określić poziom rozumowania naukowego uczniów biorących udział w projektach edukacyjnych. Rozumowanie naukowe w niniejszej pracy odwołuje się do opracowanego przez Piageta, Karplusa i Lawsona pojęcia wieloetapowego procesu uczenia się – rozwiązywania problemu. Było ono sprawdzane testem Lawsona na rozumowanie naukowe oraz zakodowanym lekcyjnym zadaniem projektowym pomysłu autora rozprawy. Rozumowanie naukowe obejmuje umiejętności stawiania pytań badawczych, sformułowania hipotezy wyjaśniającej, konstrukcję eksperymentu badawczego, uporządkowanie danych badawczych w odpowiednio dobranej strukturze formalno-teoretycznej, wnioski, które tworzą system przekonań o naturalnym i społecznym świecie oraz świadomość uczniów, czego się konkretnie

²⁰ Definicja zmiennej: skuteczność pedagogiczna metody projektów to osiągnięte przez uczniów **efekty realizacyjne** – wytwór projektowy (produkt) oraz **efekty kształtujące** – zmiany w wiedzy, umiejętnościach i postawach uczniów.

nauczyli. Praktyczne rozwijanie rozumowania naukowego polega na kilkuetapowym działaniu uczniów, składającym się z postawienia przez nich pytania badawczego, sformułowaniu hipotezy, sprawdzeniu jej lub obaleniu, wysunięciu wniosków z przeprowadzonego doświadczenia oraz świadomym podaniu przez uczniów, czego się konkretnie nauczyli. Lekcyjne zadanie projektowe LZP jest propozycją odpowiadającą potrzebie praktycznego rozwijania rozumowania naukowego opisaną w drugim rozdziale. Dla projektu najważniejszy jest produkt, którego powstanie uwarunkowane jest całym procesem rozwiązywania problemu z planowaniem, realizacją, prezentacją i oceną własną uczniów, czego konkretnie się nauczyli.

W niniejszej pracy zbadano skuteczność pedagogiczną stosowania lekcyjnego zadania projektowego. Skuteczność ta znalazła odzwierciedlenie we wzroście rozumowania naukowego gimnazjalistów, co zostało ocenione przy wykorzystaniu testu Lawsons (po raz pierwszy zastosowanego w Polsce) oraz lekcyjnego zadania projektowego zakodowanego przez prowadzącego badania, zgodnie z procedurą opisaną w trzecim rozdziale.

Metoda projektów pozwala na inne spojrzenie na uczenie się i nauczanie w gimnazjum. Z doświadczeń i obserwacji nauczycieli wyraźnie widać, że szkoła ostatnich lat bardzo się zmieniła. Wskazuje na to wiele raportów, badań i opinii. Podkreślić należy, że tylko nieliczni uczniowie zadowolają się akademicką, teoretyczną wiedzą książkową, oferowaną przez polskie gimnazja.

W dzisiejszym świecie „wirujących atrakcji” trudno jest zafascynować młodego człowieka nauką. Wszyscy zdajemy sobie sprawę, że lekcje szkolne nie mogą być nudne, że powinny stanowić mocną konkurencję dla propozycji rozrywkowo-konsumpcyjnych, ale coraz trudniej jest rywalizować z „kolorowym światem” tradycyjnymi metodami pracy, stąd propozycja lekcyjnych zadań projektowych. Efekty realizacyjne i kształcące metody projektów są bardzo zróżnicowane i złożone. W zasadzie można stwierdzić, że są tak różne, jak badani uczniowie. Porównując stan początkowy uczniów przystępujących do badań oraz stan końcowy, zauważyć można, iż gimnazjaliści po zastosowaniu metody projektów osiągają bardzo dużo zróżnicowanych efektów końcowych, takich jak wytworzone produkty, czy rozwinięte rozumowanie naukowe. Z punktu widzenia skuteczności nauczania fizyki metodą projektów i rozwijania rozumowania naukowego, wprowadzenie lekcyjnego zadania projektowego wydaje się być wskazane, ponieważ jak wykazały badania, praktycznie uczy ono i rozwija umiejętność rozumowania naukowego.

We wprowadzeniu opisano problemy polskiej edukacji, polegające na pamięciowym przyswajaniu wiedzy, a nie jej wytwarzaniu. Pokazano także podstawowe zagadnienia dotyczące uczenia się metodą projektów, następnie wyjaśniono, w jaki sposób można ocenić skuteczność pedagogiczną metody projektów dzięki uzyskanym efektom realizacyjnym i kształcącym. Nakreślony został także cel i przedmiot badań.

W pierwszej części rozprawy przedstawiono historię i współczesność metody projektów, uwzględniając ewolucję definicji tej metody nauczania i uczenia się. Zwrócono uwagę na wady i zalety odnoszące się do rozwijania tą metodą umiejętności uczniów XXI wieku i kompetencji kluczowych zaproponowanych przez Unię Europejską jako potrzebę kształcenia.

Proces konstruowania wiedzy poprzez projekty został pokazany w drugiej części rozprawy. Teoretycznie wyjaśniono, czym jest rozumowanie naukowe w międzynarodowych badaniach PISA oraz jak pojęcie rozumowania naukowego rozwijało się od czasów Piageta do prac Lawsona. Tym samym podano podstawy wprowadzenia w gimnazjach na typowych lekcjach – lekcyjnego zadania projektowego LZP.

Trzecia część dotyczy metodologii badań własnych. Wyłonione w niej zostają cele, problemy, zmienne i ich wskaźniki, a także hipotezy badawcze oraz opisany został dobór próby badawczej. W tej części zaproponowano także nowatorskie sposoby osiągania celów badań. Lekcyjne zadanie projektowe nawiązujące do prac Deweya i promujące indukcyjne i abdukcyjne nauczanie i uczenie się fizyki wydaje się być unikalnym sposobem praktycznego rozwijania rozumowania naukowego. Następnie podano opis przeprowadzonego eksperymentu pedagogicznego oraz wyjaśniono, jak statystycznie opracowano wyniki i jak zweryfikowano hipotezy.

W ostatniej, czwartej części zaprezentowano opracowanie wyników i wnioski płynące z przeprowadzonych badań, w tym wnioski praktyczne w celu udoskonalenia nauczania fizyki w gimnazjum.

W aneksie A przedstawiono wykorzystane narzędzia badawcze, w aneksie B zaproponowano innowację pedagogiczną dotyczącą rozwijania rozumowania naukowego, a w aneksie C pokazano, w jaki sposób PISA bada postawy uczniów.

Rozdział I

METODA PROJEKTÓW W ŚWIELE LITERATURY

W niniejszym rozdziale przedstawiono metodę projektów, jej wady i zalety oraz problematykę dotyczącą uczenia się i nauczania. Duży wpływ na kształt pierwszego rozdziału i całej rozprawy miała analiza literatury dotycząca badań PISA, badań nad nastawieniem uczniów na rozwój – prowadzonych przez Carol Dweck na Uniwersytecie Stanforda, badań nad rozumowaniem naukowym prowadzonym przez Lei Bao na Uniwersytecie Stanowym w Ohio oraz analiza raportów z egzaminów gimnazjalnych, ostatnie badania Akademii Uczniowskiej oraz dane dotyczące wniosków z ewaluacji zewnętrznych „Jakość edukacji”. Podsumowaniem literatury jest przegląd meta-analiz Johna Hattiego, który badał czynniki wpływające na wyniki uczenia się. Wskazano także na nałożony przez Ministerstwo Edukacji Narodowej obowiązek stosowania metody projektów w gimnazjum przez wszystkich uczniów. Zdefiniowano, czym jest projekt edukacyjny. Podkreślono, jak ważne jest wyzwolenie ciekawości uczniów i ich ukierunkowanie przez nauczyciela na rozwój własny. Pod koniec rozdziału wymieniono kompetencje kluczowe i jak mogą one kształtować postawy uczniów wykonujących projekty.

1. Historia i współczesność metody

Uczenie się metodą projektów nie jest nową techniką edukacyjną. Już na początku XVI wieku z metody tej korzystali studenci architektury i inżynierii we Włoszech²¹. Jednak dopiero w XXI wieku, metoda projektów stanęła w centrum globalnego przejścia edukacji od tradycyjnych form skoncentrowanych na przekazie nauczyciela do uczenia się skupionego na rozwoju własnym ucznia.

Czym jest projekt? Według Kilpatricka projekt to tyle, co „zamierzone działanie, wykonane z całego serca w środowisku społecznym”. Rozwijając nieco tę renesansową definicję projektu, twórca tej metody postulował, aby „uczniów nie tuczyć wiadomościami, niczym hodowlanych gęsi, lecz powinni oni samodzielnie zdobywać wiadomości i umiejętności w konkretnych sytuacjach społecznych, mających bezpośredni związek z codziennym życiem”²². Uczniów nie należy też zmuszać do jakichkolwiek niechcianych zadań, lecz tworzyć im warunki do działań, które sprzyjają rozwojowi samodzielności, wytrwałości, wyobraźni, umiejętności współpracy,

²¹ M.S. Szymański, *O metodzie projektów*, Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 2000, s. 276.

²² Tamże.

utrwalaniu i rozwijaniu demokracji. Dokładną współczesną definicję metody projektów dla potrzeb gimnazjum podał w poradniku dla szkolnych opiekunów projektów Jacek Strzemieczny, który podkreśla, jak ważne w projekcie jest rozwiązywanie konkretnego problemu. „Grupowa praca nad projektem i wymóg publicznej prezentacji jego efektów dają uczniom szansę rozwinięcia umiejętności pracy zadaniowej, w tym planowania, współpracy, a także komunikacji, prezentacji i samooceny. Tym, co wyróżnia tak zdefiniowane działanie na tle projektów, które często prowadzone są w polskich szkołach, jest jego cel. Nie jest nim samo działanie uczniowskie, lecz „rozwiązanie konkretnego problemu”. Najlepiej, jeśli postawione przed uczniami zadanie będzie budzić ich zainteresowanie, a zgłębienie go stanie się wyzwaniem. Rozwiązując problem uczniowie samodzielnie zdobędą nową wiedzę i umiejętności; będą szukać informacji, analizować je i opracowywać, podejmować adekwatne działania, a na koniec – publicznie przedstawiać efekty swojej pracy”²³. Podobnie ukazuje metodę projektów słownik pedagogiczny: „(...) Metoda projektów polega na przedsięwzięciu przez grupy uczniowskie opracowania, zaplanowania i zaprojektowania, a następnie realizacji wykonania projektu. (...) Jej zalety polegają na organizowaniu samodzielnej pracy uczniów w obmyślaniu projektu i jego realizacji, przygotowaniu przez to i rozwinięciu umiejętności samodzielnej pracy, a jednocześnie zespołowości. (...) Jest to jednak nie tyle metoda, ile strategia, przedstawiająca ogromne walory nie tylko w zakresie rozwoju umiejętności umysłowych i praktycznych uczniów, ale także ich socjalizacji. Wywołuje wzmożoną aktywność uczniów, a szkoła staje się dla nich w pełni atrakcyjna jako miejsce wyzwalań sił twórczych”²⁴. Spośród literatury dotyczącej metody projektów duży wpływ na kierunek realizowania projektów edukacyjnych przez uczniów biorących udział w badaniach miało podejście Johna A. Stevensona²⁵, według którego „Celem podstawowym podejmowanych działań w metodzie projektów jest zmiana postawy, a nie gromadzenie wiedzy”.

Ważne jest, że zauważono ten problem i wprowadzono do gimnazjów obowiązek uczenia się metodą projektów. „Rozporządzeniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 20 sierpnia 2010 r. na gimnazja nałożono obowiązek zorganizowania pracy metodą zespołowego projektu edukacyjnego, z którego zwolnienie będzie możliwe tylko w uzasadnionych sytuacjach zdrowotnych lub losowych. Zgodnie z przywołanym rozporządzeniem projekt edukacyjny jest zespołowym, planowym działaniem uczniów, mającym na celu rozwiązanie konkretnego problemu. Tak więc, aby spełnić warunki nałożone przez rozporządzenie, projekt gimnazjalny

²³ J. Strzemieczny, *Jak organizować i prowadzić gimnazjalne projekty edukacyjne. Poradnik dla dyrektorów, szkolnych organizatorów i opiekunów projektów*, Warszawa 2010.

²⁴ T.W. Nowacki, K. Korabinowska-Nowacka, B. Baraniak, *Nowy słownik pedagogiki pracy*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej Towarzystwa Wiedzy Powszechnej, Warszawa 1999, s. 130.

²⁵ J.A. Stevenson, *Metoda projektów w nauczaniu*, Lwów 1930.

musi zostać zrealizowany przez zespół uczniów, musi być przeprowadzony na podstawie przygotowanego wcześniej planu i mieć na celu rozwiązanie określonego problemu”²⁶.

„Zakres tematyczny projektu edukacyjnego może dotyczyć wybranych treści nauczania określonych w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla gimnazjów lub wykraczać poza te treści. Upowszechnienie projektów edukacyjnych w gimnazjach jest odpowiedzią edukacji na pilną potrzebę rozwoju kapitału społecznego w Polsce. W rządowej strategii Polska 2030 zostało to uznane za jedno z 10 kluczowych wyzwań w perspektywie najbliższych 20 lat”²⁷.

Kapitał społeczny rozumiany jest jako potencjał społecznego zaufania, współpracy, samoorganizacji i wzajemnej pomocy obywateli. Na tle innych krajów Polska ma jeden z najniższych wskaźników uogólnionego zaufania do innych ludzi. Takie zaufanie wyraża ok. 10%, podczas gdy w krajach skandynawskich wskaźnik ten osiąga ok. 70%²⁸. Polacy nie mają też zaufania do instytucji publicznych, przy czym najbardziej nieufni są ludzie młodzi²⁹. „Dalszy rozwój Polski nie będzie możliwy bez wzrostu zaufania między ludźmi, autentycznej aktywności obywatelskiej, rozwoju umiejętności współpracy i komunikowania, wzmocnienia poczucia tożsamości, wspierania potencjału kulturowego i kreatywności”³⁰. Metoda projektów ma pomagać w osiąganiu celów kształcenia i wychowania oraz w kształceniu umiejętności, jakie powinien posiadać uczeń kończący gimnazjum, a których osiągnięcie nie zawsze można sprawdzić w trakcie egzaminu gimnazjalnego. Najważniejsze z nich to: komunikowanie się w języku ojczystym, wyszukiwanie, selekcjonowanie i krytyczna analiza informacji, wykorzystywanie zdobytych wiadomości w wykonywaniu zadań i rozwiązywaniu problemów, praca zespołowa. Warto też zauważyć, że praca uczniów w zespole realizującym projekt dobrze oddaje sposób działania w miejscu pracy – w większości instytucji i przedsiębiorstwach duża część zadań wykonywana jest zespołowo i wymaga od pracowników umiejętności pracy projektowej. Projekty edukacyjne mogą służyć rozwijaniu różnych kompetencji. Ważnym i oczywistym postulatem jest uwzględnienie w projektach zainteresowań uczniów. Znacznie zwiększy to ich motywację do zaangażowania się w projekt i będzie służyć jego jakości. Kluczowe dla powodzenia projektu jest, by uczniowie, wypracowując cele, odkryli sens własnych działań i wiedzieli, co chcą osiągnąć i jak to zrobić. Mogą zatem formułować je w różnorodny sposób, najważniejsze, by sami postanowili do czego dążą.

²⁶ J. Strzemieczny, *Jak organizować i prowadzić gimnazjalne projekty edukacyjne...*, wyd. cyt.

²⁷ *Polska 2030: wyzwania rozwojowe*, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów 2009.

²⁸ J. Czapiński, T. Panek, *Diagnoza społeczna 2006*, Warszawa 2006.

²⁹ Badania Centrum Badania Opinii Społecznej 2007.

³⁰ Strategia rozwoju kapitału społecznego, Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, 30 czerwca 2010 roku.

2. Zalety, wady i problemy metody projektów

W deklaracjach i projektach unijnych dotyczących edukacji wzywa się do uczenia przez całe życie, nie tylko podczas pobytu w szkołach czy na uczelniach. „Do rangi najważniejszych zadań współczesnej edukacji urasta przygotowanie dzieci, młodzieży i dorosłych do ustawicznego kształcenia się, samoedukacji i doskonalenia się”³¹. Pisząc o raporcie Komisji Delorse’a, J. Półturzycki zwrócił uwagę na rangę uczenia się dla życia. Uważa, że „Dzisiaj każdy człowiek musi być gotowy do uczenia się przez całe życie w celu poszerzania wiedzy, zdobywania nowych kwalifikacji i umiejętności, nadążania za zmieniającym się światem. Nadrzędnym celem edukacji jest odkrywanie, rozwijanie i eksponowanie kreatywnego potencjału jednostki. Wymaga to odejścia od przekazywania gotowej i utylitarnej wiedzy, a skoncentrowanie się na wszechstronnym rozwoju osobowości i uczenia się dla życia. Aby to zadanie spełnić, edukacja musi oprzeć się na czterech filarach: uczenia zdobywania wiedzy, uczenia do działania, uczenia harmonijnego współżycia, uczenia do życia”³².

Dlaczego projekt edukacyjny? W badaniach PISA często podkreśla się, aby uczniów zaciekać nauką i nauczyć ich sztuki zadawania pytań. „Zaciekawienie i nauczanie zadawania pytań jest najprostszą drogą rozwoju (...) takie sposoby postępowania i rozumowania budują trwały fundament wiedzy”³³. Podstawowym problemem, z którym spotkał się wykonujący badania tej metody, jest ograniczone zainteresowanie uczniów tą metodą i samodzielnym uczeniem się w ogóle.

Wykorzystując własne doświadczenia mogę stwierdzić, iż odsetek uczniów zagrożonych wykluczeniem społecznym jest znacznie większy, sięga nawet 30%, a nie jak wskazuje PISA tylko 12%. Poza tym nie można uczyć się efektywnie tylko metodą projektów. Wskazana jest ona jedynie jako wsparcie innych metod dochodzenia do wiedzy i umiejętności. Uczenie metodą projektu ze strategią PBL (ang. *Problem Based Learning*) otwiera pytanie poznawcze skierowane do uczniów, wymaga od nich zgłębienia kluczowych dla danej dziedziny pojęć i zagadnień, a na koniec zaobserwowania ich w otaczającym świecie. Sprawia to, że uczniowie „uczą się, jak się uczyć” oraz współpracują w zespołach, poszukując rozwiązania problemów, z którymi stykają się w świecie pozaszkolnym. Problemy te mają zaciekać uczniów i zaangażować ich w działalność poznawczą. Kluczem do sukcesu w metodzie projektów jest przekonanie uczniów, żeby przejęli

³¹ J.P. Sawiński, *Dlaczego kompetencje*, „Nowa Szkoła” 1998, nr 2.

³² J. Półturzycki, *Wskazania dla dydaktyki w raporcie Komisji Delorse’a: Learning: the treasure within – Uczenie się – nasz ukryty skarb*, [w:] *Tendencje w dydaktyce współczesnej*, K. Denek, F. Bereźnicki (red.), Wyd. A. Marszałek, Toruń 1998.

³³ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

odpowiedzialność za wykonywanie zadań określonych w projekcie. Nauczyciel nie powinien być jedynym ekspertem w danej dziedzinie i jedynie osobą przekazującą wiedzę. Jego rola w znaczącym stopniu sprowadza się do stworzenia warunków do pracy uczniów, motywowania oraz towarzyszenia im w procesie kształcenia.

Zalety metody projektów:

- integruje uczestników, rozwija samodzielność, samorządność i umiejętność współpracy i życia w grupie rówieśniczej,
- słabsi uczniowie uczą się od zdolniejszych,
- uczniowie są odpowiedzialni za siebie i innych,
- stymuluje rozwój poznawczy, emocjonalny i motoryczny,
- uwzględnia indywidualne potrzeby, zainteresowania i uzdolnienia,
- rozwija myślenie twórcze,
- uczniowie mają możliwość wykorzystania wiedzy z innych przedmiotów, a także wiedzy i umiejętności pozaszkolnych,
- uczniowie mają możliwość wdrażania własnych pomysłów dotyczących realizacji projektu,
- metoda wzmacnia motywację poznawczą,
- integruje wiedzę szkolną i pozaszkolną,
- łączy w spójne całości treści rozbite w szkole na różne przedmioty nauczania,
- uczniowie wykonując projekty łatwiej przyswajają wiedzę,
- realizacja projektów w grupach sprzyja powstawaniu korzystnej atmosfery, spontanicznym rozmowom oraz wymianie własnych doświadczeń i dzieleniu się dobrem wspólnym,
- nauczyciel lepiej poznaje uczniów, ich predyspozycje, zamiłowania, zdolności i talenty.

Wady metody projektów:

- ta metoda pracy nie angażuje wszystkich uczniów,
- wielu uczniów pracujących w grupach nie wykonuje powierzonych im zadań, a wykonują je koledzy z grupy,
- trudno sprawdzić, którzy uczniowie realnie rozwiązywali sami konkretny problem,
- niektóre zagadnienia są na tyle skomplikowane, że wiedza z nimi związana jest zbyt trudna dla uczniów,
- uczniowie często mają trudności z dotarciem do podstawowych materiałów,
- uczniowie szczególnie nie lubiący jakiegoś zagadnienia nie potrafią tej niechęci przełamać w trakcie zajęć,

- ta metoda pracy może nie zapewniać spójnej i kompletnej wiedzy, co może być szczególnie niekorzystne, gdy jakiś temat uważamy za bardzo ważny itp.,
- w wypadku projektów indywidualnych, przy jednej godzinie tygodniowo fizyki, istnieje niebezpieczeństwo, że nie wystarczy czasu na wszystkie prezentacje,
- problemy z oceną wkładu pracy uczniów – trudno oszacować wkład pracy w wykonanie projektu,
- projekty wymagają czasu i są pracochłonne,
- w licznych zespołach pojawiają się trudności z dyscypliną i monitorowaniem pracy uczniów,
- tendencja lepszych uczniów do dominacji i niedopuszczaniu do głosu słabszych,
- brak zaangażowania słabszych uczniów - wykorzystywanie kolegów,
- problemy na poziomie organizacji pracy, podziału i przydziału zadań,
- zespół może się stać terenem niezdrowej rywalizacji między poszczególnymi uczniami, co może ograniczyć, a nawet uniemożliwić realizację celu projektu,
- wymaga od nauczyciela większych nakładów czasowych.

Metoda projektów i umiejętności uczniów XXI wieku

Myślenie krytyczne. Uczenie się metodą projektów nie koncentruje się tylko na faktach. W tej metodzie ważne jest rozwiązywanie problemów i uczenie się poprzez działanie. Badania wykazały, że dobrze zaprojektowane uczenie się metodą projektów prowadzi do głębszego zrozumienia zagadnień i przyczynia się do tego, iż uczniowie myślą jak eksperci na polu studiowanej dziedziny³⁴.

Kreatywność. Podczas uczenia się metodą projektów uczniowie często rozwiązują rzeczywiste problemy, które nie mają tylko jednego właściwego rozwiązania. Uczniowie wykazują się kreatywnością i przedstawianiem nowych idei, wykorzystując wiedzę i umiejętności z wielu dziedzin, wykonując w ten sposób innowacyjne rozwiązania realnych potrzeb.

Praca w grupie. Typowy projekt edukacyjny wymaga pracy w grupie. Dobrze zorganizowana praca pomaga uczniom stać się efektywnymi współpracownikami i liderami rozwijającymi w sobie umiejętności słuchania, zadawania pytań oraz dążeniem do kompromisu przy osiągnięciu wspólnego celu. Dodatkowo uczniowie dzielący się własnymi ideami rozwijają w sobie głębsze rozumienie wiedzy i stają się członkami „wspólnoty praktyków”³⁵.

³⁴ J. Boaler, *Experiencing school mathematics*, Mahwah, Erlbaum, New York 2002.

³⁵ J.S. Krajcik, P.C. Blumenfeld, *Project – based learning*, [w:] *Cambridge handbook of learning sciences*, K. Sawyer (ed.), Cambridge, England: Cambridge University Press, 2006, s. 317–334; J. Lave, E. Wenger, *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, England Cambridge University Press, Cambridge 1991.

Rozumienie międzykulturowe. W niektórych projektach biorą udział uczniowie z różnych krajów, np. podczas wymiany międzynarodowej Comeniusa z uczniami z Turcji, Niemiec, Rumunii i Holandii. W tej wymianie uczniowie zrozumieli różnice kulturowe między sobą, budując wzajemny szacunek dla innych.

Komunikacja. Podczas uczenia się metodą projektów uczniowie wykonują wspólne produkty, które wymagają podczas tworzenia wzajemnego uczenia się od siebie oraz wymiany myśli i idei. Często prezentacje produktów odbywają się na forum społeczności szkolnej czy lokalnej. Podczas tego procesu uczniowie uczą się ważnych umiejętności jak przygotować prezentację, aby zaintryguować odbiorców i jak wytworzyć produkt o najlepszej jakości.

Technologia. Podczas wykonywania projektów wymagających użycia TIK (Technologii informacyjno-komunikacyjnej) uczniowie uczą się jak z nich korzystać. Przykładem może być wykorzystanie podczas projektów narzędzi google dysk, które uczniowie zaproponowali prowadzącemu badania i nauczyli jak z nich korzystać. Technologia również wspomaga dogłębne uczenie się uczniów, pomagając im w dostępie do realnych danych, do uczenia się na odległość, do prezentacji i analizy danych oraz do wytworzenia multimedialnych prezentacji ich pracy³⁶.

Ukierunkowanie na własny rozwój. Uczenie się metodą projektów daje uczniom większą kontrolę nad własnym uczeniem się. W dobrze ukierunkowanym projekcie nauczyciele są tylko przewodnikami dla ukierunkowanych na własny rozwój uczniów. Uczniowie formułują własne problemy i cele, planują kolejne kroki działań, szukają potrzebnych źródeł informacji i projektują ich własny produkt. Badania wykazują, iż uczniowie uczą się lepiej, gdy są odpowiedzialni za swoją pracę podczas uczenia się³⁷.

3. Wyniki badań gimnazjalistów oraz raporty z egzaminów gimnazjalnych

Wśród uczniów gimnazjów panuje przekonanie, że fizyka jest trudna i nudna, dlatego plasuje się wśród nielubianych przedmiotów nauczania. Potwierdzają to najnowsze wyniki badań gimnazjalistów z 2013 roku dotyczące uczniów biorących udział w projekcie zajęć pozalekcyjnych z fizyki, chemii i biologii. „Badania opinii absolwentów projektu Akademii uczniowskiej”, w której przebadano 5316 uczniów, a populacja wynosiła 40 000 gimnazjalistów. Okazało się, że „Uczniowie uczestniczący w badaniu najchętniej uczą się języków obcych, biologii i języka polskiego. Najmniej lubiane są fizyka i chemia. W przypadku przedmiotów matematyczno-przyrodniczych biologia znacznie traci w stosunku do matematyki, która przez

³⁶ D. Edelson, B. Reiser, *Making authentic practices accessible to learners*, [w:] *Cambridge handbook of learning sciences* ..., wyd. cyt., s. 335–354.

³⁷ T. Carr, A.K. Jitendra, *Using hypermedia and multimedia to promote project – based learning of at-risk high school students*, *Intervention in School & Clinic*, 36(1)2000, s. 44–45.

połowę badanych uznawana jest za ważną. Fizyka i chemia są nie tylko najmniej lubiane oraz postrzegane jako najtrudniejsze, ale również za mniej ważne w porównaniu do pozostałych wymienionych w badaniu przedmiotów. Niezależnie od tego, że fizyka i chemia znajdują się na dole listy, to i tak wynik dla tych przedmiotów jest zaskakująco optymistyczny. Co czwarty gimnazjalista uważa, że nauka fizyki i chemii jest ważna, mimo że nauka tych przedmiotów jest bardzo łatwa tylko dla 1 ucznia na 10 w przypadku fizyki i 1 na 12 w przypadku chemii³⁸.

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu podkreśla, że w gimnazjach nie wykonuje się doświadczeń na lekcjach z nauk przyrodniczych, nawet tych wskazanych przez podstawę programową. „Na podstawie analizy wyników egzaminu gimnazjalnego z zakresu przedmiotów przyrodniczych można zauważyć, że najwięcej trudności sprawiły uczniom zadania dotyczące doświadczeń. Przeprowadzanie doświadczeń to niezwykle cenny element procesu nauczania. Wprowadzanie na lekcjach elementów metody badawczej sprzyja zainteresowaniu uczniów przedmiotem, ułatwia przyswajanie materiału i rozwój umiejętności rozumowania. Najkorzystniejsza dla uczniów jest sytuacja, w której mają udział w planowaniu i przeprowadzaniu doświadczeń. Trudne dla gimnazjalistów jest formułowanie wniosków na podstawie opisu przebiegu doświadczenia. Gimnazjaliści nie potrafią stawiać hipotez ani planować doświadczeń służących do weryfikacji postawionych przez siebie hipotez. Uczniowie nie posługują się biegle językiem fizycznym – trudności sprawia im interpretacja związków między wielkościami fizycznymi. Uczniowie poprawnie wykonują zadania, za pomocą których sprawdzana jest umiejętność wskazywania przykładów zjawisk w otaczającym ich świecie, odczytują dane z wykresów czy tabel, lecz nie potrafią łączyć posiadanych wiadomości i wskazywać związków przyczynowo-skutkowych. Gimnazjaliści (podobnie jak w latach ubiegłych) nie potrafią zastosować posiadanych wiadomości w sytuacjach wymagających łączenia różnych umiejętności – operują różnymi pojęciami, definicjami, ale nie potrafią przełożyć ich na czynności praktyczne (co może oznaczać, że prawa i zasady oraz zjawiska występujące w otaczającym świecie poznają powierzchownie, bez wskazania ich związku z codziennym życiem). Przedmioty przyrodnicze to przedmioty doświadczalne, bezpośrednio związane z życiem codziennym, dla uczniów są często przedmiotami abstrakcyjnymi – nie mają związku z codziennością, nie pomagają zrozumieć zjawisk występujących w otaczającym świecie”³⁹.

³⁸ M. Wąsowska, *Akademia uczniowska. Badanie opinii absolwentów projektu*, Warszawa 2013.

³⁹ Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu, Egzamin gimnazjalny 2014, *Analiza osiągnięć gimnazjalistów z zakresu przedmiotów przyrodniczych*.

4. Czynniki mające wpływ na wyniki uczenia się

Profesor John Hattie z Uniwersytetu w Auckland w Nowej Zelandii podczas 15 lat badań wykonał syntezę 800 meta-analiz badań edukacyjnych. 52 tysiące tych badań dotyczyło 200 milionów uczniów⁴⁰. W swoich badaniach zastanawiał się, co wpływa na osiągnięcia uczniów?

Spośród wielu czynników mających pozytywny wpływ na wyniki uczenia się wyróżnił:

- pozytywne relacje nauczyciel–uczeń,
- doskonalenie się nauczycieli,
- cele będące wyzwaniem dla uczniów,
- pozytywny wpływ rówieśników,
- zaangażowanie rodziców w edukację swoich dzieci,
- pracę na lekcji w małych grupach,
- motywację uczniów,
- informację zwrotną nauczyciel–uczeń.

Wpływu na wyniki uczniów według analiz Hattiego nie mają:

- prace domowe,
- indywidualizacja nauczania,
- rozmiar klasy,
- szkoły społeczne,
- zajęcia pozalekcyjne,
- powtarzanie klasy,
- podział na grupy według zdolności,
- kształcenie wstępne nauczycieli,
- wiedza specjalistyczna nauczycieli.

Szeroko zbadana została współpraca nauczycieli z uczniami, która jednak nie powinna być celem. Celem powinno być skuteczne uczenie się uczniów, które wynika z doboru efektywnych metod nauczania. Wypracowanie efektywnych metod nauczania i pozytywnego klimatu wymaga współpracy. Współpraca w szkole wymaga:

- koncentracji na uczeniu i nauczaniu,
- kultury zaufania i otwartości,
- zapewnienia czasu,

⁴⁰ J. Hattie, *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*, Taylor & Francis, 2008, <http://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement>.

– mądrych instytucjonalnych procedur.

Podstawą dialogu z uczniem, jako osobą uczącą się, jest świadomość celu i kryteriów sukcesu. Nie polega to na samym podaniu celu, ale na stałym odwoływaniu się do powyższych i na znalezieniu sposobu podsumowania.

Philip Zimbardo podkreśla wielokrotnie rangę psychologii czasu, wskazując, iż „perspektywa postrzegania czasu stanowi jeden z najsilniejszych bodźców wpływających na ludzkie myśli, odczucia oraz działania – pozostając przy tym bodźcem najmniej docenianym czy dostrzeganym”⁴¹.

„Wyraźnie odmienne nastawienie czasowe posiadają ludzie, dla których istotny jest wymiar przyszłościowy. Rzetelnie dookreślają oni cele swych działań i związane z nimi korzyści. Często dla orientacji przyszłościowej ważne bywa nastawienie na sukces, nagrodę, wymierny efekt długotrwałych i pracowitych zmagania, przy czym nadzieja na ich uzyskanie ma zdecydowanie realistyczny charakter”⁴². Nie sposób również nie zauważyć, że myślenie przyszłościowe bezpośrednio łączy się z planowaniem. „Kształcić umiejętność uczenia się to nade wszystko uczyć jak myśleć z wyprzedzeniem, łączyć sekwencje namysłu i działania. Jedynie planowanie strategiczne, ujmujące nie tylko systematyczne dążenie do zamierzonego celu, ale również taktykę koncepcyjną, daje oczekiwaną kontrolę meta poznawczą. W ramach tego typu planowania istotne wydają się zarówno wizja końcowych efektów pracy, uwzględnianie przeszkód, jak i określanie alternatywnych dróg rozstrzygających dany problem”⁴³.

Jak wspomniano wyżej poprzez metodę projektów uczniowie mają zmienić postawę, w której nie chcą się uczyć, na taką, aby byli zaangażowani do uczenia się rzeczy nowych. To dzięki metodzie projektów poprzez działanie mają rozwijać się, mają krytycznie myśleć i nie bać się popełniać błędów. W gimnazjum uczniowie zaczynają rozumować formalnie, wychodzą z etapu myślenia konkretnego. To w gimnazjum zaczyna się formacja uczniów na etapie myślenia formalnego. Uczniowie stają się świadomi swego rozumowania, często stają się krytyczni wobec całej rzeczywistości, zaczynają planować dłuższe procedury myślowe. Na tym etapie kształcenia powinno się szczególnie zwrócić uwagę na uczniów i pomóc im rozwinąć sposoby rozumowania formalnego i działania kreatywnego. Poprzez realizowanie projektów uczniowie powinni rozwijać w sobie wytrwałość, uczyć się myślenia krytycznego oraz zachęcać się do nieustannego rozwoju. Jako nauczyciele powinniśmy uruchamiać w uczniach „flow” czyli radość uczenia się, gdyż wtedy uczniowie umacniają naprawdę swoją motywację (*flow* jest stanem psychicznym, który można

⁴¹ P. Zimbardo, J. Boyd, *Paradoks czasu*, tłum. A. Cybulko, M. Zieliński, Warszawa 2009, s. 28.

⁴² K. Rybicka, *Dydaktyczne tendencje polskich nauczycieli mierzone w psychologicznej perspektywie postrzegania czasu (ZTPI)*, [w:] *Badania międzynarodowe i wzory zagraniczne w diagnostyce edukacyjnej*, B. Niemierko, M.K. Szmigiel (red.), Kielce 2009, s. 287.

⁴³ R. Fisher, *Uczymy się, jak uczyć*, tłum. K. Kruszewski, Warszawa 1999, s. 44–45.

osiągnąć podczas wykonywania jakiejś czynności, podczas gdy osoba w pełni angażuje się w to co robi i odczuwa z tego ogromną przyjemność, jest całkowicie pochłonięta działaniem).

5. Uczenie się uczenia się

Nie dzielę ludzi na mocnych i słabych, tych którym się powiodło, i tych, którzy przegrali (...). Dzielę ich na tych, którzy się uczą, i tych którzy tego nie robią.

Benjamin Barber

Refleksja „Jak uczyć uczenia się?” została opisana w „Atlasie efektywnego uczenia się” Małgorzaty Taraszkiewicz i Colina Rose. Polski filozof Józef Bocheński często podkreślał, że „Ludzie nie chcą używać rozumu”. Jak znaleźć sposób nauczania, który wyzwoliłby w uczniach chęć do uczenia się oraz chęć do „używania rozumu?” Badania PISA z 2006 analizowały oprócz rozumowania także postawy uczniów, z których najbardziej interesująca jest radość z uczenia się rzeczy nowych oraz uczenie się nauk przyrodniczych poza szkołą. O problemach uczenia się i nauczania polskich gimnazjalistów dużo pisze się również w raportach po egzaminach gimnazjalnych.

Pomocna w badaniach okazała się 16-letnia praktyka metodą projektów z uczniami i nauczycielami. Ponadto byłem pomysłodawcą bądź współautorem kilkunastu dużych projektów, m.in.:

- lokalnych, gminnych i powiatowych (Ostrowskie Festiwale Nauki, Gorzyckie Festiwale Nauki – ze stowarzyszeniami Prometeusz oraz Ostrowskim Towarzystwem Naukowym, Kluby Młodych Odkrywców i Noce Naukowców z innymi szkołami),
- wojewódzkich (Szlifowanie Diamentów – z Dolnośląską Szkołą Wyższą we Wrocławiu),
- krajowych (Równać Szanse – z Fundacją Dzieci i Młodzieży i Polsko-Amerykańską Fundacją Wolności w Warszawie, Akademia Uczniowska – z Centrum Edukacji Obywatelskiej w Warszawie, Piknik Naukowy w Warszawie z UAM w Poznaniu, Festiwal Małego Człowieka z Politechniką Warszawską),
- międzynarodowych (Comenius – z Fundacją Rozwoju Systemu Edukacji w Warszawie, Science on Stage z Uniwersytetem Adama Mickiewicza w Poznaniu).

Wszystkie te projekty i zadania przyniosły korzyści zawodowe, a także niesamowitą radość z uczenia się rzeczy nowych i niekończącą się refleksję, co jest najważniejsze w edukacji. Po kilku latach nauczania fizyki i rozpoczęciem pracy nad rozprawą, postawiłem sobie następujące pytania:

- czym jest fizyka?
- jak zaciekać uczniów nowością fizyki?

- jak ukierunkować uczniów na ciągły rozwój?
- jak uczyć uczniów wytrwałości?
- co powoduje, że uczniowie z gimnazjum przestają podchodzić do nauki z entuzjazmem?
- jak kształtować badawczą i twórczą postawę uczniów?
- jak nauczyć uczniów posługiwania się terminologią naukową i rozumowaniem naukowym?
- jak powiązać proces nauczania z procedurą badawczą?
- jak aktywnie zaangażować uczniów w lekcję fizyki, stawiając ich w roli nauczyciela przeprowadzającego doświadczenie i nauczającego innych?
- jak poznać, że nasi uczniowie stosują metodę naukową i nabywają wiedzę i umiejętności?
- jak zmienić stosunek uczniów do fizyki?
- jaka jest skuteczność pedagogiczna metody projektów?

M. Taraszkiewicz w swojej refleksji o uczeniu się uczenia się napisała, iż jest to największy priorytet edukacji w XXI wieku. „Problematyka „Jak uczyć uczniów uczenia się” lokuje się na szczycie priorytetów europejskich i światowych trendów w edukacji XXI wieku. Szkoła polska też oczywiście musi na to wyzwanie zareagować. W tradycyjnej szkole temat „Jak się uczyć” jest mniej lub bardziej pomijany, funkcjonuje ciche założenie, że uczeń sam ma jakoś (...) opanować warsztat swego uczenia się. Czy ktoś (szkoła) w tym pomaga? Oto jest pytanie. Jest różnie, czasem szkoła nawet przeszkadza w uczeniu się. Co to znaczy uczyć ze zrozumieniem? Może właśnie oznacza to uczenie ze zrozumieniem procesów, które tenże proces konfiguruje i wpływają na wykreowanie indywidualnych, specyficznych dla każdego stylów uczenia się. Tak, aby w każdej szkole uczyli się najlepsi uczniowie świata. Umiejętność uczenia się to największy kapitał, który można wynieść ze szkoły. Jak wiadomo – wiedza dość szybko umyka z głowy lub się dezaktualizuje. Umiejętność uczenia się – najlepiej stale doskonala – pozostaje na całe życie”⁴⁴. Ponad trzydzieści lat temu podczas kształcenia nauczycieli fizyki jedną z ciekawszych książek przygotowujących studentów do pracy nauczyciela była pozycja Johna Lewisa „Nauczanie fizyki”, w której zauważył, że nauczyciele często zapominają o sensie nauczania, którym jest uczenie się uczniów. „Ponieważ jako nauczyciele kładziemy zwykle nacisk na nauczanie, łatwo nam przeoczyć, że nauczanie wtedy i tylko wtedy ma sens, kiedy jego skutkiem jest uczenie się. Nauczyciel musi więc koncentrować uwagę na tym, by uczeń się uczył i żadna technika nauczania, nawet najbardziej logiczna i elegancka, nie może być uważana za wartościową, jeśli jej skutkiem nie jest uczenie się”⁴⁵.

⁴⁴ M. Taraszkiewicz, R. Colin, *Atlas efektywnego uczenia się nie tylko dla nauczycieli*, część 1, Transfer Learning, Warszawa 2006, s. 119.

⁴⁵ J.L. Lewis, *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985, s.78.

Budzenie ciekawości i rozwijanie kreatywności dzięki projektom. W polskich badaniach nad kreatywnością (Jacek Pyżalski) wykazano, iż tylko 25% uczniów wykazuje się twórczym myśleniem. Reszta z nich to tak zwani odtwórcy. Co więcej, wykazano także, że z polskimi nauczycielami jest jeszcze gorzej, bo twórczych nauczycieli jest tylko 5%. W swoich licznych wystąpieniach Ken Robinson powtarza, że dzieci potrafią się uczyć bez niczyjej pomocy, wystarczy je tylko zaciekawić. „Ludziom szczęście przynosi ciekawość. Jeśli obudzi się w dziecku ciekawość, będzie się uczyć bez niczyjej pomocy. Uczenie się jest dla dzieci naturalne. To wielkie osiągnięcie, włączyć tę zdolność lub ją zdusić. Ciekawość napędza sukces. Obecnie w edukacji potrzebna jest przestrzeń na błędzenie i na kreatywność. Ważne jest to, aby w szkole nauczyciel zaczął przełamywać obowiązujące schematy, wyzwolił własną kreatywność, wpływając na kreatywność uczniów”⁴⁶. Natomiast polska liderka kreatywności Beata Kapela-Bagińska dodaje, że oprócz kreatywności ważna jest także pracowitość i wytrwałość. Według niej „Kreatywne nauczanie to konstruowanie lekcji w taki sposób, aby była ona ciekawa i uczyła twórczego myślenia, tj. myślenia nacechowanego łatwością kreowania pomysłów, elastycznością, oryginalnością, wrażliwością, zdolnością uogólniania, ciekawością, starannością, przyjemnością wynikającą z tworzenia i przede wszystkim pracowitością oraz wytrwałością”⁴⁷.

Dobre nauczanie, to nauczanie proste (bez nadmiernej komplikacji metodycznej). Nauczanie nawiązujące do uprzedniej wiedzy uczniów i sposobów myślenia może prowadzić do kształtowania rozumowania naukowego. Tylko taka edukacja będzie miała wpływ na uczenie się uczniów, jeżeli już w gimnazjum przekształcimy szkolne środowisko nauczania w środowisko uczenia się. Wtedy najważniejsza dla uczniów okaże się postawa badawcza i twórcza, dzięki której uczniowie będą mogli wykazać się własną kreatywnością.

Poprzez realizację projektów edukacyjnych mamy szansę zmienić postawę uczniów, którzy prowadząc systematyczne badania i odkrywając zależności, a nie tylko przyjmując je za gdzieś przez kogoś udowodniony pewnik, będą świadomi tego, czego naprawdę się nauczyli.

Jeżeli proponujemy uczniom indukcyjne i abdukcyjne dochodzenie do wiedzy, stawianie pytań badawczych, formułowanie hipotez, potwierdzanie ich lub obalanie, mamy szansę na rozwijanie ich własnego rozumowania i krytycznego myślenia. W ten sposób nasi uczniowie niezauważalnie rozwiną wszystkie kompetencje kluczowe, osiągając wiele radości z uczenia się rzeczy nowych. „Rolą nauczyciela w kreatywnym procesie dydaktycznym jest tworzenie wspólnoty badawczej z uczniami i uczestniczenie we wspólnym przedsięwzięciu jako w dialogu, podążanie w myśleniu za swymi uczniami, nauczanie strategii potrzebnych do rozwiązywania

⁴⁶ K. Robinson, *Szkoły zabijają kreatywność*, wyd. cyt.

⁴⁷ B. Kapela-Bagińska, *Nie pasywni – Kreatywni! Nauczyciele i uczniowie na lekcjach*.

problemów w sposób twórczy oraz pomaganie w odkrywaniu uczniowskich talentów”⁴⁸. Podczas poszukiwania talentów uczniów należy pamiętać, aby nie piętnować popełnianych przez nich błędów, ale wspierać podczas poszukiwań i błędzenia, co podkreśla w cytowanym wyżej wykładzie Robinson twierdząc, że „Dzieci zawsze korzystają z okazji. Jeśli czegoś nie wiedzą, to spróbują improwizacji. Nie boją się, że się pomylą. I nie chodzi mi o to, że mylić się znaczy to samo, co być kreatywnym. Ale powinniśmy wiedzieć, że jeśli nie jesteś przygotowany na pomyłkę, nigdy nie będziesz w stanie wymyślić nic oryginalnego. Jeśli nie oswoisz się z pomyłką! I jeszcze zanim dzieci dorosną większość z nich traci tą „zdolność”. Boją się popełniać błędy. Nawiasem mówiąc, podobnie prowadzimy nasze firmy. Piętnujemy błędy. Stworzyliśmy i podtrzymujemy narodowe systemy edukacji, w których błędy są najgorszą rzeczą, którą możesz zrobić. W wyniku tego pozbawiamy ludzi ich zdolności do bycia kreatywnym. Wierzę gorliwie, że do kreatywności nie dorastamy, lecz z niej wyrastamy. Lub raczej: zostajemy z niej wyedukowani”⁴⁹.

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

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

⁴⁸ Tamże.

⁴⁹ K. Robinson, *Szkoły zabijają kreatywność*, www.ted.com.

artystów i naukowców. Jej wspieranie wśród ludzi wszystkich zawodów, klas społecznych i środowisk etnicznych jest niezbędne dla wspólnego dobra. „Nuda jest wynikiem braku zadań do zrealizowania oraz problemów do rozwiązania. Jednostka twórcza, gdy coś robi jest zaangażowana w swoje działanie, zafascynowana nim. Człowiek pozbawiony kreatywności podejmuje określone działanie „na odczepnego”, jest nim znudzony, w związku z czym osiąga bardzo stereotypowe rezultaty. Zdaniem wielu uczonych początkiem każdej twórczości jest nastawienie badawcze. Człowiek znudzony takiego nastawienia nie wykazuje, nie dostrzega tego, co jest do odkrycia, napisania, czy chociażby przemyślenia. Nic go nie dziwi, staje się „ślepy na rzeczy do zrobienia”. Według Guilforda twórcze jest przede wszystkim myślenie dywergencyjne, czyli ukierunkowane na poszukiwanie wielu rozwiązań jednego problemu. Należy podkreślić, iż Guilford rozpatruje myślenie twórcze jako proces rozwiązywania problemów. Twierdzi wręcz, że rozwiązywanie problemów i myślenie twórcze „mają ze sobą tak wiele wspólnego, że można je traktować jako to samo zjawisko”⁵⁰. Zdaniem badacza opracowującego niniejsze badania w tych wszystkich powyższych zagadnieniach może pomóc uczniom praca metodą projektów. Metoda projektów ma ułatwić uczenie się, obudzić ciekawość, kreatywność i wytrwałość, zmienić postawę uczniów, aby chcieli się uczyć, odkrywać swoje talenty oraz nie bali się popełniać błędów.

Poziom rozumowania i postaw w badaniach PISA. Rozumowanie w naukach przyrodniczych jest jedną z trzech dziedzin pomiaru w badaniu PISA. Mimo obecności słowa nauka, dziedzina ta obejmuje nie tylko zagadnienia stricte naukowe, ale przede wszystkim umiejętność racjonalnego myślenia oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach i doświadczeniu, a zatem kompetencje niezwykle ważne dla każdego człowieka. Umiejętności w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych były główną dziedziną pomiaru w 2006 roku. Wykorzystano wówczas 103 zadania; 53 z nich wystąpiły w badaniach w 2009 i w 2012 roku, co umożliwiło porównanie wyników. Są to tzw. zadania kotwiczące. W 2006 roku dokonano także skalowania wyników, przyjmując wartość 500 punktów jako średni wynik w krajach OECD, a 100 p. – jako odchylenie standardowe. Na tej samej skali wyznacza się zarówno poziom trudności zadania, jak i poziom umiejętności ucznia. Ponieważ w następnych badaniach powtarzały się te same zadania, wyniki z lat 2006–2012 można bezpośrednio porównywać. Wyniki sprzed skalowania, czyli z badań w latach 2000 i 2003, należy traktować z pewną ostrożnością, mogą one jednak posłużyć do pokazania tendencji zachodzących zmian. Zadania zebrano w trzech grupach, z których każda mierzy inną składową rozumowania naukowego: rozpoznawanie zagadnień naukowych, wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy, interpretację oraz wykorzystanie wyników i dowodów naukowych. Należy podkreślić, że najważniejsze elementy

⁵⁰ J.P. Guilford, *Natura inteligencji człowieka*, PWN, Warszawa 1978, s. 593.

rozumowania naukowego, takie jak stawianie pytań badawczych, formułowanie hipotez i ich empiryczne weryfikowanie, pojawiają się w kształceniu powszechnym jedynie w podstawie programowej przyrody (II etap edukacyjny) i biologii (III etap edukacyjny). Umiejętności stawiania i weryfikacji hipotez w chemii ograniczone są jedynie do zakresu rozszerzonego na IV etapie edukacyjnym, w geografii pojawiają się w zakresie podstawowym dla IV etapu edukacyjnego, natomiast w fizyce pojęcia pytania badawczego i hipotezy nie są wprowadzane. Badanie PISA zbiegło się w czasie z reformą polskiej edukacji, dlatego też może służyć jako jedno z narzędzi do oceny ich skuteczności – tym cenniejsze, że badanie prowadzone było według bardzo rygorystycznych procedur i pokazuje wyniki polskich 15-latków na szerokim tle ich rówieśników z całego świata. W 2012 roku w badaniu uczestniczył pierwszy rocznik uczniów, którzy w gimnazjum uczyli się według nowej podstawy programowej kształcenia ogólnego. „Umiejętność rozumowania w naukach przyrodniczych jest we współczesnym świecie – i będzie w coraz większym stopniu – niezbędną umiejętnością dla każdego, nie tylko dla pracowników naukowych. Chodzi m.in. o naukowe sposoby zbierania danych, docenianie twórczego myślenia, racjonalnego rozumowania i krytycyzmu charakterystycznego dla nauk przyrodniczych. (...) Rozpoznawanie zagadnień naukowych nie dotyczy tylko pytań, które stawiają naukowcy. Ważne jest też rozróżnienie informacji naukowych od nienaukowych oraz krytyczna ocena wyników i dowodów naukowych – umiejętności, które wykraczają poza potocznie rozumianą wiedzę przyrodniczą. Każdego dnia zadajemy pytania wymagające logicznego myślenia, czy zebrania odpowiednich argumentów, np. zrozumienia, że jeśli więcej niż jeden czynnik zmienia się w danym czasie, to otrzymany wynik nie może być jednoznacznie przypisany żadnemu z tych czynników. Odpowiednia edukacja w dziedzinie nauk przyrodniczych może być świetną metodą przygotowującą uczniów do sprawnego i skutecznego funkcjonowania w świecie, na podstawie zasad naukowego rozumowania, najlepiej na podstawie praktycznie wypracowanych umiejętności takiego sposobu rozumowania”⁵¹. „Podstawowym pytaniem jest, w jakim stopniu młodzież w jednym z kluczowych momentów drogi edukacyjnej rozumie zasady myślenia naukowego i radzi sobie z tymi aspektami codziennego życia, w których mogą być one przydatne. Chodzi tu zarówno o wiedzę i umiejętności niezbędne w codziennym życiu (np. znajomość podstawowych zasad działania urządzeń czy rozumienie treści ulotek załączanych do leków), jak też wiedzę i umiejętności potrzebne do pełnego i świadomego uczestniczenia w życiu społecznym, gospodarczym i politycznym, w którym odniesienia do badań naukowych (a niekiedy ich pozory) są coraz bardziej obecne. Ważne jest, zarówno w interesie osobistym, jak i społecznym, by młodzi ludzie umieli odróżnić w przekazach informacyjnych argumenty naukowe od nienaukowych i by

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

potrafil, często na podstawie sprzecznych opinii, wyrobić sobie własne zdanie w sprawach związanych z naukami przyrodniczymi”⁵².

„W badaniach PISA nauki przyrodnicze przedstawione są w trzech płaszczyznach: wiedzy, pojęć naukowych i procesów naukowych. Wiedza i pojęcia naukowe rozumiane tak, by: sprawdzana wiedza miała odniesienie do sytuacji wziętych z życia; wymagana do odpowiedzi wiedza musiała być związana z konkretnym procesem oceniana wiedza była trwale obecna w nauce i nie dotyczyła dyskusyjnych, czy kontrowersyjnych jej aspektów. Procesy naukowe, które obejmują: opis, wyjaśnienie i przewidywanie zjawisk przyrodniczych; rozumienie dociekań i analiz naukowych; interpretację danych i wniosków z zakresu nauk przyrodniczych”⁵³. Czym jest „literacy” – pojęcie, które w badaniach PISA zrobiło karierę i które jest głównym przedmiotem pomiarów w testach? Dlaczego i czym dokładnie owa „alfabetyzacja” ma się odróżniać w matematyce, czytaniu i naukach przyrodniczych? Jaki jest jej związek z „rozumieniem” i co dokładnie znaczą w myśleniu PISA oba te pojęcia? OECD w oficjalnych dokumentach określa pojęcie „literacy” następująco: „Zdolność młodzieży do wykorzystania własnej wiedzy i umiejętności w wyzwaniach prawdziwego życia, a nie zaledwie stopień opanowania określonego szkolnego programu”⁵⁴. Model Rascha⁵⁵ każe widzieć „literacy” jako jednowymiarową „zdolność”, którą ten model mierzy. W badaniu PISA 2006 przyjęto, że rozumowanie w naukach przyrodniczych (ang. *scientific literacy*) zawiera dwa nieodzowne aspekty. Są to: wiedza przyrodnicza wraz z umiejętnością jej wykorzystania do stawiania pytań, zdobywania nowej wiedzy, wyjaśniania zjawisk oraz wyciągania wniosków na podstawie dostępnych obserwacji i dowodów, dotyczących zarówno samych zagadnień naukowych, jak i spraw choćby luźno odwołujących się do nauki (ang. *knowledge of science*); rozumowanie naukowe, polegające na zrozumieniu charakterystycznych cech nauki jako pewnego rodzaju aktywności umysłowej, zasad, według których prowadzi się badania naukowe i wyciąga z nich wnioski, np. umiejętności odróżnienia informacji opartych na faktach, czy dowodach naukowych od informacji zawierającej opinie czy przypuszczenia (ang. *knowledge about science*)”⁵⁶.

Średnie wyniki uczniów oraz ich zmiany w latach 2006–2012. Zauważalna jest istotna poprawa wyników polskich uczniów, zarówno w porównaniu z rokiem 2006, jak i 2009.

⁵² Tamże.

⁵³ M. Fedorowicz, *Umiejętności polskich gimnazjalistów. Pomiar, wyniki, zadania testowe z komentarzami*, praca zbiorowa, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2007, s. 51.

⁵⁴ <http://www.pisa.oecd.org/pisa/pisaproducts/37474503.pdf>. Its innovative “literacy” concept, which is concerned with the capacity of students to apply knowledge and skills in key subject areas and to analyse, reason and communicate effectively as they pose, solve and interpret problems in a variety of situations.

⁵⁵ Model Rascha – matematyczna konstrukcja, która pozwala posługiwać się jednolitą miarą poziomu „zdolności” ucznia w zestawieniu z równie jednolitą miarą „trudności” zadań, które mu się oferuje do rozwiązania.

⁵⁶ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

W badaniu z 2006 roku średni wynik był niemal równy średniej dla krajów OECD i wyniósł 498 punktów, w 2009 roku wyniósł 508 p., natomiast w 2012 roku poprawił się aż o 18 p. i osiągnął poziom 526 p. Polska znalazła się w czołówce krajów, których wyniki są statystycznie istotnie lepsze od średniej dla krajów OECD. Wśród wszystkich krajów lub regionów biorących udział w badaniu, najlepsze wyniki uzyskały Szanghaj (Chiny), Hongkong (Chiny) i Singapur. Lepsze wyniki od Polski uzyskały także Japonia i Korea Południowa, a z krajów europejskich – jedynie Finlandia i Estonia. Polscy uczniowie uzyskali zbliżone wyniki do uczniów z Wietnamu, Kanady, Liechtensteinu, Niemiec, Tajwanu, Holandii, Irlandii, Australii i Macao (Chiny) – różnice między Polską, a tymi krajami były statystycznie nieistotne. W Polsce w 2012 roku w porównaniu z rokiem 2006 procent poprawnych odpowiedzi zwiększył się dla 47 zadań, a zmniejszył się jedynie dla 6. Z tych sześciu zadań jedno dotyczyło rozpoznawania zagadnień naukowych, trzy – wyjaśniania zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy, a dwa – interpretacji i wykorzystania wyników i dowodów naukowych (...). Analiza zadań pod kątem treści, mierzonych umiejętności oraz stopnia trudności nie wykazała obszarów zaniedbań – poprawiają się wyniki uczniów w zadaniach odnoszących się do wszystkich przedmiotów przyrodniczych oraz mierzących wszystkie główne umiejętności⁵⁷.

Postawy. Według piszącego rozprawę najważniejszą postawą, jaką mogą osiągnąć uczniowie jest „radość z uczenia się rzeczy nowych”. Następnie ważne jest wychowanie do wolności i odpowiedzialności uczniów, a nie jedynie do posłuszeństwa zagłuszającego ludzką kreatywność i budzącego strach przed popełnianiem błędów. „Trwałość i przydatność umiejętności uczniów oraz szanse ich późniejszego rozwijania mogą zależeć od postaw ukształtowanych we wczesnej młodości w zetknięciu z naukami przyrodniczymi. Chodzi zarówno o samo zaciekawienie światem i możliwościami zgłębiania jego tajników, jak i o pewne nawyki przenoszenia sposobu rozumowania naukowego na sprawy codzienne, o krytycyzm myślenia, dopuszczanie wielu dróg myślenia, ale też zachowanie pewnych rygorów formułowania wniosków”⁵⁸.

„Postawy są ważnym czynnikiem wpływającym na rozwijanie umiejętności, a nawet na samo przyswajanie wiadomości. Równie ważnym powodem jest rosnący związek nauki i techniki z życiem codziennym oraz znaczenie postaw uczniów dla ich dalszych wyborów edukacyjnych i zawodowych”⁵⁹.

Wytrwałość. Badania w Stanach Zjednoczonych prowadzone przez psycholog Angelę Lee Duckworth wykazują, że najlepsze wyniki w nauce osiągają uczniowie wytrwali, nastawieni na

⁵⁷ PISA 2012, Programme for International Student Assessment – Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2012 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁵⁸ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁵⁹ Tamże.

swój własny rozwój. „Wytrwałość to pasja i niezłomność w osiągnięciu długofalowych celów. To odporność. To codzienne trzymanie się planu na przyszłość, nie przez tydzień czy miesiąc, ale latami. To ciężka praca, by urzeczywistnić plan. Wytrwałość to traktowanie życia jako maratonu, nie sprintu. Najbardziej szokuje mnie to, jak mało wiemy o rozwijaniu wytrwałości. Rodzice i nauczyciele codziennie pytają mnie: jak rozwijać wytrwałość u dzieci? Jak uczyć wartości ciężkiej pracy? Jak zapewnić im długotrwałą motywację? Szczerze mówiąc, nie wiem. Wiem za to, że talent nie oznacza wytrwałości. Nasze dane jasno pokazują, że jest wielu utalentowanych ludzi, którzy nie realizują swoich zamierzeń. Według naszych danych wytrwałość jest niezwiązana lub wręcz odwrotnie proporcjonalna do talentu. (...) Najlepszym znanym mi pomysłem na rozwijanie wytrwałości u dzieci jest tak zwane „nastawienie na rozwój”. Nastawienie na rozwój wspiera zwiększa wytrwałość”⁶⁰. Wspomniane wyżej „nastawienie na rozwój” opiera się na przekonaniu, że podstawowe cechy można rozwijać przez pracę. Każdy uczeń może się zmienić i doskonalić, jeśli tylko zechce. Idea „nastawienia na rozwój” rozbudowana na Uniwersytecie Stanforda przez Carol Dweck⁶¹, zakłada, że zdolność do uczenia się nie jest stała, i że może się zmieniać w zależności od wysiłku. C. Dweck badając dwie grupy studentów uczestniczących w warsztatach przyswajania wiedzy, zauważyła, że w grupie eksperymentalnej, w której dodatkowym elementem warsztatów było „nastawienie na rozwój” oraz wiedza o zmianach i rozwoju mózgu w odpowiedzi na wyzwania, studenci częściej stawiają czoła porażkom, bo nie wierzą, że porażka to sytuacja stała⁶². Następnie zbadano, czy warsztaty wywarły wpływ na wyniki w nauce, szczególnie w matematyce. Przed warsztatami obie grupy miały słabe wyniki. Natomiast po warsztatach, studenci, którzy zostali ukierunkowani na rozwój, zaczęli uzyskiwać lepsze oceny. Warsztaty z nastawienia na rozwój zainspirowały uczniów do pracy i osiągnięć oraz pokazały, jak wielkie znaczenie ma zmiana postawy. Uczniowie, którzy wzięli udział w warsztatach poznawania metod przyswajania wiedzy (grupa kontrolna), nie poczynili żadnych postępów i niewiele z nich skorzystali. Nie nauczyli się innego spojrzenia na własny umysł i nie mieli motywacji, aby się zmienić.

Jak ocenić efekty uczenia się? Anita Woolfolk – wyróżnia trzy podstawowe kategorie efektywnego uczenia się. Po pierwsze, podkreśla wagę umiejętności rozpoznawania tego, co uczniowie rozumieją. „Niezależnie od tego jak uczysz, niezależnie od celu, niezależnie od tego kim są twoi uczniowie, jako nauczyciel musisz wciąż pytać, jak uczniowie rozumieją to, czego nauczasz. Jedną z najważniejszych rzeczy, którą może zrobić nauczyciel, to rozumieć jak

⁶⁰ A.L. Duckworth, *Klucz do sukcesu? Wytrwałość*, www.ted.com.

⁶¹ L.S. Blackwell, K.H. Trzeńniewski, C.S. Dweck, *Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention*, „Child Development”, 78(1)2008.

⁶² Tamże.

uczniowie myślą o danej idei lub temacie”. Po drugie, zaznacza, że uczniowie chcą poznawać rzeczy, które są znaczące, związane z nimi i należą do świata rzeczywistego. Po trzecie, ważne jest, by znać swoich uczniów i wiedzieć, jak się uczą, a także, by twórczo wykorzystywać tę wiedzę podczas kształcenia⁶³. Janusz Korczak często podkreślał, że „Jeśli umiecie diagnozować radość dziecka i jej natężenie, musicie dostrzec, że najwyższą jest radość pokonanej trudności, osiągniętego celu, odkrytej tajemnicy. Radość tryumfu i szczęście samodzielności, opanowania, władania”. Jak ocenić efekty uczenia się? Najlepiej zapytać samych uczniów – radzi noblista profesor Kenneth Wilson, ekspert z dziedziny badań nad edukacją. Jeśli uczeń rzeczywiście się czegoś nauczył, to jest tego świadomy. Jeśli nie zapytamy: czego się nauczyłeś, co zrozumiałeś, czy to było ciekawe, to skąd będziemy to wiedzieli?”⁶⁴.

Kompetencje kluczowe. Zgodnie z dokumentami unijnymi kompetencje kluczowe to te, „których wszystkie osoby potrzebują do samorealizacji i rozwoju osobistego, bycia aktywnym obywatelem, integracji społecznej i zatrudnienia”⁶⁵. Kompetencje kluczowe zostały zdefiniowane w Zaleceniu Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie (2006/962/WE) jako „połączenie wiedzy, umiejętności i postaw odpowiednich do sytuacji”. W wymienionym dokumencie ustanowiono osiem kompetencji kluczowych:

- porozumiewanie się w języku ojczystym,
- porozumiewanie się w językach obcych,
- kompetencje matematyczne i podstawowe kompetencje naukowo-techniczne,
- kompetencje informatyczne,
- umiejętność uczenia się,
- kompetencje społeczne i obywatelskie,
- inicjatywność i przedsiębiorczość,

⁶³ M.F. Shaughnessy, *An Interview with Anita Woolfolk: The Educational Psychology of Teacher Efficacy*. *Educational Psychology Review* 16 (2)2004, s. 153–176.

⁶⁴ Kenneth Wilson w rozmowie z Jackiem Strzemiecznym, www.ceo.org.pl. Prof. Kenneth G. Wilson to amerykański fizyk i matematyk, absolwent Harvard University i California Institute of Technology. Zajmował się grupami renormalizacji wykorzystywanej, m.in. w teorii cząstek elementarnych. W 1982 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za opracowanie teorii, którą można było zastosować do opisu zjawisk krytycznych w przejściach fazowych. Część swoich badań prowadził za pomocą symulacji komputerowych procesów fizycznych. Jego działalność przyczyniła się do wdrożenia na amerykańskich uniwersytetach silnych centrów obliczeniowych opartych na superkomputerach oraz do opracowania i wdrożenia sieci komputerowych (Internetu). Poza działalnością w zakresie fizyki i informatyki w 1988 roku postanowił zaangażować się w reformę edukacji w Stanach Zjednoczonych. Na Uniwersytecie Ohio prowadzi badania i zajmuje się szkoleniem nauczycieli. W 1994 roku wraz z Bennett Daviss opublikował książkę pt. *Redesigning Education*. W 1998 roku wraz z Constance Barsky „*Applied Research and Development: Support for Continuing Improvement in Education*”.

⁶⁵ *Kompetencje kluczowe w uczeniu się przez całe życie – europejskie ramy odniesienia*. Załącznik do zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie; Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 30 grudnia 2006 r./L394.

– świadomość i ekspresja kulturalna.

Kolejność wymieniania nie tworzy tu żadnej hierarchii. Wszystkie kompetencje kluczowe uważane są za tak samo istotne. Zakresy tych kompetencji nie są rozłączne, a wręcz przeciwnie – stanowią powiązaną strukturę. Niezwykle ważne jest stwierdzenie Deweya, iż kluczem do prawdziwej nauki jest ukierunkowana aktywność w grupie społecznej. W rozmowie przeprowadzającego badania z J. Brooks o kompetencjach kluczowych, rozmówczyni podkreśliła, iż jej zdaniem najważniejsze w projektach są kompetencje społeczne i obywatelskie. To podczas projektów uczniowie najbardziej dzielą się swoimi pomysłami, ideami, talentami. To projekty nastawiają ich na rozwój i uczą wspólnego działania.

Rozdział II

PODSTAWY TEORETYCZNE LEKCYJNEGO ZADANIA PROJEKTOWEGO

Przedmiotem rozważań niniejszego rozdziału jest omówienie sposobu konstruowania wiedzy czynnej oraz rozwijania samodzielności intelektualnej uczniów poprzez lekcyjne zadania projektowe. Nawiązują one do problemowego uczenia się zaproponowanego przez Johna Dewey'a, a także do propozycji Czesława Kupisiewicza oraz polskich i europejskich projektów edukacyjnych: Akademia Uczniowska, Fibonacchi, Establish, Go-Lab promujących problemowe uczenie się. W tym rozdziale pokazano, czym jest konstruktywizm, wiedza, nauczanie problemowe IBSE oraz rozumowanie naukowe i w jaki sposób je praktycznie rozwijać. Przyjrano się także, jak ewoluowało pojęcie rozumowania naukowego i formalnego od prac Piageta do prac Lawsons, który skonstruował test na rozumowanie naukowe wykorzystane podczas badań. Zwrócono uwagę na związki przyczynowo-skutkowe obecne na lekcjach fizyki, a często słabo rozumiane przez uczniów.

1. Podstawowe założenia konstruktywizmu

Bardzo popularnym punktem odniesienia dla myślenia o edukacji opartego na twórczej, poznawczej aktywności dziecka, na wychodzeniu w edukacji od jego wiedzy i przekonań – jest konstruktywizm. „Konstruktywizm (jako teoria wiedzy) ma właściwie dwa poważne wsparcia: jest to, z jednej strony neurobiologiczna teoria funkcjonowania mózgu, a z drugiej koncepcje pedagogiczne, wskazujące na efektywność reguł działania pedagogicznego wyprowadzonych z założeń konstruktywizmu”⁶⁶. Dla konstruktywizmu ważne okazuje się tworzenie nowej wiedzy oraz przyjęcie przez uczniów postawy badawczej. „Istotą konstruktywizmu jest założenie, że uczeń występuje w roli badacza inspirowany przez nauczyciela, korzystając z różnych źródeł informacji, tworzy nową wiedzę”⁶⁷. W konstruktywizmie uczenie się jest postrzegane jako aktywne budowanie wiedzy, rozpoczynające się od wiedzy, która jest już obecna w uczniu⁶⁸. Ten

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

⁶⁷ B. Śniadek, *Konstruktywistyczny model kształcenia nauczycieli przyrody*, XIV Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, Opole 2008.

⁶⁸ R. Driver, H. Asoko, J. Leach, E. Mortimer, P. Scott, *Constructing scientific knowledge in the classroom*. „Educational Research” 1994, nr 23, s. 5–12.

szczególny obraz uczenia się sięga korzeniami do pracy Deweya⁶⁹ i jego twierdzenia, że „edukacja musi być postrzegana jako nieustanna rekonstrukcja doświadczenia”, a także do pracy Piageta i przekonania, że „inteligencja organizuje świat poprzez organizowanie siebie samej”. A zatem, w przeciwieństwie do poglądów behawiorystów, dla konstruktywistów w centrum uwagi jest sam uczeń jako osoba aktywna, co implikuje także zmianę roli nauczyciela z „osoby przekazującej wiedzę” na „trenera” procesu nauczania. Alternatywą do przekazywania wiedzy jest aktywne budowanie wiedzy przez uczniów. „W ramach perspektywy konstruktywistycznej, każdy uczący się aktywnie konstruuje i rekonstruuje swoje rozumienie, zamiast przejmować je z autoryzowanego źródła, za jakie bywa uważany nauczyciel lub podręcznik szkolny”⁷⁰.

Nurt ten jest oparty na następujących założeniach:

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

Jak przekładają się zasady konstruktywizmu na podstawowe twierdzenia pedagogicznego działania? Założenia te podała Jacquelin Brooks oraz Martin Brooks⁷¹. „Pierwszą zasadą jest stawianie problemów odpowiednich (zwłaszcza atrakcyjnych) dla uczniów. Jak zauważają autorzy ta odpowiedniość może się wyłonić już w trakcie nauczania. Druga zasada dotyczy organizowania nauczania wokół jakichś podstawowych pojęć. Mogą to być problemy, pytania, czy sytuacje. Uczniowie bardziej angażują się w zagadnienia prezentowane całościowo. Dla wielu osób uczących się budowanie całości z bardzo szczegółowych zagadnień omawianych odrębnie jest wielką trudnością. Kolejna z zasad jest chyba najbardziej definicyjna ze względu na założenia konstruktywizmu. Oto postuluje się poszukiwanie i docenianie uczniowskiego punktu widzenia w procesie kształcenia i wychowania. Świadomość uczniowskiej wiedzy potocznej (osobistych punktów widzenia i przekonań) pozwala nauczycielom na osadzanie czynności uczenia się w kontekście wiedzy uczniów, będą one wtedy dla nich bardziej znaczące. Konsekwencją realizacji tej ostatniej zasady jest postulat uwzględniania posiadanej już przez

⁶⁹ J. Dewey, *My Pedagogic Creed*, „School Journal” nr 54/1897, s. 77–80.

⁷⁰ W.M. Roth, *Experimenting In a constructivist high school physics laboratory*, „Journal of Research in Science Teaching” 1992, nr 3, s. 197–223.

⁷¹ F.C. Lunenburg, *Constructivism and Technology: Instructional Designs for Successful Education Reform*, „Journal of Instructional Psychology” 1998, nr 2.

uczniów wiedzy w programie nauczania, co pozwoliłoby nauczycielom na budowanie pomostu między obecnym rozumieniem danych zagadnień przez uczniów, a rozumieniem bardziej złożonym. Zdobywanie wiedzy – głębszego rozumienia – zachodzi w *głowie ucznia*, nauczyciel stwarza uczniom tylko możliwości działań poznawczych. W naturalny sposób z powyższej zasady wynika ostatni postulat konstruktywizmu, aby oceniać wyniki ucznia w kontekście procesu kształcenia oraz zapewnionych warunków⁷².

Czym jest wiedza? Wiedza to ogół wiadomości zdobytych dzięki badaniom, uczeniu się itp.⁷³. Nie ma wiedzy bez rozumowania, nie ma też rozumowania bez wiedzy. (...) same umiejętności nie istnieją bez odpowiedniej porcji wiedzy, tak jak i wiedza pozostaje wątpliwa bez towarzyszących jej umiejętności. „W szkole tradycyjnej profesorowie selekcionują te elementy wiedzy naukowej, które uważają za wystarczające na całe życie przeciętnego obywatela. Autorzy opisują te fragmenty informacji w podręcznikach. Ich głównym źródłem jest poprzedni podręcznik. Gdy wiedzy przybywa, nowe strony i nowe fragmenty są dodawane do podręczników. Nauczyciele przekazują uczniom wyselekcjonowaną wiedzę faktyczną na lekcjach. Zazwyczaj brak czasu na przerobienie ostatnich rozdziałów grubych podręczników. Uczniowie biernie przyjmują te informacje, odtwarzają je na egzaminach i zapominają je tak szybko, jak to jest możliwe. Społeczeństwo przyspiesza postęp w naukach ścisłych, technologiach i strukturze społecznej. Prowadzi to do dezaktualizacji programów szkolnych przedmiotów ścisłych i odwraca młode umysły od takich przedmiotów, jak fizyka, biologia i chemia”⁷⁴.

Dobrym sposobem na dochodzenie do wiedzy są **doświadczenia**. Poprzez zmianę badanych parametrów uczniowie mają możliwość zaobserwowania procesów w nowych warunkach. Jest to argument za opracowywaniem nowych wersji dostępnych doświadczeń, nie zaś do kopiowania doświadczeń, które już są precyzyjnie opisane w różnych źródłach⁷⁵.

Eksperyment i obserwacja⁷⁶. W ramach praktycznego konstruowania wiedzy wykorzystujemy: **eksperyment** rozumiany jako proces, w trakcie którego badacz wprowadza zaplanowaną zmianę jednego czynnika i bada, jakie ta zmiana przynosi rezultaty, uważając przy tym, by pozostałe czynniki pozostały niezmiennie, **obserwację** rozumianą jako zaplanowane gromadzenie faktów, bez wprowadzania jakichkolwiek ingerencji w zjawisko. W trakcie obserwacji nie występuje zmienna niezależna, ponieważ, jak już zostało powiedziane, nie ingeruje

⁷² J.G. Brooks, G. Martin, G. Brooks, *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*, 1993; S. Dylak, *Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli*, [w:] *Współczesność a kształcenie nauczycieli*, H. Kwiatkowska, T. Lewowicki, S. Dylak (red.), WSP ZNP, Warszawa 2000.

⁷³ *Słownik języka polskiego*, L. Drabik (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

⁷⁴ Z. Gubański, *Szkola dawniej i dziś*, wykład autorski w Ostrowie Wielkopolskim dla OTN, Ostrów Wlkp. 2008.

⁷⁵ M. Piotrowski, J. Kielech, M. Dobrzyńska, *Akademia Uczniowska*.

⁷⁶ Poniższy fragment opracowany na podstawie wstępu „Pytaj, badaj, wnioskuje! Dobre praktyki – wybrane scenariusze zajęć. Fizyka. Jesień 2014” Agnieszki Chołuj z Międzynarodowego Instytutu Biologii Molekularnej i Komórkowej.

się w badany proces. W powyższych działaniach eksperyment i obserwacja realizowana jest zgodnie z metodą naukową. Po pierwsze, uczniowie stawiają najpierw pytanie badawcze. Pozwoli to ukierunkować myśli i skoncentrować się na badanym problemie. Pytania badawcze nie mogą mieć formy zamkniętej i nie mogą sugerować gotowej odpowiedzi. Następnie należy postawić hipotezę, czyli prawdopodobną, przewidywaną i wymyśloną odpowiedź na pytanie badawcze na podstawie wcześniejszej wiedzy bądź własnych przypuszczeń. Przed wykonaniem eksperymentu nie ma złych lub dobrych hipotez. Każda, nawet najbardziej śmiała hipoteza jest dopuszczalna. Na dalszym etapie pracy weryfikuje się postawioną hipotezę, tak, aby można ją odrzucić bądź przyjąć jako prawdziwą. Jeśli żadna z tych dwóch opcji nie jest możliwa, oznacza to ponowne przemyślenie doboru metod badawczych i przeprowadzenie kolejnego eksperymentu. Następnym krokiem wchodzącym w świat metody naukowej jest określenie zmiennych: **zmiennej niezależnej** (to, co będziemy zmieniać), **zmiennej zależnej** (to co będziemy mierzyć lub obserwować) i **zmiennych kontrolnych** (to co musimy pozostawić niezmiennie). Zwraca się uwagę na wspólne przejście z uczniami przez cały proces planowania eksperymentów i obserwacji i zaangażowanie uczniów do samodzielnego planowania eksperymentów. Dzięki temu uczniowie nie tylko utrwala wiedzę merytoryczną, ale również będą w stanie powiązać przyczynę ze skutkiem, a wynik z weryfikacją postawionej hipotezy. Zdolność do wyszukiwania zależności przyczynowo-skutkowych ułatwi uczniom poznanie innych treści merytorycznych i logiczną interpretację poznawanych faktów. Profesor S. Dylak uważa, iż tylko eksperymenty przeprowadzane z procedurą naukową dają uczniom właściwy obraz „nauki”. „W wyniku biernego gromadzenia wniosków z przeżywanych i obserwowanych doświadczeń nie nauczymy się aktywnego, odkrywczego poznawania świata – tworzenia hipotez i planowania procesu poznawczego. Robiąc proste doświadczenia polegające na wykonywaniu instrukcji mówiącej co, kiedy i jak robić z określonymi obiektami czy zjawiskami, również jesteśmy bierni. Do fazy eksperymentowania przechodzimy dopiero wtedy, gdy świadomie i zgodnie z pewną procedurą planujemy badania wspierające nasz proces poznawania świata. Kluczem do naszego rozwoju intelektualnego i budowania wiedzy o świecie jest bowiem projektowanie hipotez i procedur ich weryfikacji (co się stanie, gdy...). Przeprowadzony przez uczniów eksperyment – obojętnie czy jego wynik był zgodny z przewidywaniem (hipotezą), czy nie – zawsze wzbogaca ich obiektywną wiedzę o badanym fragmencie rzeczywistości oraz ich umiejętności badawcze. Rozwija też ciekawość świata, odwagę i krytyczne, samodzielne myślenie. Kompetencje, których znaczenie wykracza daleko poza szkolne mury”⁷⁷.

⁷⁷ S. Dylak, *Doświadczenia to za mało – potrzebne są eksperymenty*, [w:] Nowa Pracownia Przyrody, Warszawa 2015, s. 22–23, <http://www.kopernik.org.pl/news/n/lekcje-przyrody-od-nowa>.

Wiedza w badaniu PISA. Wiedza w badaniu PISA nie jest traktowana tylko jako zbiór faktów i definicji pojęć. Obejmuje ona zarówno wiadomości z danej dziedziny nauk przyrodniczych, jak i znajomość zasad rozumowania naukowego. Rozumowanie stanowi integralną część wiedzy, stwarzając podstawę do wykształcenia umiejętności związanych z naukami przyrodniczymi⁷⁸.

Wiedzę z dziedziny nauk przyrodniczych można podzielić na dwa rodzaje. Pierwszy jest bliższy klasycznej, szkolnej wiedzy z różnych dziedzin nauk przyrodniczych (umownie nazwanej *knowledge of science*) i dotyczy tego, co uczeń wie z zakresu biologii, chemii, fizyki, geografii i techniki, ale też jaki z tej wiedzy potrafi zrobić użytek. Drugi rodzaj dotyczy tego, co uczniowie wiedzą o metodach badania naukowego i o charakterystycznych cechach nauki (umownie nazwany *knowledge about science*). Chodzi tu o znajomość metod stosowanych w naukach przyrodniczych, np. zrozumienie, w jaki sposób dochodzi się do wniosków na podstawie danych, skąd wiadomo, że te wnioski są uzasadnione, jak się przeprowadza doświadczenia itp. „W naukach przyrodniczych w badaniu PISA jest odejście od wysuwania na pierwszy plan wiadomości zdobytych w trakcie nauki w ramach poszczególnych przedmiotów szkolnych. Wiadomości są raczej „budulcem” dla rozwinięcia umiejętności uczniów”⁷⁹.

Wiedza czynna i bierna. Wiedza bierna przydatna jest jedynie przy udzielaniu odpowiedzi na zadawane z zewnątrz pytania. Wiedza czynna jest nieodzownym warunkiem wykonywania czynności nowych, dotychczas niespotykanych.

Kreowanie „sztucznej” wiedzy na lekcjach fizyki. Dorota Klus-Stańska uważa, iż sztuczna wiedza szkolna szkodzi uczniom. Stwierdza, że „większość wiedzy szkolnej szkodzi. Mam tu na myśli ten rodzaj wiedzy opisanej programami, którą uczniowie muszą sobie przyswajać, a nauczyciele muszą nauczać. Ta sytuacja obustronnego przymusu powoduje, że uczniowie przestają myśleć, przestają używać osobiście aktywowanych procedur myślowych. Szkoła wykreowała sztuczny system wiedzy szkolnej, który nie tylko nie funkcjonuje równolegle z wiedzą naturalną, ale wręcz ją blokuje”⁸⁰. Stąd apel o stosowanie w eksperymentach szkolnych prostych przyrządów – artykułów codziennego użytku. „W procesie tworzenia nowej wiedzy lub jej pogłębiania oraz restrukturyzacji zasadniczą rolę ogrywają eksperymenty wykonywane przy pomocy prostych przyrządów lub przedmiotów codziennego użytku. Doświadczenie może być w tym przypadku źródłem wiedzy lub środkiem jej weryfikacji i pomagać w kształtowaniu

⁷⁸ Por.: PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

⁷⁹ Tamże.

⁸⁰ D. Klus-Stańska, „Gazeta Szkolna” 2008, nr 5, s. 16.

pojęć oraz formułowaniu praw”⁸¹. Sygnalizował to już dwadzieścia lat wcześniej profesor Pflug. Według niego „edukacja fizyczna w szkołach jest bardzo często oceniana poprzez badanie, czy zostały osiągnięte krótkowzroczne cele, takie jak: umiejętności odpowiadania na specjalne pytania czy rozwiązywanie wybranych problemów, które w sposób zaplanowany prowadzą do określonych odpowiedzi. Potwierdzono w wielu badaniach dotyczących nauczania fizyki, że uczniowie i studenci będą z większym prawdopodobieństwem pamiętali i stosowali te wiadomości, których byli uczeni, czyli uczyli się przy wykorzystaniu różnych form przekazu i zdobywania wiedzy. Równocześnie najważniejsze są doświadczenia własne, wykonywane bez nakazu, bez z góry określonego celu i strategii”⁸². „Szansa przeniesienia aktywności klasowej na działania w codziennym życiu wzrasta znacząco, jeśli zestawy eksperymentalne nie są jakiegś specjalne, ale wzięte z codziennego życia. Nie jest dziwne, że we wszystkich szkołach zestawy odtwarzają wiedzę szkolną, ponieważ zostały one wykonane jedynie w tym celu. Zapomina się, że przedmioty użytku codziennego otwierają możliwość ilustracji szerokiego zastosowania podstawowych praw fizycznych, które ważne są w warunkach życia codziennego”⁸³.

2. Rozumowanie naukowe jako cel edukacji przyrodniczej

W szkole podstawowej i w gimnazjum uczniowie spotykają się z procesem konstruowania wiedzy. Jednak rzadko koncentrują swoją uwagę na tym procesie. Warto im uzmysłowić trzy sposoby budowania wiedzy: metodę dedukcji, indukcji oraz abdukcji.

Jak zauważyli twórcy Akademii Uczniowskiej w polskim gimnazjum nie mam miejsca na różne typy rozumowań, jak tylko dedukcyjne. „Analizując podręczniki nietrudno się przekonać, że w bardzo obszernym programie nauczania fizyki w gimnazjum indukcyjna metoda poznawania zjawisk jest traktowana po macoszemu. Dominuje ukazywanie przyrody za pomocą metod pseudodedukcyjnych. Uczeń poznaje prawa dotyczące oporu elektrycznego, nowe pojęcia, takie jak masa, prędkość, przyspieszenie i traktuje je jako pewniki na równi z twierdzeniem Pitagorasa”⁸⁴.

Rozważania o rozumowaniu naukowym przedstawiono najpierw od sposobów myślenia.

Myślenie twórcze. Jednym z najbardziej znanych na świecie programów wspierania twórczości dzieci i młodzieży jest program Edwarda de Bono oparty na teorii myślenia równoległego. Edward de Bono jest światowym autorytetem „twórczego myślenia”. W swoich

⁸¹ B. Śniadek, *Konstruktywistyczny model kształcenia nauczycieli przyrody*, XIV Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, Opole 2008.

⁸² A. Pflug, Referat wygłoszony na Konferencji GIREP w Skofja Loka, „Foton” 1991, nr 21.

⁸³ Tamże.

⁸⁴ M. Piotrowski, J. Kielech, M. Dobrzyńska, *Akademia Uczniowska*.

publikacjach ukazuje odmienny od obowiązującego system myślenia, nazywając go „myśleniem równoległym”. Myślenie takie tworzy dychotomie i sprzeczności, a informacja i osąd są najważniejsze. Ten typ myślenia nadużywa krytycyzmu w przekonaniu, że jeżeli usunie się złe rzeczy, to pozostanie tylko wspaniałe⁸⁵. Zaproponowane przez de Bono pojęcie myślenia równoległego oznacza sposób podejścia do problemu – nie wprost, nie bezpośrednio. Dzięki takiemu traktowaniu możliwe jest spojrzenie na problem z innej strony, w nowy sposób. Program de Bono zawiera także propozycje trenowania stylów poznawczych ustalonych według typologii jego autorstwa. Autor ten wyróżnia sześć jakościowo różnych stylów myślenia. Są to:

- styl obiektywny (koncentracja na faktach),
- styl krytyczny (poszukiwanie wad i słabości w rozwiązaniach),
- styl konstruktywny (poszukiwaniu dobrych stron rozwiązań, „myślenie pozytywne”),
- styl emocjonalny (kierowanie się w decyzjach, myśleniu uczuciami),
- styl produktywny (wytwarzanie nowych pomysłów, bez oceniania ich jakości),
- styl kontrolujący (kontrolowanie procesu myślenia, planowanie, ustalanie strategii itp.).

Pomysł de Bono polega zarówno na ćwiczeniu umiejętności rozpoznawania własnego stylu myślenia, jak i na doskonaleniu umiejętności myślenia w inny sposób, „zgodnie z cechami innego stylu”. Umieszczenie w programie ćwiczeń tego rodzaju wynika z przekonania, że każdy ze stylów jest cenny i potrzebny w myśleniu nad problemem, zaś plastyczność, zmienność stylów myślenia oraz dostosowanie ich do bieżącej aktywności dobrze służy rozwiązywaniu problemów⁸⁶.

W myśleniu równoległym najważniejszą zasadą jest nie poszukiwanie, ale „tworzenie” („planowanie”). Staramy się stworzyć „drogę w przód”. Nie osądzamy surowo, ale akceptujemy różne możliwości, nawet jeżeli są sprzeczne i wzajemnie się wykluczają. Układamy je równolegle obok siebie. Myślenie równoległe akceptuje ważność informacji, uważa jednak, że jest ona niewystarczająca, dopóki nie zostanie uzupełniona przez koncepcję. Dużą wagę w tym myśleniu przywiązuje się do przestrzegania oraz do generowania pomysłów, a nie ich osądzania. W tej metodzie myślenia użyteczny rezultat powstaje nie tyle przez „osąd”, co poprzez „tworzenie”. Tworzymy drogę „w przód” z pola równoległych możliwości. Zamiast narzucać z góry ustalony porządek możemy pozwolić informacji na samoorganizację. Przykład zastosowania myślenia różnymi stylami podano w Aneksie A jako propozycję projektu metodą sześciu myślących kapeluszy „Energetyka jądrowa – szansa czy zagrożenie?”.

Wnioskowanie. Wnioskowanie (rozwijane w kulturze europejskiej i indyjskiej) dotyczy natomiast formy przechodzenia z prawdziwości jednych zdań (ang. *proposition*) do drugih.

⁸⁵ Por.: T. Buzan, *Mapy twoich myśli*, Wydawnictwo „Ravi”, Łódź 1999.

⁸⁶ A. Antczak, *Wspieranie twórczego myślenia i działania młodzieży. Zarys problematyki*.

Według M. Urbańskiego⁸⁷, światowa historia nauki i filozofia od 2500 lat rozróżnia trzy sposoby wnioskowania: dedukcję, indukcję i abdukcję. Jednak przez sposób metateoretycznej analizy wnioskowań zaliczone są one do logiki, a nie do psychologii. Rozróżnienie tego autora wydaje się sytuować dedukcję, indukcję i abdukcję w sposobach myślenia, a nie wnioskowania.

Refleksja na temat wnioskowań sytuowana jest w obrębie nauk formalnych – logiki, natomiast refleksja odwołująca się do psychicznych procesów rozumowania od XIX wieku rozwijana jest w ramach nauki zwanej psychologią.

Poprawne rozumowanie dedukcyjne charakteryzuje się tym, że z prawdziwych przesłanek (tu: reguły i przypadku) otrzymujemy prawdziwy wniosek: prawdziwość przesłanek gwarantuje prawdziwość wniosku. Część wiedzy jest uzyskiwana za pomocą metody zwanej dedukcją. Jest to wiedza zawsze słuszna. Przykładem szkolnym tak budowanej wiedzy są twierdzenia matematyczne, np. twierdzenie Pitagorasa. Dzięki dowodowi matematycznemu można być pewnym, że twierdzenie Pitagorasa jest prawdziwe dla każdego trójkąta prostokątnego. Przeprowadzając dowód nie ma potrzeby potwierdzać jego poprawności sprawdzając różne trójkąty prostokątne. Można oczywiście zastanawiać się nad tym, jak wyglądać będzie podobne twierdzenie dla innych trójkątów (nie prostokątnych).

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

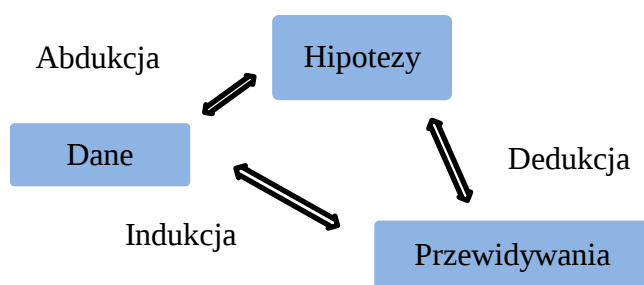
W naukach przyrodniczych za podstawową metodę pozyskiwania wiedzy uznaje się indukcję, która opiera się na analizie dostępnej wiedzy i wyciąganiu z niej wniosków. Jest to o tyle niepewne, że w pewnym momencie można odkryć coś nowego, co nie jest zgodne z dotychczasową wiedzą. Niemniej takie odkrycie, niezgodne z dotychczasową wiedzą, jest bardzo cenne, ponieważ na jego podstawie można poszerzyć wiedzę, a czasami wręcz zaprzeczyć dotychczasowym przekonaniom. W przypadku rozumowań indukcyjnych mówimy o prawdopodobieństwie prawdziwości wniosku, bowiem może się zdarzyć sytuacja, w którym wniosek okaże się fałszywy.

Indukcja służy eksperymentalnemu testowaniu teorii naukowych, dla których pomocne są rezultaty wnioskowań abdukcyjnych, których prawdziwość jest testowana właśnie na podstawie indukcyjnych wyników badań eksperymentalnych.

Abdukcja polega na tworzeniu najbardziej prawdopodobnego wyjaśnienia określonego zbioru faktów. Rozumowanie abdukcyjne wskazuje jedynie na możliwy przypadek oraz związek, jaki

⁸⁷ M. Urbański, *Rozumowania abdukcyjne. Modele i procedury*. (*Abductive Reasoning. Models and Procedures*), Adam Mickiewicz University Press, Poznań 2009.

zachodzi pomiędzy regułą i wynikiem. Abdukcję można więc scharakteryzować jako typ wnioskowania, który służy formowaniu ogólnych predykcji, prowadząc od badania faktów do formułowania teorii, która mogłaby dostarczyć ich wyjaśnienia. Należy dodać, że abdukcja nie gwarantuje prawdziwości wyprowadzonego wniosku, jedynie postuluje jakiś możliwy stan rzeczy, stąd jej hipotetyczność. Celem rozumowań abdukcyjnych jest właśnie dostarczenie wyjaśnień dla zdań bądź zdarzeń z jakichś przyczyn wyjaśnienia się domagających. Początki teoretycznej refleksji nad takimi rozumowaniami sięgają co najmniej VI w. p.n.e. W pracach tzw. lekarzy empiryków znaleźć możemy próby konstrukcji teoretycznej analizy diagnostyki medycznej (rozumowania z zakresu diagnostyki medycznej są zresztą najczęściej przywoływanymi dziś przykładami rozumowań abdukcyjnych). Za „ojca – założyciela” współczesnych badań nad rozumowaniem abdukcyjnym powszechnie uważa się Charlesa Sandersa Peirce’a, który jako pierwszy użył terminu „abdukcja” w tym właśnie znaczeniu. Zdaniem Peirce’a abdukcja jest jednym z trzech (obok dedukcji i indukcji) zasadniczych typów wnioskowań, którymi posługujemy się zarówno w życiu codziennym, jak i w poznaniu naukowym. Poglądy Peirce’a na temat natury wnioskowania abdukcyjnego, a także różnic i związków pomiędzy abdukcją, dedukcją i indukcją, znacząco ewoluowały. Peirce traktował dedukcję, indukcję i abdukcję jako trzy stadia jednej metody badawczej, z których to abdukcja jest stadium początkowym. „W oparciu o to, co sugerowane przez nią (abdukcję) dedukcja tworzy przewidywania, które mogą być testowane za pomocą indukcji”. Nowe dane (czy to pochodzące z zewnątrz, czy też uzyskane w wyniku indukcyjnego potwierdzania przewidywań) mogą dawać asumpt do tworzenia nowych hipotez. Kołowa struktura modelu dobitnie podkreśla niemonotoniczny charakter tej metody – wcześniej potwierdzone hipotezy mogą zostać odwołane w obliczu nowych danych. Z jednej strony możemy traktować abdukcję jako rozumowanie, którego jedynym zadaniem jest generowanie hipotez wyjaśniających. Według tego sposobu rozumienia abdukcji, jej celem jest konstrukcja zbioru hipotez wyjaśniających, natomiast ich ocena i wybór najlepszej hipotezy (bądź najlepszych hipotez) są zagadnieniem wobec rozumowania abdukcyjnego zewnętrznym.



Schemat 1. Związki pomiędzy abdukcją, dedukcją i indukcją według inferencyjnej teorii Peirce’a

Z drugiej strony można też traktować generowanie i ocenę hipotez jako nierozdzielne elementy jednego procesu, a tym samym przyjmować abdukcję jako rozumowanie, w którym konstruowana jest najlepsza hipoteza wyjaśniająca. W tym drugim ujęciu abdukcja i tzw. wnioskowanie do najlepszego wyjaśnienia (*inference to the best explanation*) to jeden i ten sam typ rozumowania.

Nie popadając w przesadę można stwierdzić, że przykłady rozumowań abdukcyjnych znaleźć możemy w dowolnej dziedzinie, poczynając od zdroworozsądkowego poszukiwania wyjaśnień dla zjawisk z jakichś przyczyn zaskakujących. Przykłady rozumowań abdukcyjnych z dziedziny nauk przyrodniczych odnajdziemy, np. podczas rekonstrukcji odkryć naukowych (rekonstrukcja odkrycia przez Keplera, że orbity planet Układu Słonecznego są eliptyczne, a nie kołowe). Pomimo tego, że wnioskowanie abdukcyjne nie jest niezawodnym sposobem rozumowania, to umożliwia wprowadzanie nauki na nowe tory badawcze, pozwalając na formułowanie hipotez, przysługuje się jej dalszemu rozwojowi. Rozumowanie abdukcyjne bywa mylone z indukcyjnym. Istotna różnica pomiędzy nimi tkwi, zdaniem Pierce'a, w tym, że abdukcja służy wyjaśnianiu, indukcja zaś klasyfikowaniu.

Rozumowanie. Rozumowanie naukowe w niniejszej dysertacji rozumiane jest jako pojęcie opracowane przez Piageta, Karplusa i Lawsons⁸⁸. Wskazano także do porównania, jak opisane jest rozumowanie naukowe w badaniach PISA 2006. Rozumowanie naukowe w niniejszej rozprawie (ang. *scientific reasoning*) uwzględnia stawianie pytań badawczych, formułowanie hipotez oraz ich weryfikację. W literaturze dostępnych jest wiele definicji rozumowania naukowego^{89,90}. Umiejętności czytania, pisanie i rozumowanie naukowe stanowią zdolności poznawcze potrzebne do zrozumienia i określenia informacji, co najczęściej wiąże się ze zrozumieniem i określeniem pytań badawczych, hipotez teoretycznych, statystycznych i przyczynowych. Szeroko definiowane rozumowanie naukowe⁹¹ obejmuje umiejętności stawiania pytań badawczych, sformułowania hipotez wyjaśniających, konstrukcję eksperymentu badawczego, uporządkowanie danych badawczych w odpowiednio dobranej strukturze formalno-teoretycznej oraz wnioski, które tworzą system przekonań o naturalnym i społecznym świecie. Praktyczne rozwijanie rozumowania naukowego opiera się na kilkustopniowym działaniu uczniów polegającym na postawieniu przez nich pytania badawczego, sformułowaniu hipotezy, sprawdzeniu jej lub obaleniu, wysunięciu

⁸⁸ C. Fuller, S. Dykstra Jr., *College Teaching and Development of Reasoning*, Information Age Publishing, Charlotte, North Carolina, 2009.

⁸⁹ R.M. Hazen, J. Trefil, *Science Matters: Achieving Scientific Literacy*, Anchor Books, New York 1991.

⁹⁰ R.N. Giere, J. Bickle, R.F. Mauldin, *Understanding Scientific Reasoning*, 5th edition, Belmont, CA: Thomson/Wadsworth 2006.

⁹¹ C. Zimmerman, *The Development of Scientific Reasoning: What psychologists contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade)* (2005). http://www7.nationalacademies.org/bose/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf.

wniosków z przeprowadzonego doświadczenia oraz świadomym podaniu przez uczniów czego się konkretnie nauczyli. Propozycją na praktyczne rozwijanie rozumowania naukowego jest lekcyjne zadanie projektowe LZP opisane pod koniec rozdziału.

Główne wyniki badań empirycznych Piageta⁹². Początkowo w pracach nad formacją inteligencji i myślenia dzieci Piaget stosował metody werbalne. Badania te koncentrowały się na relacjach między myśleniem a językiem, nad rozumowaniem dziecka, przedstawieniem przez nie świata fizycznego, jego sądach moralnych, ideach na temat fizycznej przyczynowości. Te pięć tematów było badanych werbalnie – to znaczy zadawano dzieciom pytania, słuchano odpowiedzi, dzieci nie manipulowały w tym czasie konkretnymi przedmiotami. W konsekwencji wyniki tych badań były ograniczone i posłużyły raczej do postawienia problemów – nowatorskich w owych czasach: dziecko nie tyle wie mniej niż dorosły, ile rozumuje inaczej; rozwój myślenia formalnego dziecka przebiega etapami. Wszystkie dzieci przechodzą przez wszystkie etapy po kolei, aczkolwiek tempo przechodzenia może być różne. Etapy: etap sensomotoryczny (od urodzenia do średnio dwóch lat), etap myślenia przedoperacyjnego (średnio do sześciu lat), etap myślenia konkretnego (średnio do 12, 13 lat), etap formowania się myślenia formalnego. Kolejne etapy cechują się charakterystycznymi dla siebie strukturami operacyjnymi (chodzi o sposoby rozumowania). Przejście z etapu na etap nie oznacza ani utraty starych schematów, ani dołączania nowych. Następuje reorganizacja (Thomas Kuhn powiedziałby rewolucja). Przechodzenie z etapu na etap wiąże się z wysiłkiem. Rozwój myślenia formalnego nie może i nie powinien być istotnie przyspieszany. Rozwój ten ma swój biologiczny zegar, który bije pomimo wpływów mowy i oddziaływania otoczenia społecznego. Pojęcia fizyczne mogą się rozwijać, gdy jednostka staje wobec jakichś nowych dla siebie zjawisk i nie potrafi ich wytłumaczyć przy pomocy posiadanych struktur operacyjnych. Z przeprowadzonych przez J. Piageta badań wynika, że czynności („operacje”) praktyczne, rozpatrywane w toku rozwoju genetycznego dziecka, stanowią początkowo czynnik dominujący, ustępują powoli czynnościom zintegrowanym, myślowym. Znaczenie czynności myślowych wzrasta więc w miarę zdobywania doświadczenia i rozwoju procesu interioryzowania działań rzeczywistych, a więc w miarę zastępowania czynności praktycznych czynnościami tylko „pomyślanymi”. Bezpośrednia ruchowa działalność dziecka, w której Piaget dopatruje się prairódła późniejszych, nawet bardzo złożonych procesów myślowych, stanowi decydujący czynnik w życiu dziecka 8–10-letniego, tzn. dziecka znajdującego się w stadium myślenia praktycznego. Natomiast u dzieci 12–16-letnich zaczyna się już rozwijać właściwe myślenie logiczne, oderwane od konkretów, które u młodzieży w wieku 16–18 lat przechodzi już w stadium myślenia hipotetyczno-dedukcyjnego. Według Piageta

⁹² Por.: Z. Gołąb-Meyer, *Podstawy psychologiczne nauczania fizyki*, Wykład fakultatywny.

czynności praktyczne mają duże znaczenie w działalności poznawczej dzieci młodszych, a więc 8–11-letnich, które – aczkolwiek zdolne są już do przeprowadzania pewnych operacji logicznych – muszą się jednak odwoływać jeszcze do własnych spostrzeżeń i bezpośredniej działalności ruchowej młodzieży 14–16-letniej, czyli będącej w wieku uczniów objętych eksperymentem⁹³.

Wzorce rozumowania Karplusa. Początkowo prace Piageta z trudem przebijały się do Stanów Zjednoczonych. Praktyczni Amerykanie zaproponowali zamiast testów klinicznych, czyli czasochłonnych obserwacji dzieci i wywiadów z nimi, testy typu papier i ołówek. Znane były testy Lawsons, które w wielu przypadkach (równowaga dźwigni, zsuwanie się ciał po równi, proporcje) potwierdziły wyniki Piageta. Do opracowywania testów wykorzystano statystykę. Tego typu badania gubią jednak część informacji o rozumowaniu uczniów. Testy informują bowiem o końcowym wyniku rozumowania badanych. Karplus poszedł dalej w uproszczeniu opisu rozwoju myślenia formalnego. Zaproponował on opis rozwoju rozumowania logicznego poprzez śledzenie rozwoju tak zwanych wzorców rozumowania (*reasoning patterns*). W tych wzorcach rozróżnia się dwa etapy rozwojowe: rozumowanie na poziomie konkretnym i rozumowanie na poziomie formalnym. Poprzez badanie rozwiązań testów typu *papier i ołówek* nauczyciel może ocenić poziom rozumowania ucznia dla poszczególnych wzorców. Karplus wyodrębnił następujące wzorce opisane poniżej.

Klasyfikowanie. Na poziomie rozumowania konkretnego: podział zbioru na podzbiory lub wydzielenie ze zbioru podzbiorów, według obserwowalnej cechy (np. w zbiorze dzieci wyodrębnienie dziewczynek). Na poziomie myślenia formalnego: znalezienie w zbiorze struktury, na ogół hierarchicznej, kierując się kluczem (np. zrozumienie struktury administracyjnej państwa).

Zachowanie wielkości fizycznych. Na poziomie konkretnym: zauważenie, że przedmioty zachowują pewną cechę (np. ilość, objętość, ciężar), pomimo że są inaczej ułożone lub zdeformowane (woda przelana do innego naczynia zachowuje masę i objętość). Na poziomie formalnym: uświadomienie sobie, że wielkości fizyczne w pewnych warunkach są zachowywane (np. masa, energia, ładunek, kręt).

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

Oddziaływanie, zauważenie relacji przyczynowej. Poziom konkretny: dostrzeżenie, że ciała mogą oddziaływać (np. magnes przyciąga gwoździ, ciągnięta sprężyna wydłuża się).

Rozumowanie korelacyjne. Poziom formalny: rozpoznanie relacji pomiędzy zmiennymi (obserwabłami) pomimo maskujących je fluktuacji i innych efektów (np. prowadzenie auta po

⁹³ Por.: Cz. Kupisiewicz, *O efektywności nauczania problemowego*, PWN, Warszawa 1965.

pijanemu jest związane z większą liczbą wypadków, pomimo że trzeźwi kierowcy też powodują wypadki, w fizyce, np. umiejętność zaniedbywania tarcia).

Logiczne rozumowanie. Rozumienie implikacji. Rozróżnianie pomiędzy warunkiem koniecznym i dostatecznym. Na poziomie konkretnym: w konkretnych, znanych z poprzedniego doświadczenia sytuacjach. „Jeśli pogoda będzie dobra, to pójdziemy na plażę”, oznacza oczekiwanie pójścia na plażę w wypadku dobrej pogody. Na poziomie formalnym: wyciąganie prawidłowych wniosków, na podstawie reguł wnioskowania, bez znajomości konkretnej sytuacji.

Rozróżnianie warunku koniecznego od wystarczającego. W rozumowaniu formalnym u uczniów będących na różnych etapach rozwoju występują następujące różnice: uczeń rozumujący na poziomie konkretnym: potrzebuje odniesienia do działania, przedmiotów i sytuacji znanych, wymaga prowadzenia krok po kroku bez pośpiechu, nie jest świadomy własnego rozumowania, bywa niespójny, przeczy sobie, uczeń rozumujący na poziomie formalnym: uczeń nie potrzebuje odniesienia do konkretnego, rozumuje używając pojęć abstrakcyjnych, twierdzeń, stosuje logikę i używa symboli opisu idei, sam może zaplanować dłuższą procedurę wymagającą wielu kroków, jest świadom swego rozumowania, jest krytyczny.

Cykl nauczania według Karplusa. Cykl ten opisany jest w książce Fullera⁹⁴ i składa się z pięciu zachodzących na siebie cykli:

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

Test na rozumowanie naukowe Lawsons. Testem na rozumowanie naukowe najbliższym prac Karplusa i Piageta jest praca Antona Lawsons z Uniwersytetu Stanowego w Arizonie, który wcześniej współpracował z Karplusem w Berkeley. Lawson opublikował ją w 1978 roku. Od tego czasu można znaleźć wiele publikacji Lawsons na temat rozumowania⁹⁵. Test na rozumowanie naukowe Lawsons ocenia zdolności uczniów w sześciu wymiarach (poziomach):

- zachowanie niezmienników (materii i objętości),

⁹⁴ C. Fuller, S. Dykstra Jr., *College Teaching and Development of Reasoning*, Information Age Publishing, Charlotte, North Carolina, 2009.

⁹⁵ Tamże.

- rozumowanie proporcjonalne,
- kontrolę zmiennych,
- rozumowanie probabilistyczne,
- rozumowanie korelacyjne,
- rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne.

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

Związki przyczynowo-skutkowe. O związkach przyczynowo-skutkowych na lekcjach fizyki często wskazywał dr Zenon Gubański, który uważał, że: „Człowiek może kształtować świat tylko w zgodzie z prawami przyrody. Może się realizować twórczo nie tylko słowem, pismem, sztuką, ale także produktywną pracą. Ale uczniów trzeba tak kształcić, żeby dobrze pojęli rolę przyczynowości w przyrodzie. Żeby umieli przewidywać i technicznie wykorzystywać zjawiska przyczynowo-skutkowe”. W wielu doświadczeniach i tekstach umieszczanych w podręcznikach uczniowie nie dostrzegają związków przyczynowo-skutkowych. W eksperymencie nie zauważają, który parametr zmieniamy i co jest efektem tych zmian. Podstawowym celem prowadzenia eksperymentów i obserwacji w fizyce jest znalezienie związków przyczynowo-skutkowych. Chcemy, by uczniowie odkryli, że zwiększając napięcie zasilania żarówki, zmieniają wiele jej parametrów, w tym m.in. zwiększają temperaturę włókna. Włókno w wyższej temperaturze jest źródłem światła o większym natężeniu. W skrajnej sytuacji wysoka temperatura włókna prowadzi do częściowego jego stopienia – „żarówka przepala się”. Zapisując związek przyczynowo-skutkowy badany w powyższym eksperymencie za pomocą zmiennych zauważyć można, że to, co zmieniono, to napięcie żarówki (zmienna niezależna); to, co ulega zmianie na skutek działania, to nie tylko temperatura włókna, ale również opór elektryczny, moc żarówki, natężenie prądu płynącego przez żarówkę (są to zmienne zależne, zależne od napięcia zasilania).

Wpływ metod nauczania i uczenia się na umiejętność rozumowania⁹⁶. Chociaż rozumowanie naukowe nie jest wyraźnie nauczane w szkołach, to jednak czynione są badania, jak różne metody nauczania i uczenia się wpływają na rozumowanie naukowe uczniów. Relacje pomiędzy metodami instruktażowymi i rozwojem rozumowania naukowego zostały szeroko

⁹⁶ A. Adey, M. Shayer, *Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students*, Journal of Research in Science Teaching, 27(1990), s. 267–285; A.E. Lawson, *Science Teaching and the Development of Thinking*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1995, s. 19. R. Benford, A.E. Lawson, *Relationships between Effective Inquiry Use and the Development of Scientific Reasoning Skills in College Biology Labs*, MS Thesis, Arizona State University. ERIC Accession Number: ED456157, 2001; E.A. Marek, A.M.L. Cavallo, *The Learning Cycle and Elementary School Science*, Portsmouth, NH: Heinemann, 1997, s. 19; B.L. Gerber, A.M. Cavallo, E.A. Marek, *Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability*, „International Journal of Science Education” 2001, nr 23(5), s. 535–549.

zbadane⁹⁷. Udokumentowano, że nauczanie przedmiotów ścisłych oparte na nauczaniu problemowym, propaguje zdolności rozumowania naukowego. Badania wykazały, że uczniowie mają większe zdolności rozumowania naukowego w klasach pracujących metodami problemowymi, z zadawaniem pytań i dociekaniem, niż w klasach pracujących tradycyjnie.

Nauczanie problemowe stosowane w rozwijaniu rozumowania naukowego. Co zrobić, aby pomóc uczniom rozwijać rozumowanie naukowe? Jak wykazały badania prowadzone w Stanach Zjednoczonych i Chinach pod kierunkiem Lei Bao, wśród studentów I roku fizyki obecny styl kształcenia nauk ścisłych, bogaty w treści nauczania, ma niewielki wpływ na rozwijanie rozumowania naukowego uczniów, nawet jeśli przeprowadzany jest z dużą wnikliwością. Okazało się, że różnice w rozumowaniu naukowym amerykańskich i chińskich studentów są niewielkie, chociaż lepszą wiedzę z fizyki wykazują się uczniowie chińscy. „Uczniowie w Chinach i Stanach Zjednoczonych realizują bardzo różne programy nauczania przedmiotów ścisłych i matematyki od przedszkola poprzez dwanaście następnych lat szkoły (K-12). To stanowi kontrolowane i długoterminowe zmiany w nauczaniu nauk ścisłych, które zwykliśmy badać bez względu na to, czy miały one wpływ na rozwój zdolności rozumowania naukowego, czy nie. Rozumowanie naukowe nie jest wyraźnie nauczane w szkołach w żadnym z tych krajów. W Chinach edukacja K-12 jest zdominowana przez egzamin wstępny do college’u odbywający się w całym kraju na zakończenie nauki. Stosując się do wymagań tego egzaminu, wszystkie chińskie szkoły przestrzegają krajowych standardów na wszystkich zajęciach edukacyjnych. Na przykład na lekcjach fizyki każdy uczeń realizuje te same treści kształcenia z zakresu fizyki, które zaczynają się w klasie ósmej i kontynuowane są w każdym semestrze do klasy dwunastej, zapewniając tym samym pięcioletnie ciągłe kształcenie w zagadnieniach wprowadzających w dziedzinę fizyki. Zajęcia te są oparte na algebrze z naciskiem na rozwój pojęciowego zrozumienia i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania problemów. W odróżnieniu do Chin, nauczanie fizyki w Stanach Zjednoczonych jest bardziej zróżnicowane. Chociaż uczniowie poznają tematy związane z fizyką na innych lekcjach z przedmiotów ścisłych, to tylko jeden na trzech uczniów szkoły średniej, zapisuje się na dwusemestralne zajęcia z fizyki. W rezultacie czas poświęcony na instruktaż i nacisk na zrozumienie pojęć z fizyki i zdolności rozwiązywania problemów jest bardzo różny w obu krajach.

Chińscy uczniowie realizując wnikliwe instrukcje, jak rozwiązać problem we wszystkich przedmiotach nauk ścisłych przez dwanaście lat ich edukacji, są zdolni do rozwiązywania problemów opartych na treści. Pozostaje niejasne, czy to kształcenie może przekroczyć granice

⁹⁷ C. Zimmerman, *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, „Developmental Review” 2007, nr 27, s. 172–223.

określonych treści i rodzajów nauczanych problemów⁹⁸. Podsumowując obecny styl nauczania w Polsce, należy stwierdzić, że polskiej edukacji nie zależy na rozwijaniu rozumowania naukowego uczniów, a tylko na rozwijaniu rozumowania odtwórczego, które opisał Kaswery Stojda ekspert Akademii Uczniowskiej: „Przyjęty u nas w Polsce styl uczenia (proste schematy, encyklopedyczna wiedza), ten sam co w Chinach może prowadzić do doskonałych wyników z egzaminów przedmiotowych przy jednoczesnym przeciętnym wyniku z „rozumienia”. Tak naprawdę, to Chińczycy gorzej rozumują od Amerykanów, bo do uzyskania punktów w teście Lawsona potrzebne jest połączenie zdolności do „rozumowania naukowego” i pewnej konkretnej wiedzy. Jeśli więc mają dużo większą „wiedzę konkretną”, to by uzyskać łączny wynik taki sam, muszą mieć gorszą „zdolność rozumowania”.

3. Metody kształtowania rozumowania naukowego – PBL, IBSE

PBL – Problem Based Learning⁹⁹. Nauczanie i uczenie się problemowe (PBL) rozwijane jest od lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Formalnie, jako kształcenie zawodowe, po raz pierwszy zostało zdefiniowane przez Howarda Barrowsa na Uniwersytecie Medycznym McMaster w Kanadzie. Niedługo wprowadzono je na Uniwersytecie Limburga w Maastricht w Holandii, Uniwersytecie Newcastle w Australii i Uniwersytecie Nowy Meksyk w Stanach Zjednoczonych. Ideą rozwoju tego podejścia było zauważenie, że w natłoku informacji studenci medycyny nie mogą polegać tylko na własnej pamięci. Dla przyszłych lekarzy ważniejsze okazuje się krytyczne myślenie i rozwiązywanie problemów niezbędne do analizy istoty problemu oraz umiejętności badawcze potrzebne do zebrania najważniejszych informacji, aby rozwiązać problem.

PBL to podejście do uczenia się, w którym problemy służą jako kontekst i bodziec dla uczniów, aby rozwijać umiejętności metapoznawcze. Problemy PBL, to problemy praktyczne i teoretyczne, oparte na rzeczywistych sytuacjach, często mające więcej niż jedną prawidłową odpowiedź lub więcej niż jeden właściwy sposób rozwiązania. W klasie PBL uczniowie najpierw omawiają i dyskutują dany problem przed otrzymaniem wszystkich istotnych informacji niezbędnych do jego rozwiązania. Uczniowie pracują w zespołach, aby określić naturę problemu, w celu określenia, jakie dodatkowe środki muszą posiadać. Uczniowie muszą zwykle zastosować wiedzę, którą zdobyli poprzez badania, nie tylko w celu rozwiązania danego problemu, ale także komunikować wyniki swoich ustaleń. PBL rozwija szczególnie:

⁹⁸ B. Lei, T. Cai, K. Koenig, K. Fang, J. Han, J. Wang, Q. Liu, L. Ding, L. Cui, Y. Luo, Y. Wang, L. Li, N. Wu, *Learning and Scientific Reasoning*, „Science”, vol. 323 30, January 2009, Published by AAAS.

⁹⁹ N. Davidson, C.H., *Boundary crossings: Cooperative learning, collaborative learning, and problem-based learning*, Journal on Excellence in College Teaching, 2014 25(3&4), s. 7–55.

- krytyczne myślenie oraz daje możliwość analizowania i rozwiązywania złożonych, rzeczywistych problemów,
- poszukiwanie, ocenę i korzystanie z odpowiednich zasobów edukacyjnych,
- współpracę w zespołach i małych grupach,
- wszechstronne i skuteczne umiejętności komunikacyjne, zarówno werbalne i pisemne,
- umiejętność uczenia się przez całe życie.

Podstawowe cechy i elementy Problem Based Learning według Barrowsa¹⁰⁰:

- problemy w świecie rzeczywistym są katalizatorem do uczenia się uczniów,
- problemy są interdyscyplinarne, ponieważ konkretny problem występujący w świecie rzeczywistym niekoniecznie obejmuje dyscypliny,
- problemy są autentyczne, można je znaleźć w realnym świecie oraz można docenić ich znaczenie i wartość,
- problemy motywują, jednym z celów problem-based learning jest stworzenie sytuacji, w której uczniowie są zmotywowani do uczenia się,
- uczniowie są odpowiedzialni za własny proces uczenia się i wzajemnego uczenia ich rówieśników,
- uczniowie samodzielnie określają kierunek w procesie rozwiązywania problemów, zamiast określania go przez nauczyciela,
- uczniowie oprócz rozwijania wiedzy, uczą się rozwiązywania problemów, krytycznego myślenia i umiejętności pracy w zespole.

Nauczanie problemowe w projektach. W polskiej klasyfikacji metod kształcenia opartej na koncepcji wielostronnego nauczania-uczenia się Wincentego Okonia „uczenie się przez odkrywanie” funkcjonuje, jako synonim grupy metod samodzielnego dochodzenia do wiedzy¹⁰¹. Należą do nich, m.in. klasyczna metoda problemowa, metoda przypadków, metoda sytuacyjna, gry dydaktyczne. Oprócz uczenia się przez odkrywanie W. Okoń wyróżnia także metody waloryzacyjne (uczenie się przez przeżywanie), metody praktyczne (uczenie się przez działanie) oraz metody asymilacji wiedzy (uczenie się przez przyswajanie – wykład, pogadanka, dyskusja). Zajęcia z pytaniem problemowym – nauczanie problemowe – zwięźle sformułował ponad 100 lat temu Dewey, który podkreślał przewagę doświadczenia nad wiedzą teoretyczną i znaczenie szkoły jako miejsca wymiany tych doświadczeń, omówienia ich i czerpania wiedzy z tego wynikającej. Nauczyciel powinien być osobą poszerzającą te doświadczenia, ale i zarazem opierać się na

¹⁰⁰ H. S. Barrows, *A taxonomy of problem-based learning methods*, Medical Education, 20/1986, s. 481–486.

¹⁰¹ W. Okoń, *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 1996.

wiedzy już zdobytej. Ma on za zadanie mobilizować ucznia do aktywnego udziału w następujących wydarzeniach, a zarazem uczyć wyciągania wniosków z przeżytych sytuacji. Dewey wyodrębnił następujące etapy myślenia prowadzące do rozwiązania problemu:

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

Czym jest problem według Kupisiewicza?¹⁰² Problem to trudność o charakterze teoretycznym lub praktycznym, który wywołuje badawczą postawą podmiotu i prowadzi do wzbogacenia posiadanej przez niego wiedzy. Do rozwiązania problemu niezbędny jest również pewien wyjściowy zasób wiadomości i umiejętność, których brak mógłby uczynić problem albo w ogóle niezrozumiałym dla ucznia, albo zbyt trudnym. Tylko dzięki zaktywizowaniu wiedzy już posiadanej uczeń może zrozumieć problem, określić oraz wyszukać potrzebne do jego rozwiązania dane, wskazać wchodzące w grę związki i zależności, a następnie uporać się z nim. Punkt wyjścia tak rozumianego problemu stanowi sytuacja problemowa, tzn. sytuacja, która wprawia podmiot w stan zakłopotania, wywołuje uczucie trudności połączone z ciekawością oraz budzi proces zaspokojenia go. Analiza tej sytuacji prowadzi do sformułowania problemu, a więc do słownego określenia napotkanej trudności. Z kolei następuje etap wysuwania i uzasadniania różnorodnych hipotez zmierzających do rozwiązania sprecyzowanego uprzednio problemu, przy czym weryfikacji tych hipotez służą odpowiednie zadania. Dopiero rezultaty tych zadań – zwłaszcza rezultaty powtarzalne – decydują ostatecznie o tym, które spośród wysuniętych hipotez przyjmuje się za słuszne.

Wymienione ogniwa rozwiązywania problemów tworzą więc następujący szereg: ***sytuacja problemowa – jej analiza – sformułowanie problemu – wysuwanie, uzasadnianie i wybór hipotez zmierzających do rozwiązania problemu – weryfikacja hipotez w drodze rozwiązywania wynikających z nich zadań – ostateczne sprawdzenie i ocena uzyskanych rezultatów.*** W przypadku odrzucenia wysuniętych założeń następuje powrót do poprzedniego ogniwa szeregu, tzn. do ponownego formułowania hipotez. Tak przebiegający proces rozwiązywania problemów wywiera – jak sądzę – decydujący wpływ na kształtowanie się postawy badawczej podmiotu,

¹⁰² Por.: Cz. Kupisiewicz, *O efektywności nauczania problemowego*, PWN, Warszawa 1965.

postawy stanowiącej niezbędny warunek efektywności pracy szkoły w zakresie uzyskiwanych wyników nauczania oraz rozwijania samodzielności intelektualnej uczniów.

Problemowa metoda laboratoryjna¹⁰³. Najbardziej interesującą metodą problemową opisaną w polskiej literaturze jest problemowa metoda laboratoryjna. Polega ona – mówiąc najogólniej – na wdrażaniu dzieci i młodzieży do dostrzegania, formułowania i rozwiązywania określonych problemów teoretycznych i praktycznych podczas zajęć lekcyjnych i poza-lekcyjnych. W toku tej pracy uczniowie, wykorzystując wiedzę zdobytą uprzednio, przyswajają sobie nowe wiadomości i umiejętności przede wszystkim dzięki samodzielnej aktywności poznawczej. W tak organizowanym nauczaniu problem jest niejako „środkiem ciężkości” pracy nauczyciela i uczniów. Rozwiązywanie problemów skłania uczniów do samodzielnej pracy, której zaletą jest to, że: starają się dobrze zrozumieć treść problemu, który mają rozwiązać; potrafią sformułować problem ogólny i wchodzące w jego skład problemy szczegółowe; poszukują pomysłów rozwiązania oraz wskazują metody i środki prowadzące przypuszczalnie do tego celu. Problemowa metoda laboratoryjna wymaga ponadto wyraźnego odróżnienia rzeczywistych problemów dydaktycznych od zwykłych pytań, udzielenie bowiem odpowiedzi na tego rodzaju pytania nie wyzwala aktywności intelektualnej i samodzielności myślenia uczniów w takim stopniu, jak w przypadku rozwiązywania problemów. Otóż problem – w porównaniu ze „zwykłym pytaniem” – charakteryzują następujące cechy:

- implikuje poszukiwanie pomysłów rozwiązania, wymaga od ucznia postawy badawczej, a więc zebrania i oceny danych podstawowych i pomocniczych, sformułowania alternatywnych hipotez dotyczących rozwiązania, umotywowanego wyboru hipotezy w przypadku istnienia hipotez sprzecznych, sprawdzenia słuszności przyjętej hipotezy;
- aktywizuje głównie myślenie twórcze, które prowadzi do wzrostu liczby poznanych rzeczy i zjawisk, ich właściwości i stosunków, aczkolwiek wymaga również myślenia reproduktywnego, tzn. aktywizowania wiedzy już zdobytej;
- ma bardziej złożoną strukturę niż zwykłe pytanie, tzn. posiada jak gdyby „więcej pustych miejsc, które trzeba zapełnić, jakieś niewiadome, zamiast których trzeba podstawić ich znaczenia”;
- jest trudniejszy – w skali odczuć charakterystycznej dla danego ucznia;
- prowadzi do opanowania przez uczący się podmiot nie tyle wiedzy biernej, tzn. przydatnej jedynie przy udzielaniu odpowiedzi na zadawane z zewnątrz pytania, co raczej do przyswojenia sobie wiedzy czynnej, będącej nieodzownym warunkiem wykonywania czynności nowych, dotychczas nie spotykanych. Punktem wyjścia pracy uczniów nad określonym problemem jest odczucie trudności, połączone na ogół ze stanem zakłopotania, z ciekawością, z dążeniem do jej

¹⁰³ Por.: Cz. Kupisiewicz, *Dydaktyka ogólna*, Oficyna Wydawnicza GRAF PUNKT, Warszawa 2000.

zaspokojenia. Analiza tej trudności prowadzi do jej słownego określenia, tzn. do sformułowania problemu. Z kolei następuje etap wysuwania, uzasadniania i wstępnego sprawdzania hipotez dotyczących rozwiązania sprecyzowanego problemu. Dopiero wyniki tych zadań, zwłaszcza wyniki powtarzalne, decydują ostatecznie o tym, które spośród wysuniętych hipotez przyjmuje się za słuszne, a które odrzuca się jako nieistotne lub wręcz fałszywe. Problemowa metoda laboratoryjna, ułatwiając dzieciom i młodzieży bezpośrednie i zarazem skuteczne poznawanie rzeczywistości, nie może oczywiście zastępować pozostałych metod pracy dydaktycznej. Stanowi ona natomiast bardzo ważny element tej pracy wówczas, gdy można ją zastosować w sposób naturalny i właściwy z punktu widzenia zarówno możliwości uczniów, jak i celów pracy dydaktyczno-wychowawczej¹⁰⁴.

„Wyraźnie widać, że niezbędna jest przebudowa procesów dydaktycznych z systemu podającego na system poszukujący, aktywny i rozwijający samodzielność. W naszych warunkach oznacza to powrót do dydaktyki Nawroczyńskiego i Sośnickiego, a odwrót od systemu Kairowa, który był propagowany w pracach W. Okonia i W. Kupisiewicza”¹⁰⁵.

„Model szkoły, opierający się głównie na przyswajaniu wiedzy, przestaje spełniać potrzeby współczesnego społeczeństwa. Pomimo tego, że jest ona niezbędna w wykształceniu jednostki, staje się niewystarczająca do tego, by człowiek mógł przystosować się do nowych warunków w zmieniającym się świecie. W tej sytuacji niezwykle ważne staje się kształcenie umiejętności intelektualnych wyższego rzędu, na które składają się myślenie twórcze i krytyczne”¹⁰⁶.

Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy badawcze ucznia¹⁰⁷. Inquiry Based Science Education można przetłumaczyć jako nauczanie przedmiotów przyrodniczych przez dociekanie naukowe lub przez odkrywanie. W odróżnieniu od podawczego sposobu przekazywania wiedzy naukowej, faktów, definicji i pojęć IBSE opiera się o kształtowanie postaw i kompetencji badawczych oraz wspieranie samodzielności uczniów. Według definicji IBSE¹⁰⁸

¹⁰⁴ Tamże.

¹⁰⁵ J. Półturzycki, *Wskazania dla dydaktyki w raporcie Komisji Delorse’a: Learning: the treasure within – Uczenie się – nasz ukryty skarb*, [w:] *Tendencje w dydaktyce współczesnej*, K. Denek, F. Bereźnicki (red.), Wyd. A. Marszałek, Toruń 1998.

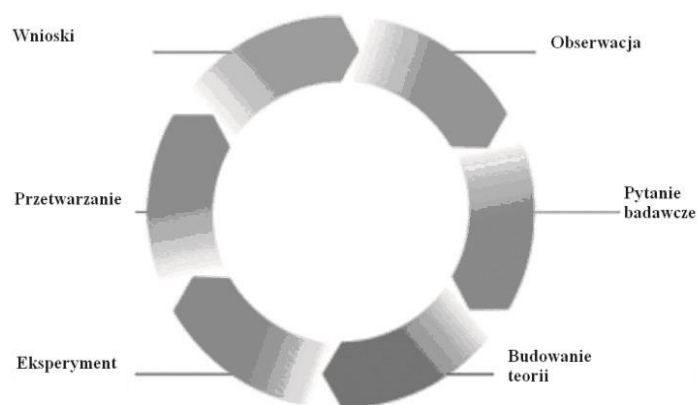
¹⁰⁶ E. Piotrowski, *Myślenie twórcze i krytyczne w edukacji*, [w:] *Tendencje w dydaktyce współczesnej*, K. Denek, F. Bereźnicki (red.), Wyd. A. Marszałek, Toruń 1998.

¹⁰⁷ P. Bernard, A. Białas, P. Broś, T. Ellermeijer, E. Kędzierska, M. Krzeczowska, I. Maciejowska, E. Odrowąż, E. Szostak, *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy badawcze ucznia, Podstawy metodologii IBSE*, Konsorcjum ESTABLISH, Steering Committee: S. Brady, H. Čtrnáctová, L. Dvořák, M. Ekborg, T. Ellermeijer, C. Fazio, O. Finlayson, M. Francica, A. Gethings, E. Kedzierska, M. Kireš, I. Maciejowska, E. McLoughlin, J. Michaelis, Ch. Ottander, I. Parchmann, M. Rannikmäe, Valanides; Establish, *Rozpowszechnianie i zastosowanie na szeroką skalę w Europie, w przypadku uczniów szkół średnich (w wieku 12–18 lat), kształcenia przez odkrywanie poprzez tworzenie rzeczywistego środowiska nauczania, przy zaangażowaniu wszystkich zainteresowanych stron w inicjowaniu i wdrażaniu zmian w szkołach*, projekt finansowany przez Unię Europejską w ramach 7. Programu Ramowego; http://www.zmnch.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=7.

¹⁰⁸ M.C. Linn, E.A. Davis, P. Bell, *Internet Environments for Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, New York 2004.

„Dociekanie naukowe to intencjonalny proces polegający na diagnozowaniu problemów, dokonywaniu krytycznej analizy eksperymentów i znajdowaniu alternatywnych rozwiązań, planowaniu badań, sprawdzaniu hipotez, poszukiwaniu informacji, konstruowaniu modeli, dyskusji z kolegami oraz formułowaniu spójnych argumentów”. W wielu badaniach i projektach edukacyjnych¹⁰⁹, prowadzonych przez kilka ostatnich dekad na całym świecie, wykazano, iż podejście *inquiry-based* (odkrywania przez rozumowanie), jeśli zostanie odpowiednio wdrożone, jest niezwykle efektywnym środkiem, prowadzącym do głębszego zrozumienia pojęć naukowych. W najbardziej powszechnie akceptowanym znaczeniu *inquiry* jest aktem budowania i testowania wiedzy, zarówno przez naukowców – w ich pracy badawczej, jak i przez uczniów – w ich edukacji szkolnej. Taki proces wymaga aktywnego zaangażowania ucznia, którego nauka powinna być nieustająco inicjowana poprzez stawianie pytań, a nie dawanie gotowych odpowiedzi oraz poprzez wychodzenie poza zasób wiedzy już ogólnie poznanej. Podstawy metodologii *inquiry-based* wspierane są wynikami licznych badań prowadzonych nad procesem poznawczym¹¹⁰. Wprowadzanie sprzyjających warunków promujących dialog w środowisku klasowym stymuluje rozwój zachowań społecznych i wpływa pozytywnie na proces rozumowania. Stwarzanie uczniom możliwości przedstawienia swoimi słowami opinii, hipotez i wniosków wzmacnia ich pewność siebie.

Metoda dociekania naukowego odnosi się do sposobu, w jaki naukowcy przeprowadzają swoje badania i przedstawia ten proces jako „cykl przeprowadzenia dowodu”, który może przybrać różne wyidealizowane formy.



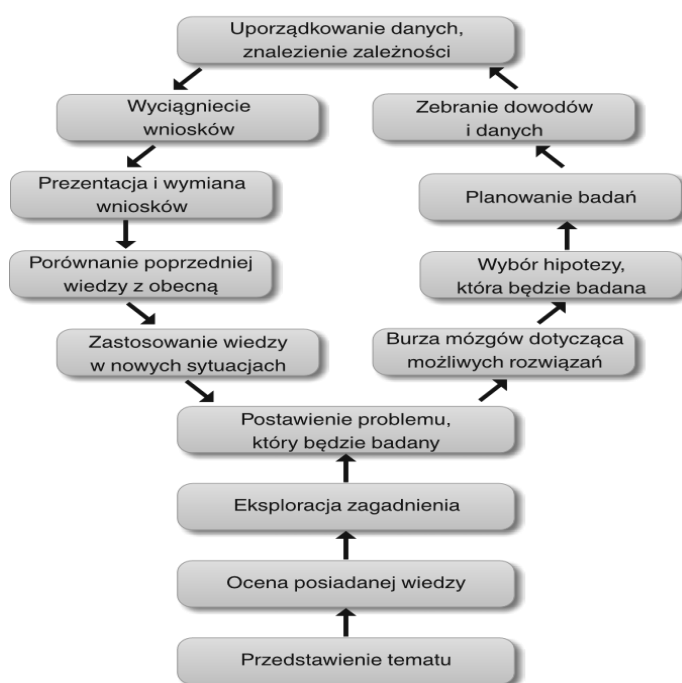
Schemat 2. Sześciostopniowy cykl badania i modelowania opartego na dociekanii naukowym¹¹¹

¹⁰⁹ W. Harlen, „Inquiry in Science Education” 2012, broszura wydana w ramach Projektu Fibonacciego, dostępna w jęz. angielskim na stronie internetowej www.fibonacci-project.eu w zakładce Resources.

¹¹⁰ D. Minner, A.J. Levy, J. Century, *Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002*, „Journal of Research in Science Teaching” 2010, vol. 47, nr 4, s. 474–496.

¹¹¹ *Guide for developing Establish Teaching and Learning Units*, project ESTABLISH, “Amstel Institute”, 2010.

Naukowiec prowadzący badania próbuje znaleźć odpowiedzi na postawione pytania. Proces dydaktyczny oparty o IBSE powinien stwarzać sytuacje problemowe, w których uczeń definiuje pytanie badawcze i w oparciu o dociekanie naukowe stara się znaleźć odpowiedzi. Otrzymane wyniki powinny stanowić punkt wyjścia do formułowania bardziej ogólnych praw i definicji. Pojedynczy cykl poznawczy (zob. schemat 2.) w metodologii odkrywania przez rozumowanie powinien rozpocząć się od obserwacji zjawiska lub postawienia jakiegoś zagadnienia dotyczącego natury/istoty zachowania lub specyficznej formy obiektu zainteresowania. Wstępne badanie zagadnienia ujawnia cechy i przywołuje odpowiednie skojarzenia pochodzące z całego spektrum poprzednich doświadczeń, indywidualnych dla ucznia lub grupy. Poprzez dyskusję zostaje wybrane jedno pytanie badawcze lub hipoteza związana z obserwowanym zjawiskiem lub postawionym zagadnieniem. Sprawdzenie hipotezy polega na poszukiwaniu dowodów na prawdziwość wysuniętych przypuszczeń lub dowodów je obalających. W celu przetestowania przypuszczeń należy zaplanować badanie, a następnie dostarczyć danych doświadczalnych dotyczących zjawiska lub postawionego problemu. Po przeanalizowaniu danych, na drodze ich interpretacji, wysuwa się wnioski, które następnie należy porównać z wysuniętymi wcześniej przewidywaniami. Zwykle niezbędne jest wykorzystanie kilku elementów badawczych (przypuszczeń) i przeprowadzenie kilku badań. Potwierdzenie lub obalenie hipotezy może prowadzić do wysunięcia nowego pytania badawczego i cały cykl powtarza się na nowo.



Schemat 3. Cykl dociekania (uproszczona wersja na podstawie Llewellyn)¹¹²

¹¹² Tamże.

Kształcenie prowadzone metodami dociekania naukowego wymaga i rozwija szereg umiejętności wymienionych poniżej.

1. Identyfikacja pytań do badań naukowych.

- Zidentyfikowanie pytań, które nadają się do badania naukowego.
- Poprawa/uściślenie źle sformułowanych pytań.
- Formułowanie hipotez.

2. Planowanie badania naukowego.

- Zaplanowanie badania w celu weryfikacji hipotezy.
- Wyznaczanie zmiennych niezależnych, zależnych oraz zmiennych, które muszą być kontrolowane.

- Operacyjne definiowanie zmiennych na podstawie obserwowalnych właściwości.
- Znalezienie ewentualnych błędów w planie badań.
- Zastosowanie procedur bezpieczeństwa.
- Przeprowadzanie wielokrotnych prób.

3. Stosowanie narzędzi i technik w celu zebrania danych.

- Zbieranie danych za pomocą odpowiednich technik i narzędzi.
- Dokonywanie pomiarów za pomocą standardowych jednostek miary.
- Porównywanie, grupowanie i/lub uporządkowywanie obiektów ze względu na ich właściwości.

- Tworzenie i/lub stosowanie systemów klasyfikacji.
- Konsekwencja i precyzja w zbieraniu danych.
- Opisywanie obiektu w odniesieniu do innych obiektów.

4. Analiza i opis danych.

- Odróżnianie objaśnienia od opisu.
- Tworzenie i stosowanie form graficznej prezentacji danych.
- Identyfikacja związków i zależności pomiędzy zmiennymi.
- Stosowanie umiejętności matematycznych w analizie a/lub interpretacji danych.

5. Objaśnianie wyników i wyciąganie wniosków.

- Odróżnianie obserwacji od wnioskowania.
- Proponowanie objaśnień opartych na obserwacji.
- Stosowanie dowodów w celu wyciągnięcia wniosków i/lub przewidywania trendów.
- Formułowanie logicznych objaśnień na temat związków przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy danymi z eksperymentu.

6. Uznawanie alternatywnych wyjaśnień lub hipotez.

- Rozważanie alternatywnych objaśnień.

- Rozpoznawanie błędnego rozumowania, niepopartego danymi.

7. Prezentowanie procedur i wyjaśnień naukowych.

- Prezentowanie metod i procedur dotyczących eksperymentów i/lub badań.
- Stosowanie dowodów i obserwacji do wyjaśnienia i prezentacji wyników.
- Prezentowanie uzyskanej z badań wiedzy w formie ustnej oraz w formie pisemnych raportów zawierających odpowiednio umiejscowione rysunki, diagramy i wykresy.

Jako podsumowanie można przytoczyć dziewięć kluczowych aspektów metodologii odkrywania przez rozumowanie, zaadoptowanych w Projekcie Fibonacciego¹¹³, zarówno dla nauczania przedmiotów przyrodniczych, jak i matematyki, stanowiących podstawę wszystkich materiałów dla nauczycieli dostępnych na stronie internetowej tegoż projektu. Są to:

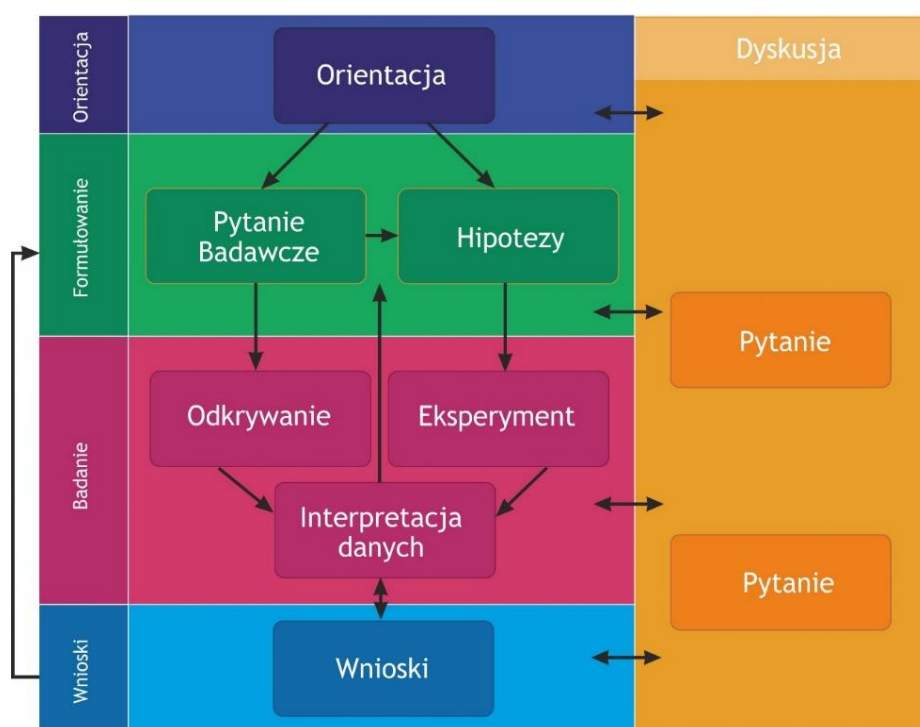
- Rozwijanie kultury opartej na stawianiu problemów/zagadnień/pytań.
- Praca w duchu naukowym (wykorzystanie cyklu pracy naukowców w stawianiu i badaniu zagadnień w toku uczenia się).
- Uczenie się na błędach.
- Zdobywanie i utrwalenie wiedzy podstawowej (podstawowych wiadomości), przy jednoczesnym samodzielnym ustanowieniu przez uczniów powiązań myślowo-poznawczych pomiędzy elementami wiedzy nabytej z różnych źródeł.
- Kumulacyjny proces uczenia się.
- Doświadczenie granic możliwości dyscyplin naukowych oraz podejść interdyscyplinarnych.
- Zachęcanie w jednakowym stopniu dziewcząt i chłopców do udziału w edukacji w zakresie wszystkich dyscyplin przyrodniczych i ścisłych.
- Promowanie współdziałania i współpracy uczniów.
- Autonomiczne uczenie się; dostrzeganie potrzeb zarówno uczniów z trudnościami, jak i uczniów utalentowanych; dywersyfikacja nauczania.

Problemowe uczenie się. W oparciu o istniejące studia i badania konsorcjum Go-Lab¹¹⁴ zdefiniowało cykl problemowego uczenia się, aby określić kolejne kroki procesu uczenia się poprzez stawianie problemów. Ten cykl składa się z pięciu głównych etapów: orientacji, formułowania, badania, wniosków i dyskusji. W pierwszych dwóch etapach tego cyklu (orientacji i formułowania) uczniowie otrzymują możliwość gromadzenia informacji na temat pytań badawczych, formułowania pytań oraz hipotez, które chcą sprawdzić. Rzeczywista interakcja

¹¹³ Fibonacci, *Rozpowszechnianie na szeroką skalę edukacji nauk przyrodniczych i matematyki, opartej na metodzie zadawania pytań (IBSME)*, projekt finansowany przez Unię Europejską w ramach 7. Programu Ramowego; <http://www.fibonacci-project.eu/>.

¹¹⁴ <http://www.go-lab-project.eu/>.

z doświadczeniami ma miejsce w etapie trzecim – badaniu (które obejmuje odkrywanie, eksperymentowanie i działania związane z interpretacją danych). Tutaj uczniowie zbierają konkretne dane i sprawdzają czy hipoteza jest poprawna czy nie, przeprowadzając indywidualne lub grupowe doświadczenia. Uczniowie mogą również zgromadzić wyniki eksperymentu i przeprowadzić sterowaną interpretację zebranych danych. Podczas ostatnich dwóch etapów procesu problemowego uczenia się (wniosek i dyskusja) uczniowie uczą się, jak pisać objaśnienia naukowe, łącząc swoje hipotezy z dowodami zebranymi podczas etapu badania. Ponadto uczniowie zastanawiają się nad swoimi procesami uczenia się i wynikami, porównując i omawiając je z innymi uczniami. Nauczyciele mogą oceniać wyniki uczenia się swoich uczniów i określać kolejne kroki na następne zajęcia.



Schemat 4. Uczenie się problemowe według konsorcjum Go-Lab

Twórcze rozwiązanie problemu (skierowane na postawienie i uzasadnienie hipotezy) – propozycja według pomysłu autora dysertacji:

1. Problem.
2. Rozwiązywanie problemu – badanie:
 - dowodzenie (zakodowane wnioskowanie dedukcyjne, indukcyjne, abdukcyjne),
 - sprawdzanie (zakodowane wnioskowanie dedukcyjne, indukcyjne, abdukcyjne),
 - wyjaśnianie (zakodowane wnioskowanie dedukcyjne, indukcyjne, abdukcyjne).
3. Rozwiązanie problemu.

4. Lekcyjne zadanie projektowe jako metoda kształcenia przyrodniczego

Zajęcia z lekcyjnym zadaniem projektowym (LZP) nawiązują do nauczania z pytaniem problemowym sformułowanym przez Deweya i sekwencją podaną przez Kupisiewicza ponad 50 lat temu. LZP ma za zadanie mobilizować uczniów do aktywnego udziału w realizacji projektu, a zarazem uczyć krytycznego myślenia podczas sprawdzania hipotez. Zaprojektowane LZP wzorowane jest na karcie pracy Marka Piotrowskiego z Akademii Uczniowskiej oraz modelu 5E promowanego przez NASA. Schemat karty LZP wymuszał stosowanie metody naukowej poprzez stawianie pytań badawczych, formułowanie i sprawdzanie hipotez oraz określanie świadomości uczenia się przez uczniów. Dodatkowo karta LZP służyła badaniom, czy skutecznie i praktycznie rozwija rozumowanie naukowe uczniów. LZP może być stosowane na typowej lekcji z przedmiotów przyrodniczych jako praca grupowa lub indywidualna. Podczas badań uczniowie wypełniali kolejno następujące po sobie zadania i polecenia, wykonując także doświadczenia. Preferowana była praca w grupie. Po zakończeniu pracy pisemnej następowała prezentacja rezultatów oraz dyskusja nad danym problemem badawczym i oceną projektu na forum klasy. Poniżej przedstawiono kartę pracy dla uczniów LZP do pracy na lekcji.

Lekcyjne zadanie projektowe (LZP) według cyklu 5E:

1. Zainteresuj i zaangażuj się.
2. Zbadaj.
3. Wyjaśnij.
4. Rozwiń.
5. Oceń, czego się nauczyłeś?

Określ zakres tematyczny

A. Temat – w formie pytania badawczego lub problemowego, na które ma dać odpowiedź doświadczenie

A1. Podstawowe pojęcia.

Zbadaj

B. Hipoteza – odpowiedź na pytanie badawcze

B1. Opis doświadczenia (napisz, jakie doświadczenie przeprowadzić, aby potwierdzić lub obalić zaproponowaną przez Ciebie odpowiedź na pytanie badawcze – hipotezę)

Celem doświadczenia jest sprawdzenie – zweryfikowanie poprawności Twojej odpowiedzi na pytanie badawcze lub problemowe

B.2. Przebieg doświadczenia (opisz kolejne etapy, jakie są niezbędne do wykonania doświadczenia; określ potrzeby materialne i BHP)

Instrukcja
BHP

Wyjaśnij

C. Zmienne występujące w doświadczeniu

1. Jaką zmienną/wielkość będziemy zmieniać? (zmienna niezależna)
2. Jaką zmienną/wielkość będziemy mierzyć – obserwować? (zmienna zależna)
3. Czego w naszym eksperymencie nie będziemy zmieniać, ale będziemy kontrolować? (zmienne kontrolne)

C.1. Odnośniki literaturowe

Rozwiń

D. Uczniowska dokumentacja doświadczenia (wyniki pomiarów, tabelki, rysunki, obliczenia)

D.1. Wnioski z doświadczenia

Czy wyniki doświadczenia potwierdzają hipotezę?

TAK ☐

NIE ☐

Wypowiedź uzasadnij

Oceń czego się nauczyłeś?

E. Podsumowanie.

Nauczyłam / Nauczyłem się, że:

Dokończ zdania:

Zaciekawiło mnie

Udało mi się

Chciałabym / Chciałbym wiedzieć więcej

Zauważyłem również

E.1. Praca domowa

Dodatkowe komentarze dla osób pragnących skorzystać z Waszego pomysłu na doświadczenie

Rozdział III

METODOLOGICZNE PODSTAWY BADAŃ WŁASNYCH

Przedmiotem badań były przebieg i efekty uczenia się uczniów w procesie dydaktycznym prowadzonym metodą projektów w grupie eksperymentalnej LZP (pracującą metodą lekcyjnych zadań projektowych). Celem prowadzonych badań było określenie skuteczności pedagogicznej metody projektów, wyjaśnienie mechanizmu powstawania zmian w przebiegu i efektach uczenia się oraz wyprowadzenie wniosków praktycznych do pracy na lekcjach w szkole. Skuteczność pedagogiczna rozumiana jest tutaj jako osiągnięcie przez uczniów efektów realizacyjnych (wykonania produktów projektów) oraz efektów kształcących (wpływ na procesy łączenia wiedzy operatywnej, nabywania umiejętności i kształtowania postaw poznawczych uczniów).

1. Cele badań

Punktem wyjścia do realizacji poszczególnych etapów podjętych badań było określenie celów, a następnie zbioru zadań z nich wynikających. W niniejszej dysertacji wyróżniono następujące **cele badawcze**:

- **poznawczy** – określenie skuteczności pedagogicznej metody projektów realizowanej poprzez lekcyjne zadania projektowe LZP,
- **teoretyczny** – opracowanie koncepcji organizacji prowadzenia typowych lekcji problemowych opartych na LZP,
- **praktyczny** – rozpropagowanie i wdrożenie modelu lekcyjnych zadań projektowych LZP do praktyki szkolnej.

Cel poznawczy zrealizowano poprzez:

- określenie efektów realizacyjnych i kształcących metody projektów,
- zdiagnozowanie rozumowania naukowego gimnazjalistów,
- wyłonienie czynników optymalizujących organizację lekcji poprzez wykonanie na niej LZP.

Cel teoretyczny zrealizowano poprzez:

- opracowanie zakresu wiedzy operatywnej, umiejętności i postaw niezbędnych do realizacji LZP,
- zdefiniowanie cyklu uczenia się i nauczania metodą naukową LZP,
- zaprojektowanie zajęć przy wykorzystaniu LZP.

Cel praktyczny zrealizowano poprzez:

- opracowanie skutecznych zasad przygotowania i prowadzenia lekcji metodą projektów wykorzystujących LZP,
- opracowanie metodycznego wzorca realizacji LZP,
- wdrożenie opracowanego modelu LZP do praktyki szkolnej,
- opracowanie innowacji pedagogicznej.

2. Problemy i założenia, hipotezy, zmienne i ich operacjonalizacja

W kontekście przeprowadzonych analiz opracowano pedagogiczne założenia do wykorzystania metody projektów realizowanych poprzez lekcyjne zadania projektowe LZP.

W związku z powyższym sformułowano **problem główny**:

Jaka jest skuteczność pedagogiczna metody projektów opartej na lekcyjnych zadaniach projektowych LZP w uczeniu się fizyki przez uczniów gimnazjum?

Do tak postawionego problemu badawczego postawiono **hipotezę główną**, aby poddać ją empirycznej weryfikacji:

Stosowanie metody projektów przyczynia się do osiągnięcia zadowalających wyników uczenia się w zakresie efektów realizacyjnych i kształcących, w skład których wchodzi procesy konstruowania wiedzy, rozwijania rozumowania naukowego i kształtowania postaw poznawczych uczniów.

Uzasadnienie hipotezy głównej. Na podstawie przeprowadzonych analiz w części teoretycznej, zarówno dotyczących założeń teoretycznych jak i badań empirycznych dotyczących skuteczności wszelkich toków poszukujących w nauczaniu fizyki sformułowano hipotezę, że metoda projektów realizowana według zasad LZP, podwyższa wyniki uczenia się fizyki przez uczniów gimnazjum w zakresie:

- jakości produktów projektowych wykonanych przez uczniów,
- zapamiętywania i rozumienia wiadomości z fizyki,
- uczniowskich postaw wobec fizyki i uczenia się fizyki,
- w zakresie rozumowania naukowego uczniów.

Do problemu głównego sformułowano następujące **problemy szczegółowe**.

1. Jaka jest skuteczność stosowania metody projektów w wykonaniu produktów projektowych z fizyki przez uczniów?

2. Jaka jest skuteczność stosowania metody projektów w zakresie kształtowania wiedzy operatywnej (czynnej)?

3. Jaka jest skuteczność stosowania metody projektów w zakresie kształtowania postaw wobec fizyki i uczenia się fizyki?

4. Jaka jest skuteczność stosowania metody projektów w zakresie określonego poziomu rozumowania naukowego uczniów?

Do problemów szczegółowych wysunięto następujące **hipotezy szczegółowe**.

1. Uczniowie pracujący metodą projektów osiągają zadowalające wyniki odnośnie efektów realizacyjnych tj. zaplanowania, realizacji i prezentacji lekcyjnego zadania projektowego LZP.

2. W wyniku pracy metodą projektów uczniowie osiągają wysoki poziom w zakresie rozwijania i kształtowania wiedzy operatywnej (czynnej).

3. Stosowanie metody projektów sprzyja kształtowaniu pozytywnych postaw nauczania i uczenia się fizyki.

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

Uzasadnienie **hipotez szczegółowych**:

1. Skuteczność pedagogiczna metody projektów jest wyższa w przypadku zastosowania tej metody niż w przypadku zastosowania metod nauczania polegających głównie na aktywności nauczyciela. W odróżnieniu od nauczania skoncentrowanego na przekazie nauczyciela uczniowie w metodzie projektów, jako wynik uczenia się, przedstawiają efekty realizacyjne (produkty projektów), czego nie można dostrzec podczas nauczania skupionego na aktywności nauczyciela.

2. Podczas pracy metodą projektów uczniowie nie tyle przyswajają nową wiedzę co ją samodzielnie konstruują. Podkreślił to już w 1920 roku John A. Stevenson¹¹⁵, który stwierdził, że „Nabywanie wiedzy w metodzie projektów następuje głównie drogą rozumowania, dzięki wysiłkowi myślowemu ucznia, a nie poprzez pamięciowe przyswajanie”. Pozwala to na głębsze zrozumienie wiadomości i lepsze opanowanie umiejętności¹¹⁶.

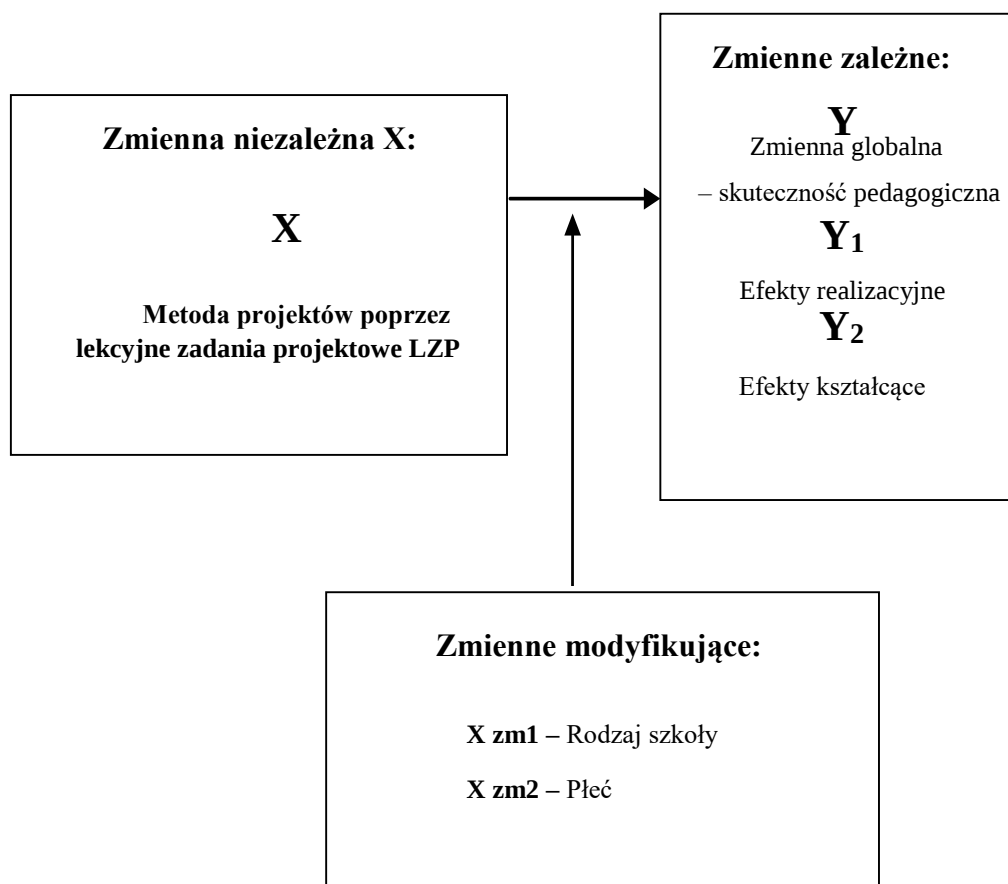
3. Dzięki metodzie projektów uczniowie są w stanie zmienić postawy z uczniów niezainteresowanych fizyką na pasjonatów fizyki. Metoda ta wpływa na zaangażowanie, twórczość i postawę badawczą uczniów.

4. Metoda projektów pobudza do myślenia kreatywnego i krytycznego, i w ten sposób praktycznie rozwija rozumowanie naukowe. Uczniowie dzięki zastosowaniu praktycznego rozwijania rozumowania naukowego poprzez LZP, wiedzą, czym jest metoda naukowa, potrafią postawić pytania badawcze, sformułować hipotezy, uzasadnić je lub obalić oraz nabywają świadomość uczenia się. Ponadto rozwijają rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne dzięki ciągłemu stawianiu hipotez.

Zmienne badań właściwych. Do potrzeb badań skonstruowano model zależności między zmiennymi (schemat 5).

¹¹⁵ J.A. Stevenson., *Metoda projektów w nauczaniu*, Lwów 1930.

¹¹⁶ J. Boaler, *Experiencing school mathematics*, Mahwah, Erlbaum, New York 2002.



Opracowanie własne.

Schemat 5. Model zależności między zmiennymi

Do przedstawionych powyżej zmiennych, podano w tabeli narzędzia badawcze i definicje zmiennych zależnych.

Tabela 1. Poszczególne zmienne zależne oraz narzędzia wykorzystane do ich pomiaru w grupie LZP

Narzędzia badawcze	Rodzaj zmiennej	Nazwa zmiennej	Definicja zmiennej
Lekcyjne zadanie projektowe LZP w grupie LZP. Zakodowane lekcyjne zadanie projektowe ZLZP w grupie LZP	Y globalna	Skuteczność pedagogiczna	Skuteczność pedagogiczna to osiągnięte efekty realizacyjne (produkty) i kształcące (umiejętności, wiadomości, postawy i rozumowanie)

Narzędzia badawcze	Rodzaj zmiennej	Nazwa zmiennej	Definicja zmiennej
Zakodowane lekcyjne zadanie projektowe ZLZP w grupie LZP	Y ₁ szczegółowa	Efekty realizacyjne (szczegółowa II ⁰)	Efekty realizacyjne metody projektów – wszystkie produkty wytworzone przez uczniów w trakcie realizacji projektu. „Produkt” ma bardzo szerokie znaczenie i może obejmować: publikacje, źródła multimedialne, produkcje artystyczne, materiały audiowizualne, ale również spotkania, seminaria, videokonferencje, wystawy, badania, sposób upowszechniania oraz, w niektórych przypadkach, działania związane z mobilnościami (dla projektów partnerskich Comeniusa, Leonardo da Vinci i Gruntviga) ¹¹⁷
Pretest i posttest Test Lawsona (TRN) w grupie eksperymentalnej LZP Preankieta i postankieta na zainteresowanie fizyką (AZF) w grupie LZP	Y ₂ szczegółowa	Efekty kształcące (szczegółowa II ⁰)	Efekty kształcące rozumiane jako zmiany w wiedzy operatywnej (czynnej), postawach uczniów oraz rozwijania rozumowania naukowego

Opracowanie własne.

Przy tak scharakteryzowanych zmiennych zależnych szczegółowych dokonano operacjonalizacji zmiennych (tab. 2).

Tabela 2. Operacjonalizacja kluczowych zmiennych badań metody projektów w badaniach właściwych

Nazwa zmiennej	Typ zmiennej	Rodzaj badań	Technika	Forma pytania	Procedura	Dobór próby	Typ analizy
Kryteria ocen produktów projektów	–	Analiza danych zastanych	–	–	–	–	Opis
Metoda projektów	Niezależna	Ilościowe					Analiza średnich – profil graficzny
Skuteczność pedagogiczna	Zależna globalna	Ilościowe				Uczniowie N=125 N=93 (2015)	Analiza średnich – profil graficzny
Efekty realizacyjne	Zależna szczegółowa	Ilościowe	Ankieta audytoryjna	Dyferencjał semantyczny	Pretest / posttest	Uczniowie N=125 N=93 (2015)	Analiza średnich – profil graficzny
Efekty kształcące	Zależna szczegółowa	Ilościowe	Ankieta audytoryjna Test Lawsona	Skala Likerta, Dyferencjał semantyczny	Pretest / posttest	Uczniowie N=125 N=93 (2015)	Analiza średnich – profil graficzny

Opracowanie własne.

¹¹⁷Szerzej: <http://lp.est.org.pl>.

Poniżej przedstawiono operacjonalizację efektów realizacyjnych i kształcących oraz tabele, najpierw dotyczące efektów realizacyjnych, a następnie trzech efektów kształcących – obrazujących, jak od problemów badawczych przejść do operacjonalizacji zmiennych, czyli jak przełożyć zmienne teoretyczne na język empiryczny – jak badać i na podstawie czego weryfikować hipotezy.

Operacjonalizacja efektów realizacyjnych

Według Z. Pietrasińskiego¹¹⁸ każda czynność, bez względu na to czy jest nauką, pracą lub zabawą, ma dwa rodzaje skutków:

- a) kształcące,
- b) pozakształcące, czyli realizacyjne.

Za Pietrasińskim wyodrębniamy dwie odrębne klasy czynności. Pierwsza z nich, to czynności zawodowe (wykonywane w zakładach pracy), pojmowane są jako czynności realizacyjne (pozakształcące). Drugą klasę czynności stanowią czynności uczniowskie, traktowane jako wyspecjalizowane, „czyste” czynności kształcące. Pietrasiński podkreśla, iż nauczanie problemowe czy nauczanie przez pracę wiąże się ze zwiększeniem efektów realizacyjnych czynności uczniów czy to w postaci bezpośredniej satysfakcji emocjonalnej, czy także rezultatów przedmiotowych jego działania. Analiza psychologiczna dowodzi, że efekty pozakształcące towarzyszą nieodzownie każdej czynności uczniowskiej – nie ma czynności kształcących bez efektów realizacyjnych. Cechami wspólnymi każdej czynności, to występowanie w niej – aczkolwiek w zmiennych proporcjach – obu wyróżnionych efektów: realizacyjnego i kształcącego. Równie ważnymi cechami wspólnymi czynności są: ukierunkowanie na wynik, dostosowanie przebiegu czynności do warunków działania oraz struktura funkcjonalna złożona z podukładów recepcji i przetwarzania informacji oraz podukładów efektorycznych.

Efekty realizacyjne mogą wpłynąć dodatnio na wyniki nauki, gdy są nimi np. produkty użyteczne dla innych, dające uczniowi bezpośrednią satysfakcję i chęć do dalszej nauki, nie mówiąc już o efektach w postaci lepszego przygotowania do praktycznego wykorzystania wiedzy.

W niniejszej rozprawie jako efekty realizacyjne metody projektów – uznajemy wszystkie produkty wytworzone przez uczniów w trakcie realizacji projektu metodą naukową – problem badawczy – hipoteza – doświadczenie – wnioski, poczynając od planowania do realizacji lekcyjnego zadania projektowego. Jedną z dróg zwiększania efektów wyspecjalizowanych czynności kształcących jest zwiększenie – do odpowiedniej granicy – ich efektów realizacyjnych. Użyteczność realizacyjna (w tym bezpośrednia, emocjonalna) zwiększa skuteczność

¹¹⁸ Z. Pietrasiński, *Wstęp do czynnościowej teorii kształcenia umysłu*, [w:] *Studia nad teorią czynności ludzkich*, I. Kurcz, J. Reykowski (red.), PWN, Warszawa 1975, s. 192–193.

i atrakcyjność nauki¹¹⁹. Do efektów realizacyjnych czynności uczniowskich poprzez realizację lekcyjnych zadań projektowych LZP, zaliczamy przede wszystkim uzyskiwane przez uczniów punkty za poszczególne kategorie LZP. Poniżej tabela pomiaru efektów realizacyjnych.

Tabela 3. Wskaźniki i zmienne szczegółowe dotyczące efektów realizacyjnych zmiennej zależnej: efekty realizacyjne (produkty projektów)

Zmienne zależna szczegółowa (zakodowana w ZLZP) dla uczniów	Zmienna (zmienne) empiryczne – wskaźniki (liczba punktów z zakodowanego ZLZP). Wyniki uczniów
Wytwór projektowy (produkt projektu)	Nazwa produktu
Sformułowanie hipotezy uczniowskiej:	1 – brak hipotezy; 2 – hipoteza nieadekwatna do problemu; 3 – hipoteza odpowiada problemowi, ale nie w pełni; 4 – hipoteza adekwatna do problemu;
Opis doświadczenia	1 – opis doświadczenia niepoprawny lub zbyt ubogi; 2 – opis doświadczenia niepełny, ale poprawny; 3 – opis doświadczenia pełen i poprawny;
Przebieg doświadczenia	1 – przebieg doświadczenia niepoprawny lub zbyt ubogi; 2 – przebieg doświadczenia niepełny, ale poprawny; 3 – przebieg doświadczenia pełen i poprawny;
Wskazanie zmiennych niezależnych:	1 – brak wskazania zmiennych niezależnych; 2 – niepoprawne wskazanie zmiennych niezależnych; 3 – poprawne wskazanie zmiennych niezależnych, ale nie wszystkich; 4 – wskazanie zmiennych niezależnych pełne i poprawne;
Wskazanie zmiennych zależnych:	1 – brak wskazania zmiennych zależnych; 2 – niepoprawne wskazanie zmiennych zależnych; 3 – poprawne wskazanie zmiennych zależnych, ale nie wszystkich; 4 – wskazanie zmiennych zależnych pełne i poprawne;
Wskazanie zmiennych kontrolnych:	1 – wskazane nieistotnych zmiennych kontrolnych lub w ogóle brak wskazania; 2 – wskazanie zmiennych kontrolnych poprawnie, ale niekompletne; 3 – wskazanie zmiennych kontrolnych - poprawna lista istotnych zmiennych kontrolnych;
Dokumentacja doświadczenia:	1 – brak dokumentacji, nieczytelna, niepoprawna; 2 – dokumentacja niepełna, z drobnymi błędami, zasadniczo poprawna; 3 – pełna dokumentacja, czytelna, poprawna;
Wnioski z doświadczeń:	1 – brak wniosków z doświadczeń; 2 – niepoprawne wnioski z doświadczeń; 3 – poprawne wnioski z doświadczeń;
Uzasadnienie wniosku:	1 – brak uzasadnienia wniosku lub wniosek niepoprawny; 2 – uzasadnienie wniosku poprawne, ale niepełne lub z drobnymi uchybieniami; 3 – uzasadnienie wniosku poprawne i wyczerpujące;
Ocena uczniowska produktu:	1 – niedostateczny; 2 – dopuszczający; 3 – dostateczny; 4 – dobry; 5 – bardzo dobry; 6 – celujący.

Opracowanie własne.

¹¹⁹ Tamże, s. 196.

Operacjonalizacja efektów kształcących

Oдноśnie efektów kształcących wyróżniono trzy efekty podane poniżej.

Efekt kształcący 1

Zmienna zależna: wiedza operatywna (wiadomości i umiejętności uczniów z fizyki).

Tabela 4. Efekty kształcące zmiennej zależnej: wiedza operatywna (wiadomości i umiejętności uczniów) (1)

Nr skali	Efekty kształcące: wiedza operatywna (wiadomości i umiejętności)	Maksymalna liczba punktów
1	Znajomość pojęć, faktów i praw fizycznych	6
2	Zaprojektowanie i wykonanie doświadczenia adekwatnie do zadania	6
3	Wykonanie zadania wymagającego wyszukania określonej informacji	6
4	Samodzielne zdobywanie nowej wiedzy: szukanie informacji, analizowanie jej i opracowanie	6
5	Podjęmowanie adekwatnych działań	6
6	Publicznie przedstawiane efekty pracy uczniów	6
7	Udzielane odpowiedzi ustne na pytania dotyczące faktów, praw i pojęć z fizyki podczas prezentacji projektu	6
8	Ocena nauczycielska produktu	6

Opracowanie własne.

Efekt kształcący 2

Zmienna zależna: postawy wobec fizyki i uczenia się fizyki.

Tabela 5. Efekty kształcące zmiennej zależnej: postawy wobec fizyki i uczenia się fizyki (2)

Zmienne zależna szczegółowa (z Ankiety zainteresowania fizyką)	Zmienna (zmienne) empiryczne – wskaźniki
Radość uczenia się Pytania ankiety 1–6	Skala 1 według sposobu badań z PISA 2006
Związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową Pytania ankiety 7–11	Skala 2 według sposobu badań z PISA 2006
Pewność siebie w naukach przyrodniczych Pytania ankiety 12–16	Skala 3 według sposobu badań z PISA 2006
Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi Pytania ankiety 25–28	Skala 4 według sposobu badań z PISA 2006
Zainteresowanie fizyką poza szkołą Pytania 29–34	Skala 5 według sposobu badań z PISA 2006
Wybór konkretnych zawodów	Skala 6
Zaangażowanie w LZP	0 – wcale niezaangażowany, 1 – bardzo niskie, 2 – obojętne, 3 – bardzo wysokie, 4 – wzorowe.

Opracowanie własne.

Efekt kształcący 3

Zmienna zależna: rozumowanie naukowe.

Tabela 6. Efekty kształcące zmiennej zależnej: rozumowanie naukowe (3)

Zmienne zależne szczegółowe (poziomy rozumowania naukowego Lawsona)	Zmienna (zmienne) empiryczne – wskaźniki. Wynik testu Lawsona. Za każde rozwiązane prawidłowo zadanie uczeń uzyskuje 1 pkt.
0. Ogólne rozumowanie naukowe 1. Zachowanie niezmienników (materii i objętości) – 4 pierwsze pytania od 1 do 4 2. Rozumowanie proporcjonalne – 4 następne pytania od 5 do 8 3. Kontrola zmiennych – 6 następnych pytań od 9 do 14 4. Rozumowanie probabilistyczne – 4 następne pytania od 15 do 18 5. Rozumowanie korelacyjne – 2 następne pytania od 19 do 20 6. Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne – ostatnie 4 pytania od 21 do 24	0. Skala pełna – ogólny wynik TRN 1. Skala 1 zachowania materii i objętości 2. Skala 2 rozumowanie proporcjonalne 3. Skala 3 kontrolę zmiennych 4. Skala 4 rozumowanie probabilistyczne 5. Skala 5 rozumowanie korelacyjne 6. Skala 6 rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne

Opracowanie własne na podstawie testu Lawsona.

3. Metody, techniki i narzędzia

Metoda badań. W badaniach prowadzonych w ramach niniejszej pracy zastosowano w przypadku badań pilotażowych i właściwych metodę eksperymentu i technikę jednej grupy.

Techniki badań. Podczas badań zastosowano techniki pytaniowe, obserwacyjne, ankietę audytoryjną, statystyczne, zadaniowe, analityczne.

Narzędzia badawcze. W celu określenia skuteczności pedagogicznej¹²⁰ zastosowania metody projektów w kształceniu i uczeniu się uczniów przeprowadzono badania dotyczące jakości wytworu projektowego (*efekty realizacyjne*) oraz wyników uczenia się: poziomu nabytych umiejętności i wiadomości, ich zrozumienia i wykorzystania (*efekty kształcące*). Zastosowano następujące narzędzia badawcze:

- test Lawsona,
- ankietę na zainteresowania fizyką AZF,
- lekcyjne zadanie projektowe LZP oraz
- zakodowane lekcyjne zadanie projektowe ZLZP.

Narzędzia badawcze umieszczono w aneksie A. Oprócz narzędzi badawczych wykorzystano także narzędzia pracy z uczniami, które również umieszczono w aneksie A.

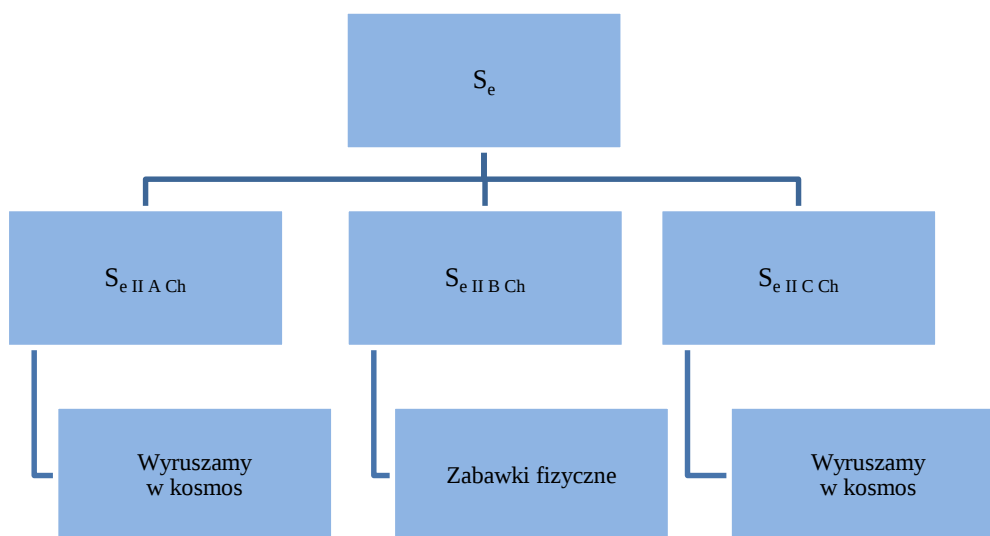
¹²⁰ Definicja zmiennej: skuteczność pedagogiczna metody projektów to osiągnięcie przez uczniów **efekty realizacyjne** – wytwór projektowy (produkt projektu) oraz **efekty kształcące** – wiedza operatywna, postawy uczniów i rozumowanie naukowe.

4. Teren i organizacja badań

Poniżej przedstawiono kolejno opis badań pilotażowych, a następnie właściwych. Podano szczegółowo, jak przeprowadzić analizę statystyczną zebranych danych oraz jak na ich podstawie zweryfikować hipotezy.

Badania pilotażowe. Badania pilotażowe przeprowadzono w końcu I okresu i na początku II okresu roku szkolnego 2011/2012 podczas zajęć pozalekcyjnych oraz pracy uczniów w domu i na platformie google dysk. Na początku roku szkolnego 2011/2012 w gimnazjum S. uczniom klas II i III zostało zaproponowanych 60 tematów projektów z wszystkich przedmiotów nauczanych w gimnazjum. Przeprowadzający badania z fizyki zaproponował pięć ogólnych tematów projektów: „Fizyka zabawek”, „Wyruszamy w kosmos”, „Od Archimedesza do Pascala”, „Najpiękniejsze zjawiska fizyczne”, „Energetyka jądrowa – szansa czy zagrożenie?”

Badaniom podlegały następujące projekty edukacyjne długoterminowe: „Fizyka zabawek” (projekt pilotażowy), „Wyruszamy w kosmos” (projekt pilotażowy).



Opracowanie własne.

Schemat 6. Badania pilotażowe w gimnazjum S

Na schemacie 7 zaprezentowano zmienne zależne i wykorzystane narzędzia badawcze podczas badań pilotażowych.



Opracowanie własne.

Schemat 7. Przedstawienie zmiennych zależnych i narzędzi badawczych w badaniach pilotażowych

Badania właściwe. Badania właściwe przeprowadzono w I okresie roku szkolnego 2013/2014 podczas zajęć lekcyjnych w klasach I, II i III gimnazjum G, gimnazjum W oraz gimnazjum O w województwie wielkopolskim. Wszystkie grupy objęte były badaniami wstępnymi (test na rozumowanie naukowe Lawsons oraz ankieta na zainteresowania fizyką) w połowie października 2013 roku oraz końcowymi pod koniec stycznia 2014 roku (posttesty identyczne jak testy wstępne). W tym czasie uczniowie intensywnie pracowali metodą projektów, a przeprowadzający badania diagnozował wiedzę operatywną (wiadomości i umiejętności) oraz efekty realizacyjne poprzez kodowanie lekcyjnych zadań projektowych LZP zgodnie z operacjonalizacją przedstawioną wcześniej. Dodatkowo zostały przeprowadzone badania odroczone w maju 2015 roku, aby sprawdzić deautomatyzację czynności rozwiązywania problemów i uczenia się metodą projektów poprzez lekcyjne zadania projektowe LZP.

Objaśnienie zastosowanej metody eksperymentalnej. Badania eksperymentalne to oddziaływanie czynnikiem eksperymentalnym X na procesy, zdarzenia i stany. W eksperymentalnych badaniach pedagogicznych dotyczących zmian poznawczych w sferze kierunkowej i instrumentalnej zwykle stosuje się dwukrotny pomiar: przed zadziałaniem czynnika X i po nim. W przeprowadzonych badaniach eksperymentalnych zmieniono nieco to podejście. Dwukrotnie dokonano pomiaru tylko rozumowania naukowego oraz postaw, a więc dokonano

pomiaru zmiany. Założono bowiem, że rozumowanie naukowe występuje u uczniów zawsze, chociaż na różnych poziomach. Podobnie postępowano z postawami i zainteresowaniami z fizyki. Rozumowanie naukowe w poszczególnych sześciu poziomach to kontinuum od stanu początkowego do stanu końcowego. Dotyczy to także postaw.

Zadaniem nauczyciela jest prowadzenie ucznia do najwyższych poziomów rozumowania i postaw, bo takie poziomy są i jest określony górny poziom. W związku z tym dokonano pomiaru dwukrotnego.

W przekonaniu przeprowadzającego badania wiedza operatywna (wiadomości i umiejętności) ma nieco inny charakter. W kształtowaniu wiedzy operatywnej (wiadomości i umiejętności) z trudem możemy mierzyć przyrost w procentach. Faktyczny stan początkowy wiedzy operatywnej (pomierzony) może nie mieć istotnego związku ze stanem końcowym. Nauczyciel w swoim planowaniu dotyczącym wiedzy operatywnej musi się kierować zasadą dążenia do określonego pułapu tu i teraz. Innymi słowy, w celach zapisujemy opanowanie określonych wiadomości i umiejętności na określonym poziomie wyznaczonym przez wyniki uczenia się.

Reasumując, nauczyciel ustanawia określony poziom mistrzostwa, który uczeń powinien osiągnąć. Zadaniem nauczyciela jest doprowadzenie ucznia do tego mistrzostwa. W zaplanowanym eksperymencie nie ma istotnego znaczenia, w jakim miejscu uczeń się znajdował. Ważne jest nie tyle ile uczeń wie i umie, ale co i jak wie i umie w sensie jakościowym. Nie ilość wiadomości bowiem decyduje o poziomie rozumowania¹²¹. Ważniejsze, gdzie się znajdzie w wyniku swego działania według określonej metody w zakresie rozumowania. I to jest miarą eksperymentalnie mierzonej skuteczności określonej metody nauczania.

Z drugiej strony pamiętać jednak należy, że w pedagogicznym, wychowawczym ujęciu kluczowe jest jednak porównanie tego, gdzie uczeń kiedyś był i gdzie jest obecnie, czyli przyrost, rozwój, zmiana względna. Wyniki nauczania mierzone testami mają charakter bezwzględny, tzn. bierze się pod uwagę ich ostateczny obraz, który decyduje o skuteczności nauczania jako działania prowadzącego ucznia do mistrzostwa.

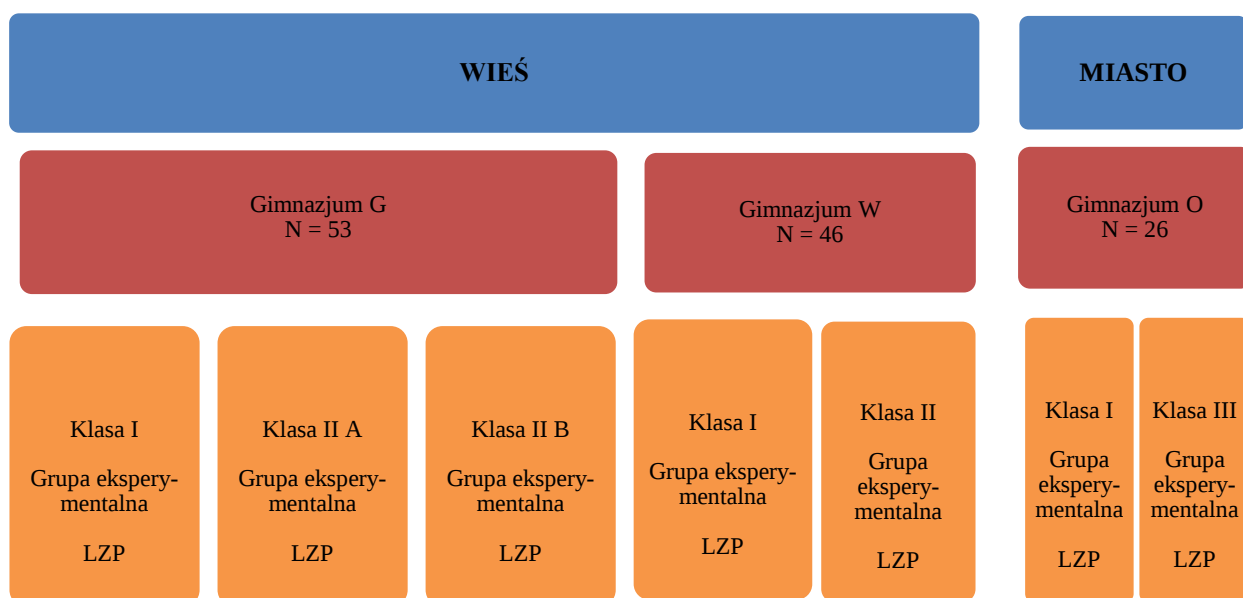
Wracając do przeprowadzonego eksperymentu, przyjęto, że uczniowie zarówno, co do efektów realizacyjnych, jak i kształcących w wymiarze wiedzy operatywnej powinni osiągnąć określony stan (niezależnie od tego, gdzie się znajdowali przed oddziaływaniem eksperymentalnym). Zdaniem przeprowadzającego badania, pierwotna ocena wartości metody nauczania zależy od tego na ile potrafiła ona doprowadzić ucznia do wymaganego stanu.

¹²¹ Por. B. Lei, T. Cai, K. Koenig, K. Fang, J. Han, J. Wang, Q. Liu, L. Ding, L. Cui, Y. Luo, Y. Wang, L. Li, N. Wu, *Learning and Scientific Reasoning*, Science Vol 323 30 January 2009, Published by AAAS.

Wydaje się, że takie postępowanie eksperymentalne umożliwi pomiar wartości metody nauczania jako narzędzia prowadzącego do mistrzostwa bez względu na stan początkowy ucznia.

Teren badań i dobór grupy badawczej. Próbą badawczą w prowadzonym eksperymencie była młodzież ze szkół gimnazjalnych Wielkopolski. Dobór próby został dokonany w połączeniu dwóch metod: doboru celowego i drogą losowania. Celowo dobrano szkoły, do których uczęszczali uczniowie, natomiast losowo dobrano poszczególnych uczniów w poszczególnych szkołach – łącznie 125 uczniów klas pierwszych, drugich i trzecich w badaniach właściwych oraz 10 uczniów w badaniach pilotażowych.

Uczniowie tych gimnazjów zostali podzieleni na grupy eksperymentalne LZP. Przedmiotem prowadzonych badań były zagadnienia związane ze skutecznością procesu dydaktycznego metody projektów, prowadzonych w formie zajęć lekcyjnych z zakresu fizyki w gimnazjum.



Opracowanie własne.

Schemat 8. Grupy eksperymentalne oraz ich podział ze względu na miejsce zamieszkania, szkołę i klasę

Grupa LZP wypełniała dodatkowo lekcyjne zadania projektowe rozwijające praktycznie rozumowanie i sprawdzające ten rozwój, a nauczyciel prowadzący lekcje z LZP wypełniał dodatkowo zakodowane lekcyjne zadanie projektowe (ZLZP) w celu oceny zadań projektowych uczniów oraz dla 125 uczniów, sprawdzono poziom rozumowania naukowego według procedury zaproponowanej przez prowadzącego badania.

Po dokonaniu analizy poszczególnych zmiennych i ich wskaźników oraz wyników badań pilotażowych wybrano eksperyment pedagogiczny jako metodę wiodącą badań, który pozwolił na

empiryczną weryfikację postawionych w pracy hipotez i problemów badawczych. Badaniom podlegało 7 zespołów klasowych.

Dobierając grupy eksperymentalne w badaniach właściwych uwzględniono następujące wskazania: badanie od początku do końca, we wszystkich swoich etapach, przeprowadzone zostało przez tego samego nauczyciela, występowały te same treści kształcenia, jednakowy był czas projektów, jednakowe warunki pomocy nauczyciela oraz jednakowe sposoby doboru podczas badań. W badaniach właściwych prowadzonych w I okresie roku szkolnego 2013/2014 uczniowie wykonywali projekty – lekcyjne zadania projektowe zadane przez nauczyciela na określony temat. Na początku badań zaproponowano uczniom następujące projekty edukacyjne (krótkoterminowe) lekcyjne zadania projektowe (LZP):

- „Od Archimedesesa do Paskala”,
- „Fizyka wokół nas”,
- „Jak wyznaczyć ciepło właściwe wody?”,
- „Konkurs – Jak zrzucić jajko aby go nie rozbić?”,
- „Jak powstaje burza?”,
- „Jak powstaje tęcza?”,
- „Jak działa ksero?”,
- „Ruch wokół nas” – „Spadochroniarz”, „Rowerzysta”,
- „Rakieta na wodę”,
- „Dlaczego samoloty latają?”.

Zespoły klasowe gimnazjów G, W, O wraz z zadanymi zakresami tematycznymi podzielono na poszczególne klasy.

Klasy I

- I grupa 4 lekcyjne zadania projektowe w klasie I gimnazjum G,
- II grupa 4 lekcyjne zadania projektowe w klasie I gimnazjum W,
- III grupa 4 lekcyjne zadania projektowe w klasie I gimnazjum O.

Lekcyjne zadania projektowe w klasach I gimnazjum:

- „Od Archimedesesa do Paskala”,
- „Ruch wokół nas” – „Spadochroniarz” lub „Rowerzysta”,
- „Jak zrzucić jajko, aby go nie rozbić?”,
- „Rakieta na wodę”.

Klasy II

IV i V grupa 4 lekcyjne zadania projektowe w klasach II gimnazjum G klasa IIa oraz IIb

- „Jak zmierzyć ciepło właściwe wody?”,
- „Jak powstaje burza?”,
- „Jak działa elektroskop?”,
- „Jak zbudować obwód elektryczny?”.

VI grupa 2 lekcyjne zadania projektowe w klasie II gimnazjum W

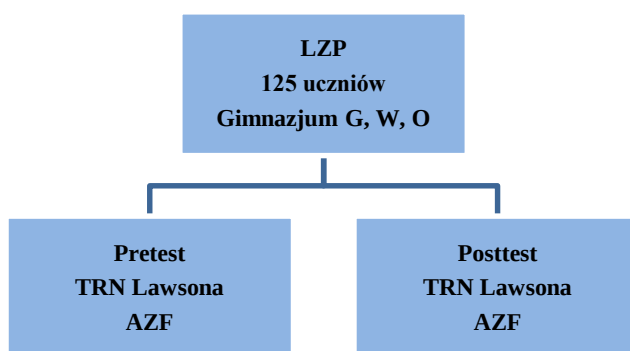
- „Fizyka wokół nas”,
- „Jak zmierzyć ciepło właściwe wody?”.

Klasy III

VII grupa 3 krótkie projekty edukacyjne LZP w gimnazjum O.

- „Fizyka wokół nas”,
- „Jak powstaje burza?”,
- „Jak zrobić silnik elektryczny?”.

Poniżej na schemacie 9 podsumowano eksperyment pedagogiczny, w którym łącznie brało udział 125 uczniów z trzech gimnazjów Wielkopolski. Podano także wykorzystane narzędzia badawcze TRN (test na rozumowanie naukowe) oraz AZF (ankieta na zainteresowania fizyką).

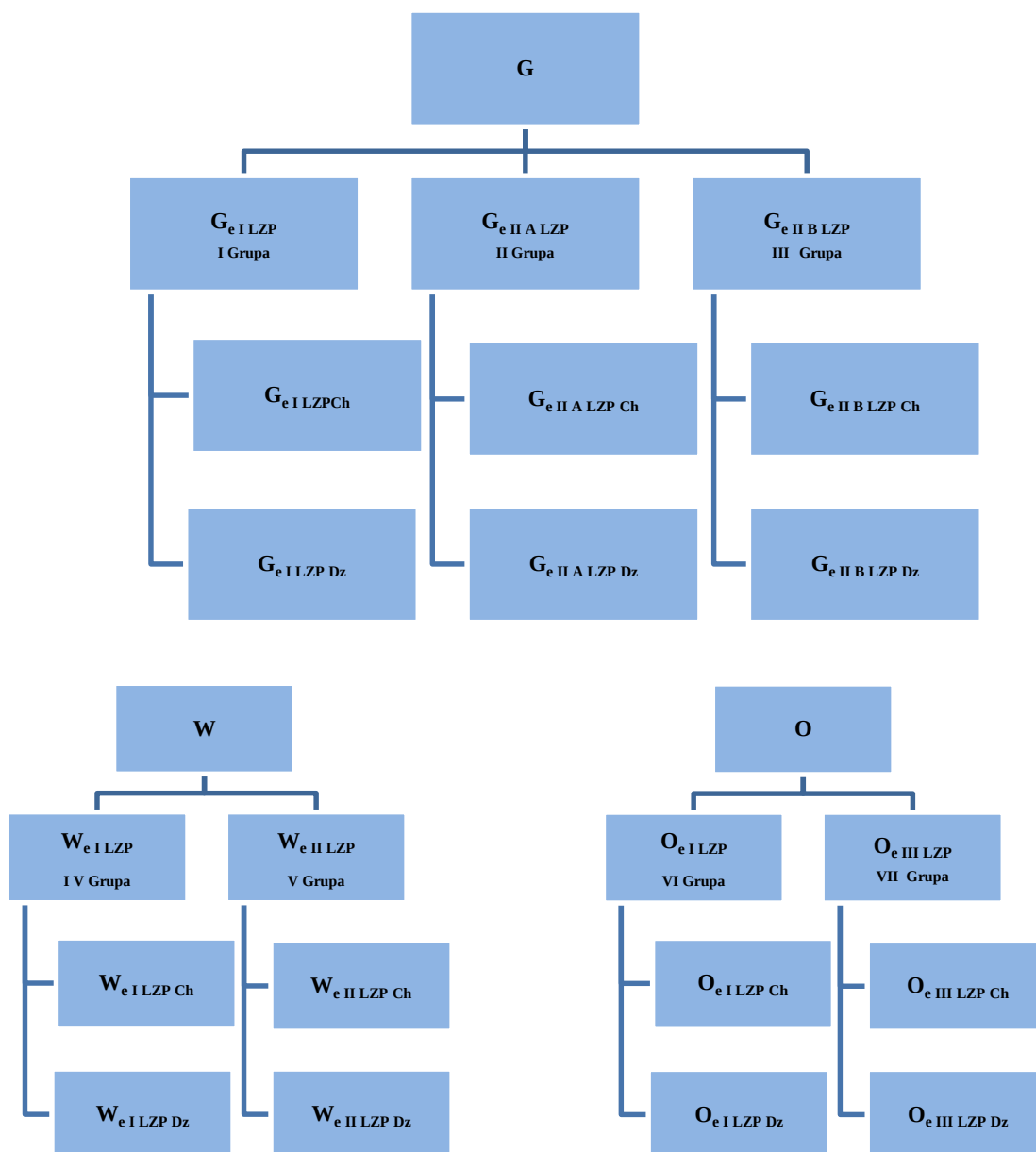


Opracowanie własne.

Schemat 9. Szczegółowy podział grup ze względu na projekty, liczbę uczniów oraz pretesty i posttesty

Szczegółowy podział grup. Badania właściwe wykonano w trzech grupach eksperymentalnych ze względu na szkoły: G, W, O. Dalej grupy badawcze G, W, O podzielono na grupy eksperymentalne, nadając im odpowiednie sygnatury: Ge, We, Oe, następnie sygnatury klas i płci.

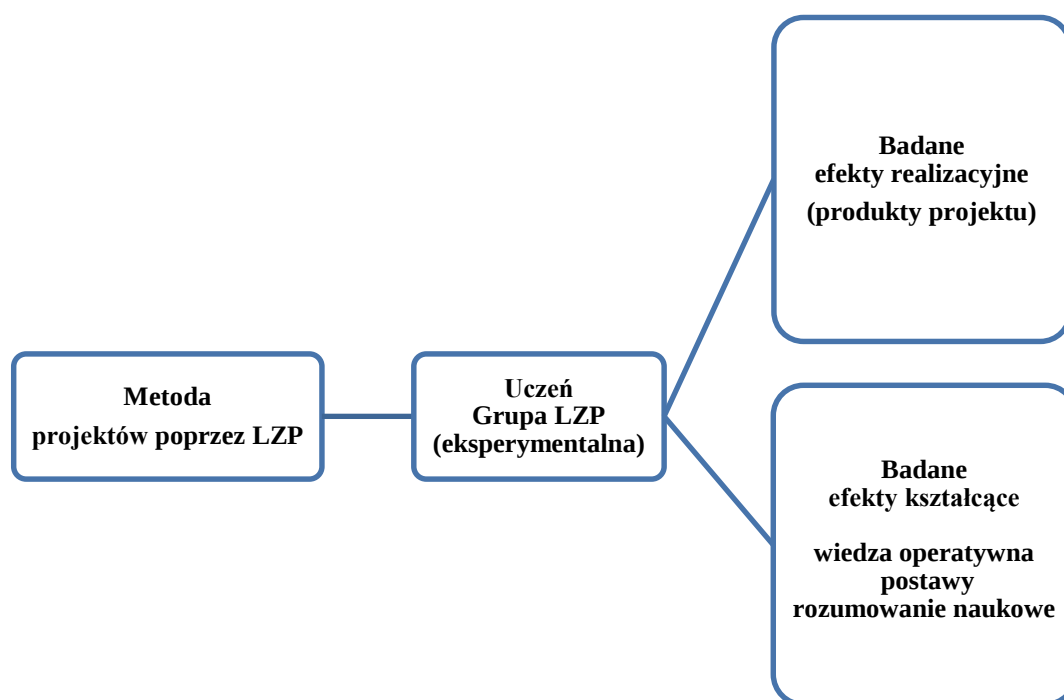
Schemat 10 prezentuje grupy badawcze – eksperymentalne (e) ze względu na szkoły: gimnazjum G (G), gimnazjum W (W) oraz gimnazjum O (O).



Opracowanie własne.

Schemat 10. Podział na grupy eksperymentalne ze względu na szkoły

Przebieg badań właściwych przedstawiono za pomocą schematu 11, w którym wyodrębniono metodę projektów oraz badane czynności eksperymentu. Efektami realizacyjnymi były produkty projektów, a elementami kształcącymi: wiedza operatywna, postawy i rozumowanie naukowe uczniów.



Opracowanie własne.

Schemat 11. Przedstawienie przebiegu badań grupy eksperymentalnej

5. Techniki statystyczne zastosowane do opracowania materiału empirycznego

Analiza ilościowa wyników polega na zebraniu, zestawieniu, statystycznym opracowaniu i interpretacji danych uzyskanych podczas badań edukacyjnych. Opiera się na analizie statystycznej, dzięki czemu uzyskujemy możliwość dokładniejszego porównania i opisu badanych umiejętności uczniów. Płaszczyzny odniesienia do porównań mogą stanowić: wyniki poszczególnych klas, poszczególnych grup LZP oraz poszczególnych szkół.

Tabela 7. Analiza statystyczna wyników pomiaru

Analiza zadań	Analiza wyników	Rzetelność testu
– Frakcja opuszczania zadań – Łatwość zadania – Trudność zadania – Moc różnicująca – (dyskryminująca)	– Średnia arytmetyczna – Modalna – Mediana – Wariancja – Rozstęp – Odchylenie standardowe – Kwantyle	– Kr 20 – α.Cronbacha – r AB

Opracowanie własne na podstawie zaleceń Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w Warszawie.

Do opisu wyników surowych (w punktach, w skali procentowej) stosuje się następujące wskaźniki statystyczne:

- **wynik minimalny** – najniższy wynik uzyskany przez uczniów w badanej grupie;

- **wynik maksymalny** – najwyższy wynik uzyskany przez uczniów w badanej grupie;
- **rozstęp wyników** – różnica między maksymalnym i minimalnym wynikiem;
- **rozstęp (rozpiętość) (R)** jest prostą miarą rozrzutu:

$$R = X_{\max} - X_{\min},$$

$X_{\max}$ – maksymalny wynik w teście,

$X_{\min}$ – wynik minimalny w teście;

- **wynik średni (średnia arytmetyczna)**

($\bar{X}$), to miara tendencji centralnej, specyficzna dla skali przedziałowej:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n},$$

gdzie:

$\sum x$ – suma poszczególnych wyników,

n – liczba badanych;

- **modalna** – wynik najczęściej występujący w badanej grupie.

Wynik modalny może być nazwany wynikiem typowym określonego zbioru wyników testowania.

Układ dwumodalny występuje wówczas, gdy dwa wyniki tak samo często występują:

Przykłady:

8, 7, 7, 5, **4, 4**, 3

$M_0 = 7$ i 4

8, 7, 6, **5, 5**, 4, 3, 2

$M_0 = 5$

- **mediana** – wynik środkowy w badanej grupie, poniżej i powyżej którego znajduje się po około 50% wyników;
- **wariancja;**

Wariancja testu (S^2) jest średnią arytmetyczną kwadratów odchyłeń wyników od ich średniej arytmetycznej. Służy do analizy rozrzutu.

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - M)^2}{n},$$

gdzie:

M – średnia arytmetyczna testu,

x_i – wyniki poszczególnych uczniów w teście,

n – liczba piszących;

- **odchylenie standardowe** (miara rozrzutu wyników), które oblicza się następująco: odchylenie standardowe (S), jest to dodatni pierwiastek kwadratowy z wariancji:

$$S = \sqrt{S^2},$$

gdzie:

S – odchylenie standardowe

S^2 – wariancja testu.

Im większe odchylenie standardowe, tym test mocniej różnicuje;

– **łatwość zadania**

$$p_x = \frac{\sum X}{n \cdot k},$$

gdzie:

$\sum X$ – suma punktów uzyskanych za rozwiązane zadanie przez n uczniów

k – maksymalna liczba punktów możliwych do uzyskania przez jednego ucznia;

– **trudność zadania**

$$q = 1 - p$$

Tabela 8. Interpretacja wskaźników łatwości zadania

Wskaźnik łatwości	Interpretacja zadania	Stopień osiągnięć
0,00–0,19	bardzo trudne	bardzo niski
0,20–0,49	trudne	niski
0,50–0,69	umiarkowanie trudne	niżej zadawalający
0,70–0,89	łatwe	dobry
0,90–1,00	bardzo łatwe	bardzo dobry

Opracowanie własne na podstawie zaleceń Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w Warszawie.

Zaleca się, aby w treści było 60% zadań o średnim stopniu trudności, a zadań łatwych i trudnych po 20%. Taki udział pozwala rozwiązać w 20% test przez ucznia najsłabszego i w 80% przez przeciętnego, a w 100% przez dobrego.

Jeśli wyniki testów nie mieszczą się w podanych wyżej przedziałach, warto w pierwszej kolejności zbadać poprawność budowy zadań i kompozycji całego testu, jeśli chodzi o udział zadań o różnym poziomie trudności. Ale zagregowane wyniki dają też bardzo dobry obraz, które partie materiału nie zostały przyswojone. Być może jest to sygnał do zweryfikowania szeroko rozumianych metod kształcenia;

– **frakcja opuszczania zadań**

$$f = \frac{n_0}{n}$$

gdzie:

n – liczba uczniów testowanych,

n_0 – liczba uczniów, którzy opuścili zadanie,

Frakcja opuszczeń zadania nie powinna przekraczać 0,15;

– **moc dyskryminacyjna (różnicująca) zadań testowych**

Wskaźnik ten wskazuje na stopień, w jakim zadanie testowe różnicuje uczniów według poziomu ich wiedzy i umiejętności.

$$D_{50} = \frac{N_H - N_L}{n},$$

gdzie:

N_H – liczba poprawnych rozwiązań danego zadania dokonanych jedynie spośród 50% tych uczniów, którzy w ogólnym badaniu testowym obejmującym wszystkie zadania uzyskali procentowo najlepsze wyniki w porównaniu z wszystkimi pozostałymi badanymi,

N_L – liczba poprawnych rozwiązań jedynie spośród 50% tych uczniów, którzy w ogólnym badaniu testowym uzyskali procentowo najgorsze wyniki w porównaniu z wszystkimi pozostałymi,

n – ilość uczniów stanowiących 50% testowanych;

– **wskaźnik dyskryminacyjny:**

- wystarczający – ponad 0,4,
- umiarkowany – 0,3–0,39,
- marginesowy – 0,20–0,29,
- pozbawiony wartości – poniżej 0,20;

– **rzetelność testu:**

I Współczynnik Alpha Cronbacha

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} S_i^2}{S_c^2} \right],$$

gdzie:

k – liczba wszystkich zadań użytych w teście,

S_i – odchylenie standardowe dla poszczególnego zadania,

S_c – odchylenie standardowe całkowite.

II Współczynnik KR 20

Wzór nr 20 Kudera i Richardsona zalecany do obliczenia testu w skali 0–1.

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{i=m} p_i q_i}{S_c^2} \right],$$

gdzie:

k – liczba wszystkich zadań użytych w teście,

p_i – łatwość i -tego zadania,

q_i – trudność i -tego zadania,

S_c – odchylenie standardowe całkowite.

Tabela 9. Interpretacja współczynnika rzetelności

Przedział wartości współczynnika	Rzetelność testu	Wnioski
0,00–0,49	nierzetelny	Wyniki nie nadają się do dalszych analiz
0,50–0,79	mało rzetelny	Wolno analizować wyniki grupy, lecz nie powinno oceniać się poszczególnych uczniów
0,80–0,89	rzetelny	Wolno analizować wyniki indywidualne oraz oceniać
0,90–1,00	bardzo rzetelny	Wolno analizować różnice osiągnięć poszczególnych uczniów w różnych zakresach

Opracowanie własne na podstawie zaleceń Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w Warszawie.

Sposoby porządkowania i grupowania wyników testów

Miary położenia

Kwantyle – to wartości, które dzielą badaną zbiorowość na części pozostające ze sobą w odpowiednim stosunku. Do najczęściej stosowanych należą kwantyle dzielące zbiorowość na 4 części, decyle (na 10 części) i percentyle (na 100 części).

Percentyl mierzy skupienie się jednostek o znaczeniu procentowym. Dzięki tej mierze dla każdego numeru obserwacji uporządkowanej zbiorowości można określić procent zbiorowości znajdujący się powyżej lub poniżej obserwacji. Szczególnie ważne w opisie zbiorowości percentyle noszą nazwę kwartyli: 25 percentyl to pierwszy kwartyl (Q1), 50 percentyl to 2 kwartyl (Q2), zwany także medianą (M), zaś 75 percentyl to 3 kwartyl (Q3).

Kwantyle

Definiuje się je jako wartości cechy badanej zbiorowości, przedstawionej w postaci szeregu statystycznego (czyli uporządkowanego według określonego kryterium, np. od najmniejszego do najwyższego wyniku), które dzielą zbiorowość na cztery części pod względem liczby jednostek. Części te pozostają do siebie w określonych proporcjach. Kwantyle są wartościami granicznymi

w szeregu wyników wyznaczających te części. Kwartył zerowy to wartość minimalna uzyskana przez badanych.

Kwartył pierwszy odcina dolną ćwiartkę uporządkowanego zbioru wyników, czyli 25% wyników ma od niego mniejszą wartość, a 75% większą. Z kolei kwartył drugi dzieli zbiór na połowę i stanowi medianę. Trzeci kwartył wyznacza górną ćwiartkę wyników, czyli 75% wyników ma od niego mniejszą wartość, a 25% wyższą. Natomiast kwartył czwarty to wartość maksymalna wyników. Podanie kwartyli wzbogaca informację o łatwości danego arkusza. Im trudniejszy test dla uczniów, tym niższe będą wartości poszczególnych ćwiartek.

Rozdział IV

SKUTECZNOŚĆ PEDAGOGICZNA LEKCYJNYCH ZADAŃ PROJEKTOWYCH

Dzieci, które nie mają dziś szans na edukację, nie potrzebują Iphone'a, X-Boxa, Playstation czy czekoladek. One chcą tylko dwóch rzeczy – książki i pióra.

Malala Yousafzai¹²²

Ciągle dobrze dokumentujemy to, czego dzieci nie wiedzą – natomiast bardzo jesteśmy ubodzy w narzędzia pokazywania dzieciom, co już wiedzą (...), aby na tym budować. Aby to osiągnąć, nasi uczniowie przede wszystkim powinni mieć możliwość działania w różnych dziedzinach, podejmowania różnych aktywności.

Freeman

Rozdział ten jest poświęcony przedstawieniu i omówieniu wyników uzyskanych podczas badań właściwych, trwających od października 2013 roku do maja 2015 roku. Celem poniższej analizy było wskazanie zależności pomiędzy pracą uczniów metodą projektów a skutecznością tej metody przejawiającej się w osiągniętych efektach realizacyjnych i kształcących. W opracowaniu wyników badań dokonano weryfikacji zebranego materiału empirycznego, wstępnie pogrupowano materiał podstawowy, dokonano analizy materiału empirycznego, przetestowano hipotezy i wyniki badań, sformułowano końcowe wnioski z badań. Wyniki testu na rozumowanie naukowe opracowano według metodologii zaproponowanej przez Antona Lawsona i adaptowanej przez Kathy Koenig ze Stanów Zjednoczonych. Postawy uczniów podlegały analizie zgodnie z ankietą na zainteresowania uczniów fizyką (AZF), wzorowaną na ankiecie postaw uczniów w badaniu PISA 2006 i na analizie zaangażowania i postaw uczniów z Nowej Zelandii¹²³. Statystyczna analiza danych została wykonana w programie SPSS.

Na początku należy wskazać na różnicę między skutecznością pedagogiczną a dydaktyczną. Skuteczność dydaktyczna ma charakter bezwzględny, tzn. są to skutki przyporządkowane do

¹²² Pakistańska nastolatka uhonorowana Nagrodą Sacharowa 2013 za walkę o prawa kobiet i dostęp dziewcząt do edukacji, mimo gróźb talibanu; 10 października 2014 r. wraz z Kailashem Satyarthim, otrzymała Pokojową Nagrodę Nobla.

¹²³ R. Caygill, *PISA 2006 Student attitudes to and engagement with science, How ready are our 15-year-olds for tomorrow's world?* Ministry of Education New Zealand.

założonych celów. Skuteczność pedagogiczna to także cały proces uczenia się. Skuteczność pedagogiczna ma charakter względny, tzn. że skutki działania nauczyciela są przyporządkowane do stanu początkowego i sytuacji, w której znajduje się uczeń. Innymi słowy, chodzi tu o dostrzeganie także jakościowych zmian w osiągnięciach ucznia i jego sytuacji pedagogicznej.

1. Wyniki eksperymentu w zakresie efektów realizacyjnych

W rozmowie przeprowadzającego badania z Jamesem Pelechem, autorem książki „The Comprehensive Handbook of Constructivist Teaching” o metodzie projektów rozmówca zwrócił uwagę, iż bardzo ważny w niej jest produkt projektu, czyli wszystkie efekty realizacyjne i cały proces rozwiązywania problemu z planowaniem, realizacją, prezentacją i samooceną uczniów, czego się konkretnie nauczyli poprzez wykonanie projektu. Po każdym wykonanym projekcie powinny zostać dowody na uczenie się uczniów, dzięki którym rozpozna się aktualne potrzeby uczniów i będzie można na nie na bieżąco odpowiedzieć. Tabele 10–12 przedstawiają opis statystyczny grupy eksperymentalnej.

Opis statystyczny grupy LZP. Grupa eksperymentalna LZP wynosiła 125 uczniów, którzy łącznie wykonali 120 projektów skupionych wokół czterech głównych zagadnień:

- bezpiecznych opakowań zrzutowych,
- wyznaczania ciepła właściwego,
- fizyki wokół nas,
- projektów związanych z prawami Archimidesa i Paskala.

Tabela 10. Opis statystyczny grupy LZP w podziale na szkoły (N = 125)

Szkoła	Ogółem	
	Liczebność	% z N w kolumnie
Gimnazjum G	53	42,4%
Gimnazjum W	46	36,8%
Gimnazjum O	26	20,8%
Ogółem	125	100,0%

Opracowanie własne.

Większość grupy badawczej (LZP) stanowili uczniowie gimnazjum G (42%), dalej nieco tylko mniejszą (37%) uczniowie z gimnazjum W i wreszcie najmniejszą (21%) uczniowie z gimnazjum O. Kolejne tabele obrazują rozkład uczniów według płci. Tabele 11 i 12 pokazują rozkład uczniów z grupy eksperymentalnej według płci – pierwsza dla całej grupy, druga w odniesieniu do szkół. Miary w komórkach tabeli 12 pokazują, jaka jest liczebność i odsetek uczniów danej płci w danej szkole w odniesieniu do całej omawianej grupy. Generalnie grupa składała się z nieco większej liczby chłopców (56%) (por. tab. 11). Podobna proporcja była zachowana we wszystkich szkołach – przeważali chłopcy (por. tab. 12).

Tabela 11. Opis statystyczny grupy LZP ze względu na płeć

Płeć	Liczebność	% z N w kolumnie
Chłopcy	70	56,0%
Dziewczęta	55	44,0%
Ogółem	125	100,0%

Opracowanie własne.

Tabela 12. Opis statystyczny grupy LZP ze względu na płeć według szkół

Szkoła	Płeć					
	Chłopcy		Dziewczęta		Ogółem	
	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie
Gimnazjum W	27	38,6%	19	34,5%	46	36,8%
Gimnazjum G	28	40,0%	25	45,5%	53	42,4%
Gimnazjum O	15	21,4%	11	20,0%	26	20,8%
Ogółem	70	100,0%	55	100,0%	125	100,0%

Opracowanie własne.

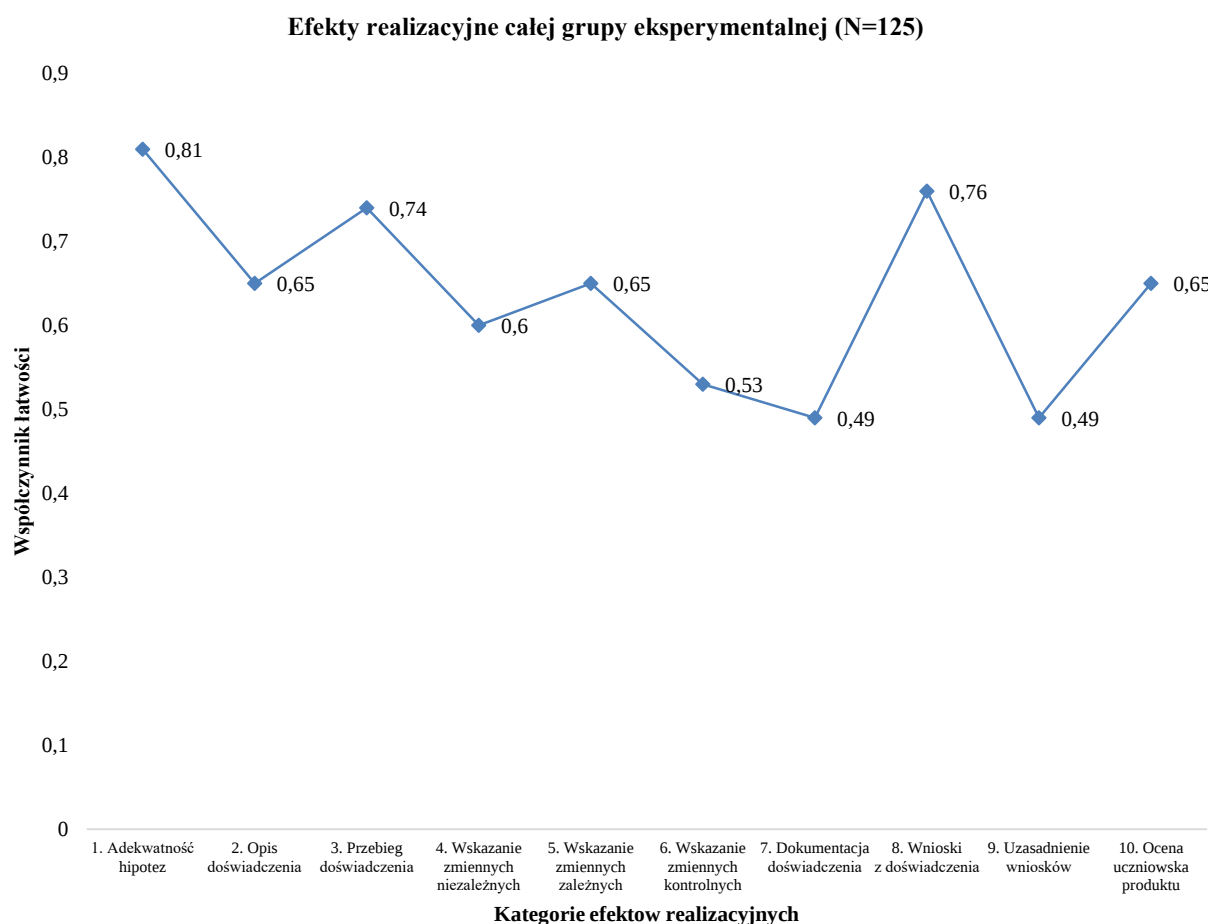
Liczebności chłopców w różnych gimnazjach była dość zbliżona do siebie, nieco mniej było ich w gimnazjum O, ale ta szkoła ogólnie miała najmniej uczniów w grupie eksperymentalnej. Najliczniejszą grupę dziewcząt stanowiły dziewczęta z gimnazjum G, mniej liczną (wyraźniej niż w przypadku chłopców) grupa z gimnazjum G i najmniejszą z gimnazjum O – tu różnica w porównaniu z gimnazjum G także jest większa niż w przypadku chłopców. Tak więc rozkład liczebności chłopców jest dość zrównoważony, a w przypadku dziewcząt zaznacza się nieco większa liczebność w jednej ze szkół (gimnazjum G) – por. tabela 12. Różnice w rozkładach liczebności ze względu na płeć nie będą miały znaczenia przy dalszych analizach, gdyż po pierwsze nie są one bardzo duże i będą dokonywane na całej grupie dziewcząt i całej grupie chłopców.

Analiza wyników poszczególnych kategorii efektów realizacyjnych dla całej grupy LZP

Pierwszy szczegółowy problem badawczy niniejszej pracy dotyczył określenia skuteczności metody projektów odnośnie wykonania produktów projektowych z fizyki. Chcąc stwierdzić, jak uczniowie opanowali „naukowy sposób” wytwarzania produktów projektowych poprzez wypełnianie formularzy LZP, obliczono łatwości wykonania poszczególnych zadań efektów realizacyjnych. W obszarze wyodrębnionych kategorii zostały policzone łatwości wykonania poszczególnych zadań i przedstawiono je na poniższym wykresie. Uczniowie najlepiej radzili sobie ze stawianiem adekwatnych hipotez, a największe problemy mieli z dokumentacją doświadczenia i uzasadnianiem wniosków.

Aby pokazać rozkład procentowy kategorii, które okazały się trudne, a które łatwe, sporządzono tabelę grupującą wskaźnik łatwości od zadań bardzo trudnych do zadań bardzo łatwych oraz wykres kołowy. Zauważyć należy, iż żadne z zadań efektów realizacyjnych nie było ani bardzo trudne ani bardzo łatwe. Największą grupę zadań stanowiły kategorie 2, 4, 5, 6, 10, które okazały się umiarkowanie trudne, najtrudniejszymi zadania 7 i 9 a łatwymi 1, 3, 8.

Taki rozkład wyników oddaje zbliżony do modelu teoretycznego pewny sposób na sprawdzenie określonych zmiennych w danej grupie.



Opracowanie własne.

Wykres 1. Współczynnik łatwości dla poszczególnych kategorii efektów realizacyjnych

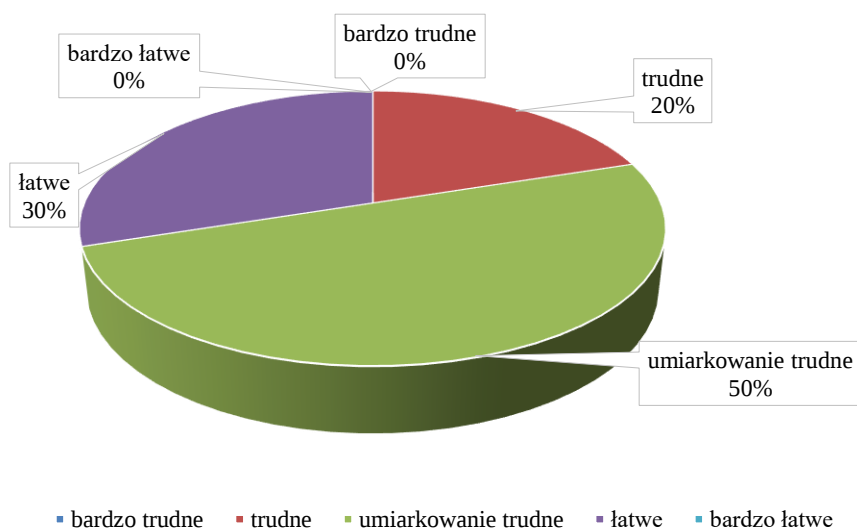
Optymalnie proporcja zadań łatwych do przeciętnych i do trudnych powinny wynosić 2:6:4. Dominuje wprawdzie niewielka przewaga zadań łatwych nad trudnymi (3:2), lecz pozwala to dobrze sprawdzić analizowaną zmienną – efekty realizacyjne, gdyż większość zadań była o przeciętnym stopniu trudności (5), a zadania łatwe i trudne rozłożyły się w podobnej proporcji. Dzięki temu wiadomo, że zarówno dobrzy uczniowie mieli możliwość wykazania się, ale też słabsi mogli znaleźć zadania dla siebie. Można zatem domyślać się, że trudność zadań pozwoliła osiągnąć motywację do ich realizacji.

Tabela 13. Współczynnik łatwości ze względu na efekty realizacyjne

Wskaźnik łatwości	Interpretacja wskaźnika	Kategorie od 1 do 10	Liczba czynności	% zadań
				LZP
0,00–0,19	bardzo trudne		0	0
0,20–0,49	trudne	7,9	2	20
0,50–0,69	umiarkowanie trudne	2, 4, 5, 6, 10	5	50
0,70–0,89	łatwe	1, 3, 8	3	30
0,90–1,00	bardzo łatwe		0	0

Opracowanie własne.

Opracowane dane z tabeli przedstawiono na wykresie 2. Przyglądając się wynikom przedstawionym w tabeli 13 i wykresie 2 warto zastanowić się nad sposobem podejścia do zadań wykonywanych w ramach LZP przez uczniów. Cały LZP i poszczególne efekty realizacyjne stanowią pewien proces powiązanych ze sobą zadań, uczeń wykonując te zadania uczy się pewnego sposobu myślenia – rozumowania naukowego przy rozwiązywaniu zadań problemowych.



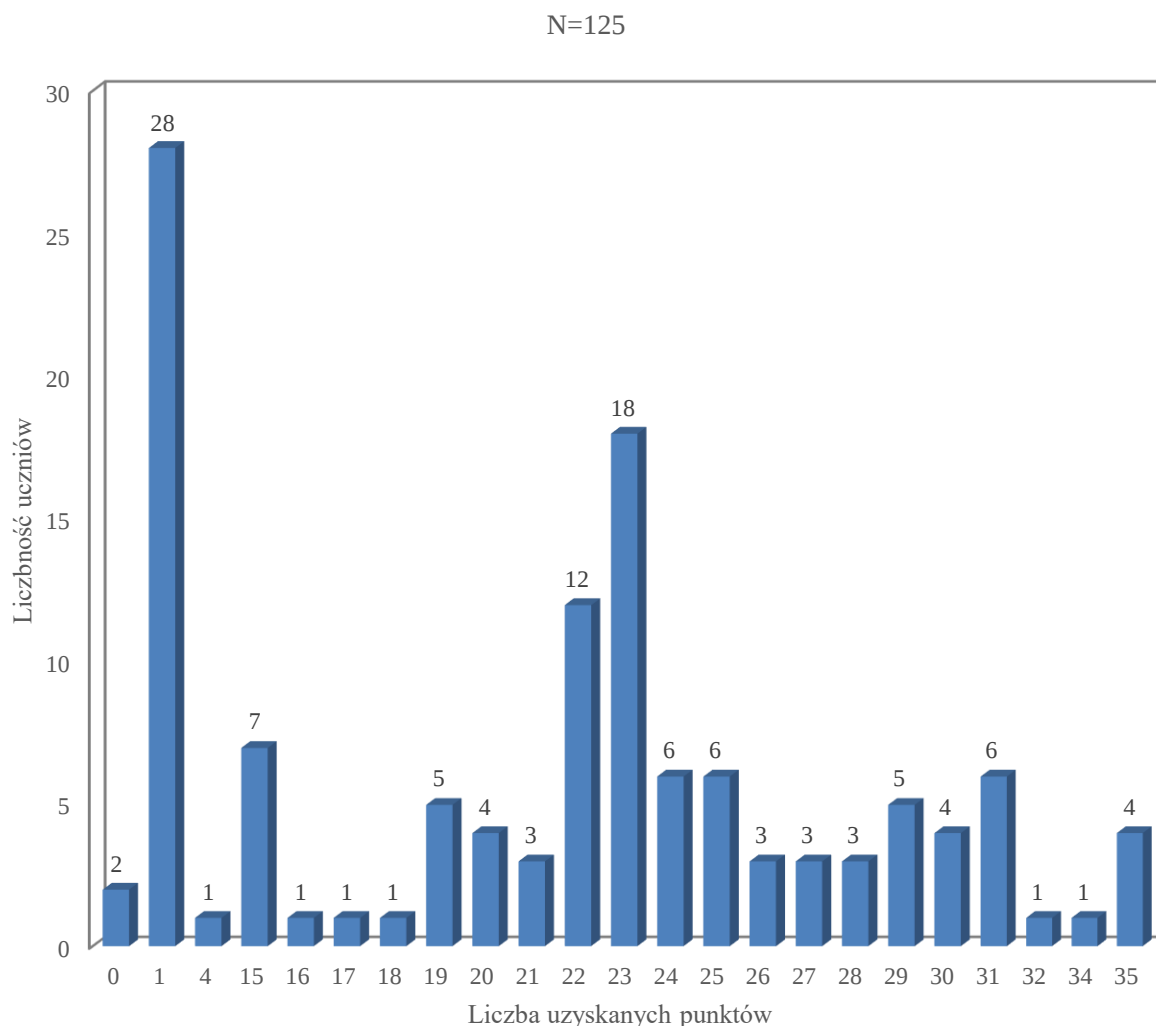
Opracowanie własne.

Wykres 2. Interpretacja współczynnika łatwości

Zastanawiające jest, dlaczego stawianie adekwatnych hipotez oraz wyciąganie wniosków okazało się zadaniami łatwymi dla badanej grupy, czyli takimi, w których większość uczniów osiągała dobre wyniki. Może dlatego, że uczniowie te momenty zadań mają najlepiej przećwiczone w ramach swojej aktywności w szkole lub też dlatego, że te dwa momenty w procedurze LZP traktują jako najistotniejsze – można ująć etapy w potocznym języku w poleceniach: „zastanów się, jak rozwiązać problem” i „podaj rozwiązanie”.

Analiza efektów realizacyjnych w całej grupie LZP (N = 125)

Wyniki uczniów, którzy uzyskali kolejno od najmniejszej do największej liczby punktów sporządzono na wykresie słupkowym, na którym wyraźnie zaznacza się 28 uczniów, którzy uzyskali 1 punkt. To uczniowie, którzy nie wykonali podczas badań żadnego projektu, mimo wielu podjętych prób zachęcających do pracy metodą projektów.



Opracowanie własne.

Wykres 3. Rozkład wyników dla całej grupy LZP (N = 125)

Zestawienie wyników efektów realizacyjnych dla całej grupy LZP

Analizy wyników dokonuje się odrębnie dla każdej kategorii porównawczej (10 skal porównawczych). Dla danych na skali interwałowej statystyka opisowa zawiera liczebność cechy, średnią arytmetyczną, odchylenie standardowe, medianę, dominantę, wartość minimalną i maksymalną. Podstawowe wskaźniki statystyczne dla całej grupy LZP odnośnie efektów realizacyjnych przedstawia tabela 14.

Tabela 14. Podstawowe wskaźniki statystyczne wyników grupy LZP

Nazwa wskaźnika	LZP N= 125
Miary tendencji centralnej	
Średnia arytmetyczna	18,38
Mediana – wynik środkowy	22,00
Modalna – wynik dominujący	1
Miary rozrzutu	
Wynik maksymalny	35
Wynik minimalny	0
Rozstęp wyników	35
Odchylenie standardowe	10,90
Przedział wyników typowych	Wart min. 7,48 Wart max. 29,27

Opracowanie własne.

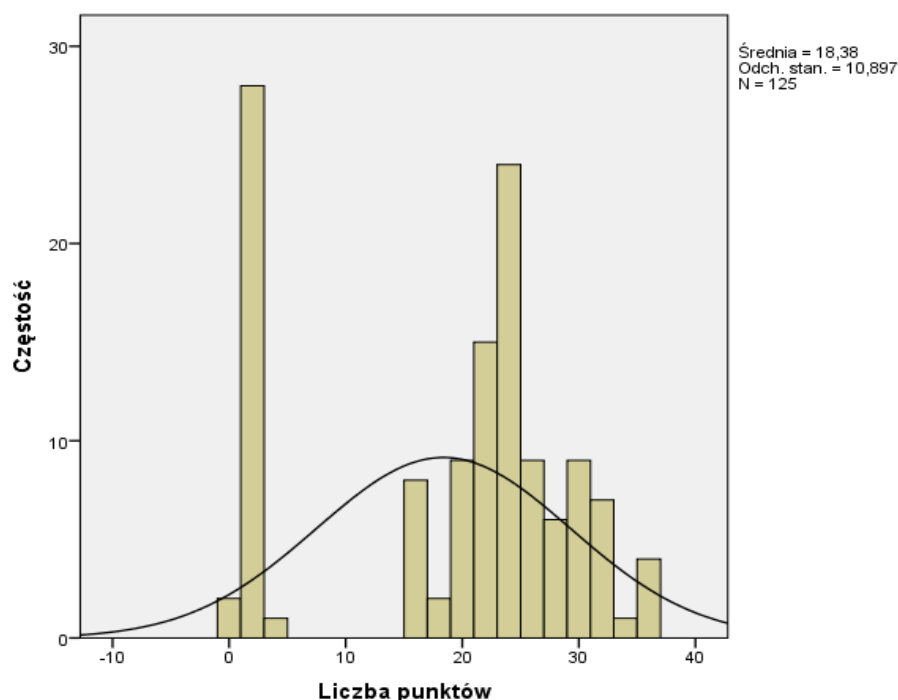
Liczba punktów uzyskanych powyżej i poniżej średniej dla całej grupy LZP

Tabela 15. Liczba wyników poniżej i powyżej średniej

Wyszczególnienie	Liczebność	% z N w kolumnie
Poniżej średniej	41	32,8%
Powyżej średniej	84	67,2%
Ogółem	125	100,0%

Opracowanie własne.

Porównanie wyników z rozkładem normalnym dla całej grupy LZP. Kształt rozkładu wyników w grupie LZP oraz różnica w stosunku do rozkładu normalnego.



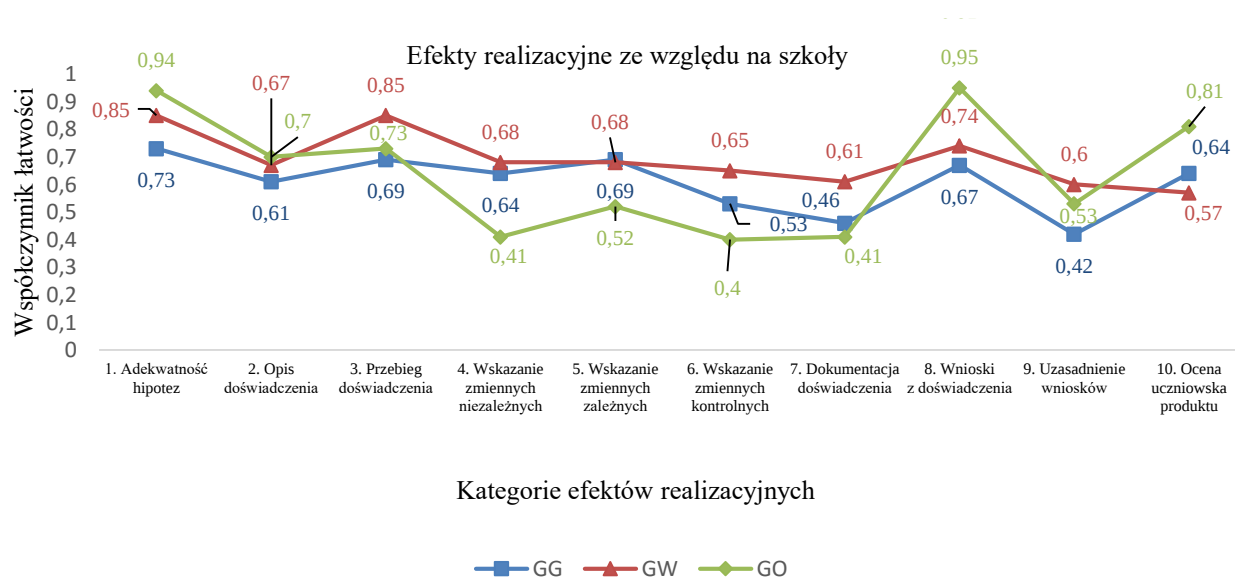
Opracowanie własne.

Wykres 4. Rozkład dwumodalny uzyskanych wyników

Opis i interpretacja zebranych danych. Najniższy uzyskany wynik przez uczniów wyniósł 0 (uzyskało go dwoje uczniów, którzy mieli nauczanie indywidualne i nie byli oceniani w grupie LZP, ale rozwiązywali test Lawsona i ankietę AZF). Natomiast właściwie najniższym do uzyskania wynikiem był 1 punkt (czyli ocena niedostateczna za wykonany projekt LZP) i takich uczniów było 28, z czego 26 z gimnazjum W. Najwyższy wynik uzyskany przez uczniów w grupie LZP wynosił 35 (na możliwych do zdobycia 36) punktów i uzyskało go 4 uczniów. Średni wynik w całej grupie LZP wyniósł 18,38 pkt. Odchylenie standardowe przybrało wartość 10,89. Świadczyłoby to o podobnym rozproszeniu osiągniętych przez uczniów wyników w stosunku do średniej arytmetycznej. Otrzymane wyniki upoważniają do stwierdzenia, że uczniowie na średnim poziomie radzą sobie z osiąganiem efektów realizacyjnych. W grupie LZP 41 uczniów (33%) osiągnęło wynik poniżej średniej, a 84 (67%) uczniów powyżej średniej. Istnieje relatywnie duża grupa uczniów, którzy uzyskali 1 pkt oraz 22 i 23 pkt. Rozkład wyników grupy LZP ma typ rozkładu dwumodalnego 68% wyników mieści się w przedziale od 7 do 29 punktów.

Wyniki efektów realizacyjnych w poszczególnych szkołach. Zgodnie z częścią teoretyczną, w której założono analizę wyników dotyczącą wybranych szkół, poniżej przedstawiono wyniki efektów realizacyjnych ze względu na szkoły. Najwyższy średni wynik uzyskała szkoła miejska gimnazjum O, dla którego uczniowie wykonywali poszczególne etapy projektów z bardzo wysoką łatwością zadań (adekwatność hipotez oraz wnioski z doświadczeń powyżej (0,93 łatwości zadań).

Na wykresie 5 zaprezentowano średnie wyniki szkół z poszczególnych kategorii efektów realizacyjnych.



Opracowanie własne.

Wykres 5. Wyniki łatwości poszczególnych kategorii ze względu na szkoły

Zestawienie podstawowych wskaźników statystycznych ze względu na szkoły. Z zebranych powyżej wyników, należy stwierdzić, iż gimnazjum O, a także gimnazjum G uzyskało podobny wynik średni, natomiast gimnazjum W odbiega znacząco od pozostałych, gdyż jak wspomniano wcześniej 26 uczniów tego gimnazjum nie wykonało żadnych projektów. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż ponad 80% uczniów gimnazjum O uzyskało wyniki powyżej średniej.

Tabela 16. Statystyki opisowe efektów realizacyjnych grupy LZP ze względu na szkoły

Nazwa wskaźnika	Gimnazjum G	Gimnazjum W	Gimnazjum O
Miary tendencji centralnej			
Średnia arytmetyczna	20,51	14,67	20,62
Mediana – wynik środkowy	22,00	21,50	23,00
Modalna – wynik dominujący	15	1	23
Miary rozrzutu			
Wynik maksymalny	35	35	34
Wynik minimalny	0	1	0
Rozstęp wyników	35	34	34
Odchylenie standardowe	8,047	13,018	10,446
Przedział wyników typowych	Wart min. 12,46 Wart max. 28,55	Wart min 1,65 Wart max. 27,68	Wart min. 12,55 Wart max. 33,44

Opracowanie własne.

Liczba uzyskanych wyników efektów realizacyjnych powyżej i poniżej średniej ze względu na szkoły

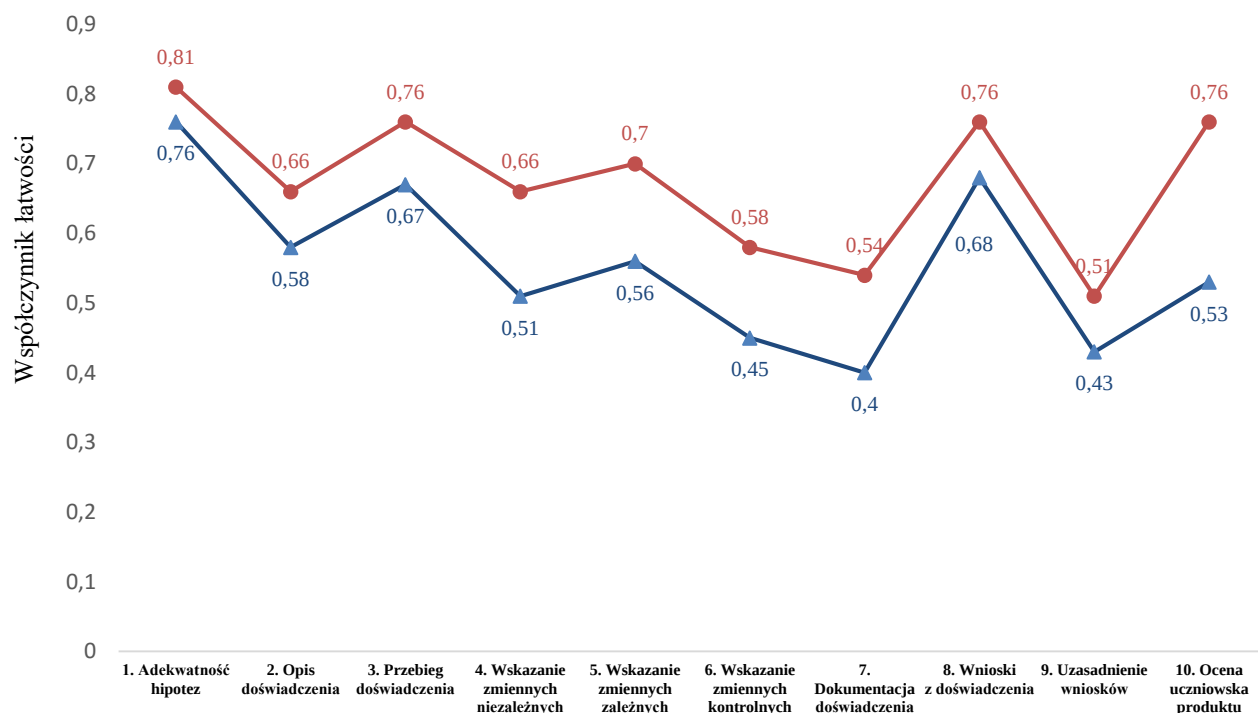
Tabela 17. Liczba punktów uzyskanych powyżej i poniżej średniej ze względu na szkoły

Liczba punktów	Gimnazjum G		Gimnazjum W		Gimnazjum O	
	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie
Poniżej średniej	23	43,4%	21	45,7%	5	19,2%
Powyżej średniej	30	56,6%	25	54,3%	21	80,8%
Ogółem	53	100,0%	46	100,0%	26	100,0%

Opracowanie własne.

Efekty realizacyjne według kategorii płci. Podczas analizy porównawczej grup eksperymentalnych grupy chłopców i dziewcząt dla zmiennych niepowiązanych na skali interwałowej zastosowano nieparametryczny test różnic U – Manna – Whitneya. Istotną statystycznie okazała się dla niektórych kategorii efektów realizacyjnych różnica w wykonywaniu projektów L郑 ze względu na płeć. W interpretacji wyników wzięto również pod uwagę odchylenia standardowe (SD) jako miarę rozproszenia wyrażoną w oryginalnych jednostkach – w tym przypadku w punktach uzyskanych w osiągniętych efektach realizacyjnych. Zauważalne jest większe rozproszenie uzyskanych wyników w przypadku chłopców. Osiągnęło ono wartość $SD = 11,59$. Jest to o tyle ciekawe, iż tematyka zaproponowanych projektów mogła się wydawać nakierowana głównie do młodzieży męskiej. Można więc przypuszczać, że sam dobór tematyki nie był czynnikiem, który mógłby wpłynąć na wyniki uzyskane w osiągniętych efektach realizacyjnych. Zauważyć należy, iż zanotowane wyniki efektów realizacyjnych wśród chłopców z grupy eksperymentalnej osiągnęły poziom 15,07 punktu, natomiast dziewcząt 22,6 punktu. Na tej podstawie wnioskować można, iż dziewczęta lepiej radzą sobie z realizacją projektów. Wyniki te szczegółowo prezentuje wykres 6. Na podstawie tak dużej różnicy można wnioskować, iż pojawił się jeszcze jeden dodatkowy czynnik, który spowodował zróżnicowanie wyników wśród dziewcząt – ocena końcowa produktu, dla dziewcząt 0,76 a dla chłopców znacznie niżej na poziomie 0,53.

Efekty realizacyjne w kategorii płci



Kategorie efektów realizacyjnych

—▲— chłopcy —●— dziewczęta

Opracowanie własne.

Wykres 6. Łatwość wykonanych zadań poszczególnych kategorii ze względu na płeć

Efekty realizacyjne grupy LZP ze względu na płeć

Tabela 18. Średnie rangi ze względu na płeć

N= 125, Ch=70, Dz=55	Płeć	Średnia ranga
Adekwatność hipotez	Chłopcy	50,51
	Dziewczęta	45,74
Opis doświadczenia	Chłopcy	45,98
	Dziewczęta	48,90
Przebieg doświadczenia	Chłopcy	46,76
	Dziewczęta	49,12
Wskazanie zmiennych niezależnych*	Chłopcy	41,00
	Dziewczęta	52,63
Wskazanie zmiennych zależnych*	Chłopcy	42,19
	Dziewczęta	53,23

N= 125, Ch=70, Dz=55	Płeć	Średnia ranga
Wskazanie zmiennych kontrolnych*	Chłopcy	40,24
	Dziewczęta	52,81
Dokumentacja doświadczenia*	Chłopcy	41,24
	Dziewczęta	53,24
Wnioski z doświadczeń	Chłopcy	46,87
	Dziewczęta	48,08
Uzasadnienie wniosku	Chłopcy	44,42
	Dziewczęta	51,22
Ocena produktu*	Chłopcy	55,73
	Dziewczęta	72,25

Opracowanie własne.

Zastosowano test U – Manna – Whitneya $p < 0,05$. We wszystkich wskazaniach oznaczonych gwiazdką dziewczęta miały wyższe wyniki (średnie rangi) niż chłopcy.

Podstawowe wskaźniki statystyczne grupy LZP ze względu na płeć

Tabela 19. Podstawowe wskaźniki statystyczne ze względu na płeć

Nazwa wskaźnika	Chłopcy N=70	Dziewczęta N=55
Miary tendencji centralnej		
Średnia arytmetyczna	15,07	22,60
Mediana – wynik środkowy	20,00	23,00
Modalna – wynik dominujący	1	23
Miary rozrzutu		
Wynik maksymalny	34	35
Wynik minimalny	0	1
Rozstęp wyników	34	34
Odchylenie standardowe	11,59	8,288
Przedział wyników typowych	Wart min 3,48 Wart max. 26,66	Wart min. 14,31 Wart max. 30,88

Opracowanie własne.

Liczba punktów uzyskanych powyżej i poniżej średniej w kategorii płci

Tabela 20. Uzyskane wyniki poniżej i powyżej średniej ze względu na płeć

Liczba punktów	Chłopcy		Dziewczęta	
	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie
Poniżej średniej	30	42,9%	20	36,4%
Powyżej średniej	40	57,1%	35	63,6%
Ogółem	70	100,0%	55	100,0%

Opracowanie własne.

Analiza wytworów projektowych (produktów) całej grupy LZP

Uczniowie podczas badań wykonali 120 LZP, z czego połowę w gimnazjum W. Najbardziej zaangażowane w projekty były klasy pierwsze, w których wykonano 78 projektów. Uczniowie klas drugich oddali 39 LZP, a badani uczniowie klas trzecich tylko 3 projekty (gimnazjum O). Trzy czwarte projektów LZP zostało wykonane jako projekty robione indywidualnie, gdyż większość uczniów klas pierwszych zdecydowała, że opakowanie zrzutowe będą wykonywać samodzielnie. Również prawie trzy czwarte projektów zostało wykonane na lekcji i w domu. Tylko na lekcji wykonano 34 projekty – główne wyznaczanie ciepła właściwego wody (klasy II). Prawie połowa z badanych uczniów wykonała tylko jeden LZP, a trzy do pięciu LZP wykonało niespełna 10% uczniów.

Opis ilościowy wykonanych przez uczniów produktów

Tabela 21. Analiza statystyczna wykonanych lekcyjnych zadań projektowych (LZP)

Wyszczególnienie	Częstość	Procent
Gimnazjum W	18	15,0
Gimnazjum G	60	50,0
Gimnazjum O	42	35,0
Ogółem	120	100,0

Opracowanie własne.

Tabela 22. Liczba oraz rozkład procentowy LZP wykonanych w różnych szkołach biorących udział w badaniu

Wyszczególnienie	Częstość	Procent
Klasy 1	78	65,0
Klasy 2	39	32,5
Klasy 3	3	2,5
Ogółem	120	100,0

Opracowanie własne.

Tabela 23. Liczba i rozkład procentowy LZP wykonanych indywidualnie lub w grupie

Wyszczególnienie	Częstość	Procent
Praca indywidualna	75	62,5
Praca grupowa	45	37,5
Ogółem	120	100,0

Opracowanie własne.

Tabela 24. Liczba i procentowy rozkład LZP w podziale na miejsce ich wykonywania

Wyszczególnienie	Częstość	Procent
Na lekcji i w domu	86	71,7
Tylko na lekcji	34	28,3
Ogółem	120	100,0

Opracowanie własne.

Tabela 25. Liczba oraz odsetek uczniów, którzy wykonali określoną liczbę LZP

Udział w LZP	Częstość	Procent
Liczba wykonanych LZP	0	23,2
	1	48,0
	2	19,2
	3	4,8
	4	1,6
	5	3,2
Ogółem	125	100,0

Opracowanie własne.

Produkty wykonane przez uczniów. Uczniowie wykonali różne produkty projektów np.:

- opakowanie zrzutowe na jajko, które miało się nie rozbić,
- zmierzili ciepło właściwe wody,
- wykonali silnik elektryczny.

Tabela 26. Liczba i procentowy rozkład wybranych przez uczniów zakresów tematycznych do realizacji w LZP

Zakres tematyczny LZP	Częstość	Procent
Konkurs – Jak rzucić jajko, aby go nie rozbić?	34	28,3
Jak wyznaczyć ciepło właściwe wody?	32	26,7
Fizyka wokół nas	27	22,5
Od Archimidesa do Paskala	21	17,5
Ruch wokół nas – spadochroniarz, rowerzysta	3	2,5
Jak zmierzyć prędkość?	2	1,7
Rakieta na wodę	1	0,8
Ogółem	120	100,0

Opracowanie własne.

Największym zainteresowaniem wśród uczniów okazało się lekcyjne zadanie projektowe – konkurs „Jak rzucić jajko, aby go nie rozbić?”. Produktem i efektem realizacyjnym tego LZP miało być bezpieczne opakowanie zrzutowe na jajko. Uczniowie wykonali 34 takie opakowania, które w niewielu przypadkach nie spełniały swojej roli zabezpieczającej i zrzucone w nich jajka się rozbiły. Również dużym zainteresowaniem okazało się wyznaczanie ciepła właściwego wody, ale wynika to z faktu, że to zadanie projektowe było wykonywane we wszystkich klasach drugich, jako obowiązkowe zadanie na lekcji. Uczniowie łącznie wyznaczyli 31 wartości ciepła

właściwego, które w większości przypadków pokrywało się z ciepłem właściwym odczytanym z tabel fizycznych. Po 20% uczniów z badanych wybrało dwa projekty „Fizyka wokół nas” oraz „Od Archimiedesa do Paskala”, w których wykonali około 20 produktów. Resztę zaproponowanych projektów uczniowie wybierali sporadycznie, a łączna liczba ich różnych produktów wyniosła 20.

Jakość lekcyjnych zadań projektowych – oceny z LZP. Z badań wynika wyraźnie, iż ogólna średnia ocena uczniów przez nauczyciela – opiekuna projektów za wykonane LZP, rośnie wraz z ilością wykonanych LZP. I tak, uczniowie, którzy nie wykonali żadnego projektu otrzymali oceny niedostateczne i ich średnia ocena wynosi 1.0. Następnie uczniowie wykonujący 1 LZP (59 uczniów) uzyskali średnią ocenę 4, 46, w tym: 1 ocenę niedostateczną, 17 ocen dostatecznych, 8 dobrych, 12 bardzo dobrych i 21 celujących. Uczniowie wykonujący 2 LZP otrzymali średnią 5,35, 3 LZP 5,67, 4 LZP 5,75 i 5 LZP średnią 5,8. Spośród badanych uczniów 28 nie wykonało żadnego LZP. W ankiecie na zainteresowania fizyką w preteście wykazali większe zainteresowanie, niż w postteście (0 LZP – w postteście skala wyższa), co oznacza duży spadek zainteresowania fizyką. Dla 12 uczniów, którzy wykonali 3 i więcej LZP – widoczny wyraźny wzrost zainteresowania fizyką. W początkowych badaniach zainteresowanie 28 uczniów niewykonujących później LZP było nieco wyższe, niż w grupie 12 uczniów, którzy wykonali 3 i więcej LZP.

Po zrobieniu LZP wyraźnie się to zmieniło – wzrosło zainteresowanie fizyką w grupie, która robiła LZP (12 uczniów), a zmalało w grupie nierobiącej LZP (28 uczniów).

Stawianie pytań badawczych podczas pracy z LZP – praktyczne rozwijanie rozumowania naukowego. Nabywanie wiadomości w metodzie projektów – lekcyjnych zadaniach projektowych następowało drogą poszukiwań i „rozumowania naukowego”. Dzięki wysiłkowi myślowemu, uczniowie konstruowali nową wiedzę, stawiając pytania badawcze, następnie formułując hipotezy i szukając na nie potwierdzenia w zaplanowanym i przeprowadzonym doświadczeniu lub obaleniu hipotezy.

Uczniowie postawili min. następujące pytania badawcze:

- jak otrzymać kryształy soli, która została rozmieszana w wodzie?
- czy możemy wyznaczyć gęstość w ciele o regularnych kształtach (prostokątach)?
- jaka jest gęstość cukru i ołowiu?

Uczniowie do powyższych problemów badawczych sformułowali następujące hipotezy: Kryształy soli osadzą się na nici, która jest zanurzona w solonej wodzie.

- W ciele o regularnych kształtach możemy wyznaczyć gęstość.
- Według tabeli gęstości cukru wynosi 1520 kg/m^3 , a ołowiu $11\,336 \text{ kg/m}^3$.

Jak widać z postawionych pytań badawczych i hipotez uczniowie nie mają problemu z ich określaniem. Doskonale radzą sobie z rozwiązywaniem postawionych w sposób naukowy problemów.

Mocne i słabe strony grupy LZP ze względu na efekty realizacyjne

Tabela 27. Mocne i słabe strony grupy LZP

Mocne strony grupy LZP	Słabe strony grupy LZP
Łatwość w stawianiu hipotez, prowadzenia doświadczeń i wysuwaniu wniosków z doświadczeń	Trudności z dokumentacją doświadczeń oraz z uzasadnianiem wniosków
Szanse dla LZP	Zagrożenia dla LZP
Uczniowie poprzez LZP potrafią konstruować nową wiedzę poprzez stawianie pytań badawczych, formułowanie hipotez i szukania ich potwierdzenia lub ich obalenia	Uczniowie mogą nie lubić dokumentowania albo wysuwania wniosków i dlatego wpływają z nich niskie oceny punktowe

Opracowanie własne.

2. Wyniki eksperymentu w zakresie efektów kształcących

Dzieciom najbardziej odpowiada szeroki zakres aktywności, realizowanie licznych talentów, a nie tylko niektórych.

Ken Robinson

Centralnym pojęciem badania efektów kształcących metody projektów jest wiedza operatywna (wiadomości i umiejętności), postawy i rozumowanie naukowe. Jednak same umiejętności nie istnieją bez odpowiedniej porcji wiedzy, tak jak i wiedza pozostaje wątpliwa bez towarzyszących jej umiejętności.

Ponadto zarówno umiejętności, jak i niezbędna dla nich wiedza ujawnia się w konkretnych sytuacjach życiowych, w których mogą przydać się umiejętności związane z rozumowaniem naukowym. Jak ocenić efekty uczenia się? Na pytanie skierowane do uczniów: „czego się nauczyłeś podczas wykonywania projektu?”, odpowiedzieli, że „nauczyłem się”:

- jak robić doświadczenie z kryształami soli;
- jeśli będziemy znali wzory i będziemy wiedzieć, jak je zastosować w praktyce, będziemy potrafili zwizualizować bryłę, np. prostopadłościan (jeśli nie będziemy mieli go podanego) to bez najmniejszego problemu będziemy potrafili obliczyć gęstość danej bryły i dokładnie sformułować odpowiednią hipotezę;

– aby zmierzyć gęstość cieczy należy skorzystać ze wzoru „ $d = m/v$ ”. By móc korzystać z podanego wzoru należy znać masę i objętość substancji, którą możemy też samodzielnie obliczyć.

Efekty kształcące metody projektów to zmiany w sposobach dochodzenia do wiedzy, rozwijanie umiejętności, wytrwałości, rozumowania naukowego i zainteresowań fizyką poprzez zmianę postaw uczniów. Stevenson podkreślał, iż podczas pracy metodą projektów zdobyta wiedza nie jest najważniejsza, a na pierwszym miejscu stoi zmiana postawy.

Z przeprowadzonych badań, można zauważyć, iż 20% uczniów poprzez metodę projektów widocznie zmieniło swoją postawę z przeciwników uczenia się na tych, którzy uważają, że uczenie się jest ciekawe. W badaniach zwrócono uwagę podczas prezentacji i wypowiedzi uczniów, jak metoda projektów doprowadziła ich do wiedzy i praktycznego rozwoju rozumowania naukowego.

Wiedza operatywna (czynna) i umiejętności z fizyki (efekt kształcący 1)

Nabywanie wiedzy w metodzie projektów następuje głównie drogą rozumowania, dzięki wysiłkowi myślowemu ucznia, a nie poprzez pamięciowe przyswajanie.

John. A. Stevenson

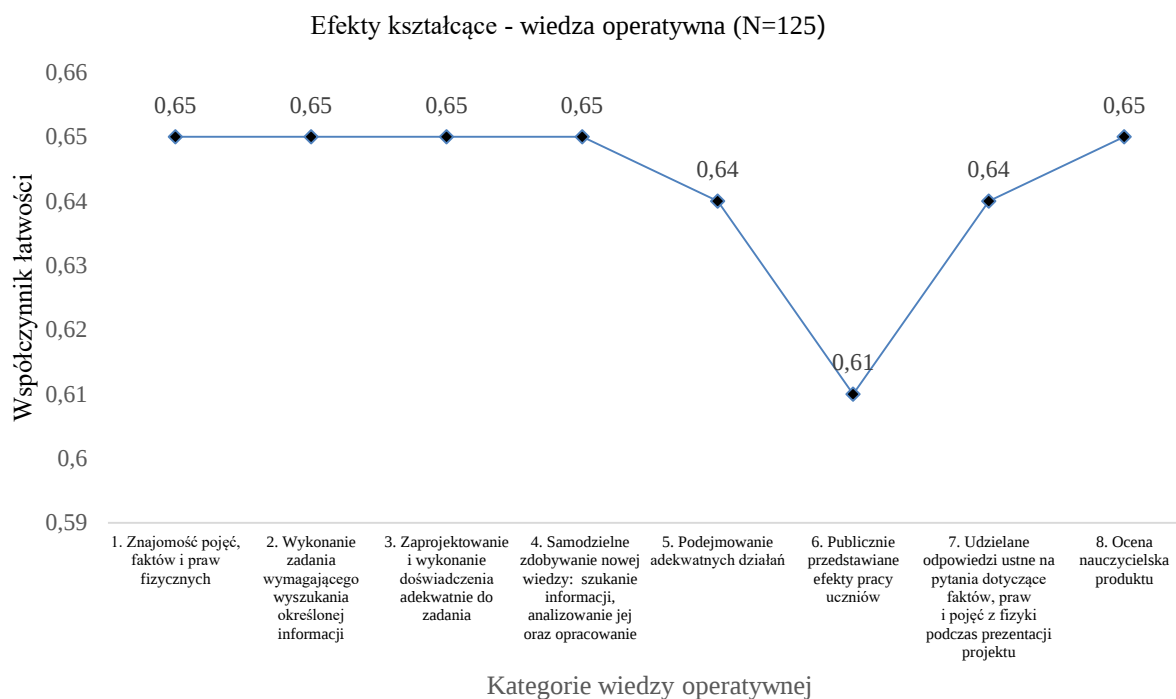
Drugi i trzeci szczegółowy problem badawczy niniejszej dysertacji dotyczył określenia skuteczności pedagogicznej odnośnie zapamiętywania i rozumienia wiadomości z fizyki, przejawiającej się w wykorzystaniu wiedzy operatywnej oraz kształtowania postaw wobec fizyki i uczenia się fizyki opartej na metodzie projektów realizowanych poprzez LZP.

Wiedza operatywna (czynna) w badaniu metody projektów pod względem efektów kształcących nie jest traktowana tylko jako zbiór faktów, definicji i pojęć. Obejmuje ona zarówno wiadomości z fizyki, jak i znajomość zasad rozumowania naukowego, polegającego na potwierdzaniu lub obalaniu postawionych przez uczniów hipotez. „Rozumowanie stanowi integralną część wiedzy, stwarzając podstawę do wykształcenia umiejętności związanych z naukami przyrodniczymi. Nie ma wiedzy bez rozumowania, nie ma też rozumowania bez wiedzy”¹²⁴. W rozdziale o wiedzy podkreślono, jak ważny w gimnazjum jest proces jej konstruowania w sposób indukcyjny i abdukcyjny, a nie jak obecnie odbywa się przekazywanie wiedzy – głównie w sposób dedukcyjny. W prowadzonych badaniach nie wysuwano na pierwszy plan wiadomości zdobytych w trakcie nauczania i uczenia się fizyki. „Wiadomości są raczej

¹²⁴ PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.

„budulcem” dla rozwinięcia umiejętności uczniów”¹²⁵. Następnie bardzo ważnym elementem opanowania przez uczniów wiedzy czynnej, która jest nieodzownym warunkiem wykonywania czynności nowych, dotychczas nieznanych jest rozwiązywanie problemów według siedmiu kategorii: znajomość pojęć, faktów i praw fizycznych, zaprojektowanie i wykonanie doświadczenia adekwatnie do zadania, wykonanie zadania wymagającego wyszukanie określonej informacji, samodzielne zdobywanie nowej wiedzy, szukanie informacji, analizowanie jej i opracowywanie, podejmowanie adekwatnych działań, publiczne przedstawianie efektów swojej pracy, udzielanie odpowiedzi na pytania dotyczące faktów, praw i pojęć z fizyki podczas prezentacji projektu realizowanego wcześniej poprzez LZP.

Poniżej podano wyniki łatwości poszczególnych kategorii efektów kształcących dotyczących wiedzy czynnej (operatywnej) i umiejętności uczniów na grupie 125 uczniów. Porównanie zebranych danych na wykresie pozwala stwierdzić, iż średni wynik w poszczególnych obszarach dotyczących nabytej wiedzy czynnej i umiejętności był podobny lub wręcz identyczny dla pięciu kategorii (por. wykres 7).



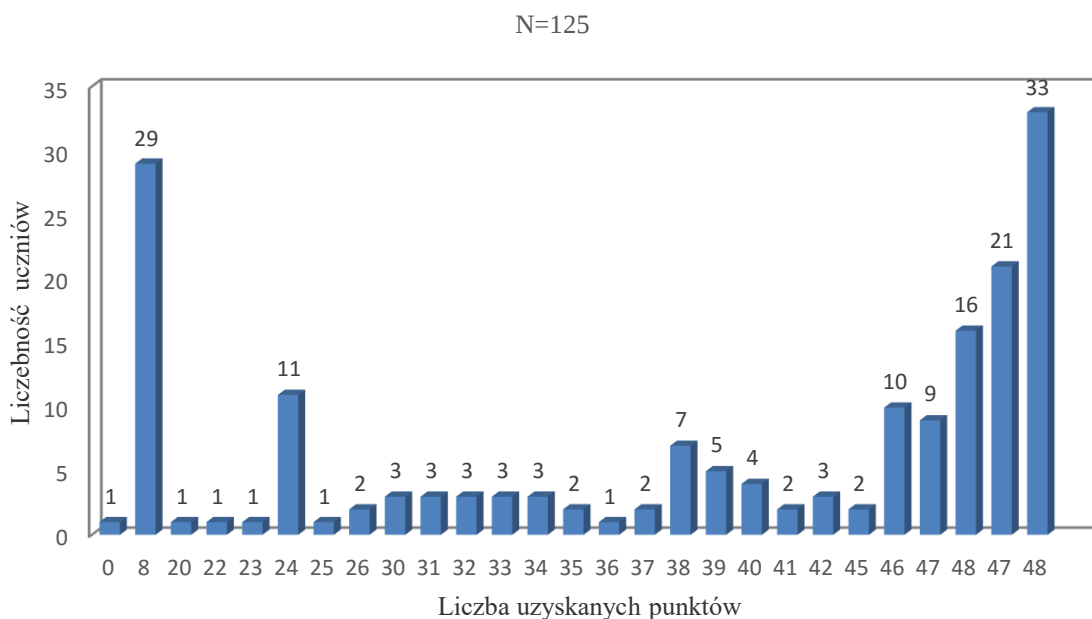
Opracowanie własne.

Wykres 7. Efekty kształcące w zakresie wiedzy operatywnej (wiadomości i umiejętności)

Do zdobycia z ośmiu kategorii zdobywania wiedzy operatywnej było maksymalnie 48 punktów. Zdobyło je aż 33 uczniów, co stanowi prawie jedną czwartą badanych.

¹²⁵ Tamże.

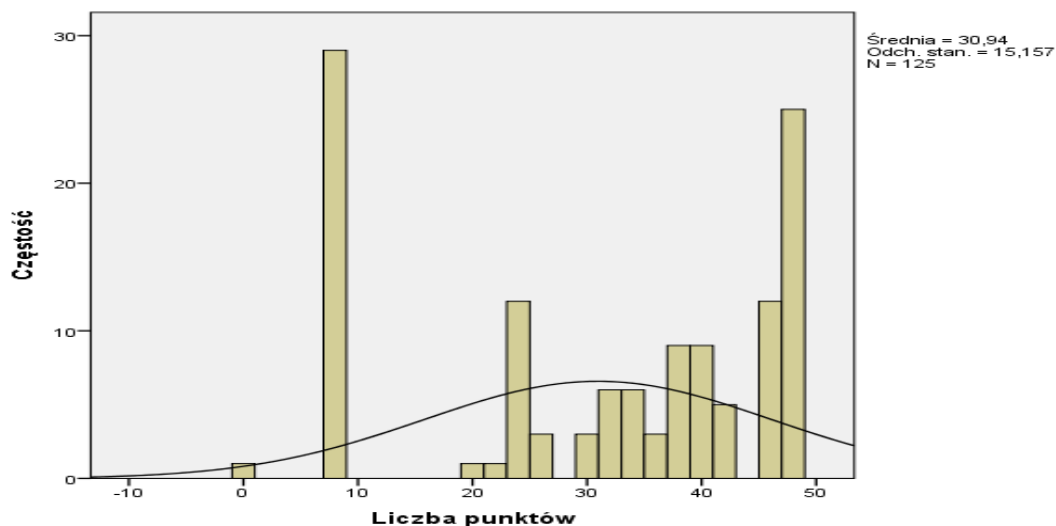
Interpretacja graficzna uzyskanych wyników



Opracowanie własne.

Wykres 8. Wyniki uczniów według liczby uzyskanych punktów

Wykres przesunięty w stronę wyników wyższych.



Opracowanie własne.

Wykres 9. Przybliżenie rozkładem normalnym dla uzyskanych wyników

Podstawowe wskaźniki statystyczne dotyczące wiedzy operatywnej grupy LZP (N=125)

Średnia arytmetyczna z nabywania wiedzy operatywnej wyniosła 30,94 punktu, co stanowi prawie 65%. Jak wspomniano 25% uczniów uzyskało maksymalną liczbą punktów dotyczącą nabywania wiedzy operatywnej. Prawie na równym poziomie uczniowie napisali powyżej średniej

jak również poniżej średniej, co może oznaczać, iż była duża grupa uczniów z niskim wynikiem 8 punktów.

Tabela 28. Wskaźniki statystyczne grupy LZP dotyczące efektów kształcących wiedzy operatywnej

Nazwa wskaźnika	LZP
Miary tendencji centralnej	
Średnia arytmetyczna	30,94
Mediana – wynik środkowy	35,00
Modalna – wynik dominujący	8
Miary rozrzutu	
Wynik maksymalny	48
Wynik minimalny	0
Rozstęp wyników	48
Odchylenie standardowe	15,157
Przedział wyników typowych	Wart min.15,78 Wart max. 46,09

Opracowanie własne.

Tabela 29. Wyniki powyżej i poniżej średniej

Liczba punktów	Liczebność	% z N w kolumnie
Poniżej średniej	64	51,2%
Powyżej średniej	61	48,8%
Ogółem	125	100,0%

Opracowanie własne.

Poprzez krótkie projekty, uczniowie sami konstruowali nową wiedzę odpowiadając na pytanie badawcze i wyszukując potrzebne wiadomości na zadany temat. Często wykonywali doświadczenia: budując modele samolotów, spadochrony, silniki elektryczne, czy mierząc ciepło właściwe wody.

Postawy wobec fizyki oraz wobec uczenia się fizyki (efekt kształcący 2)

Wszystkie dzieci mają ogromne talenty. A my marnujemy je, i to całkiem bezwzględnie. Twierdzę, że kreatywność jest teraz w edukacji tak samo istotna, jak nauka pisania i czytania. I powinniśmy traktować je na równi.

Ken Robinson

Mierzone za pomocą skali Likerta wartości postaw, pozwoliły na wyciąganie ogólnych wniosków badawczych i określenie przychylności lub nieprzychylności uczniów wobec pracy metodą projektów poprzez LZP.

Dla porównania otrzymanych wyników z badaniami PISA 2006¹²⁶ wprowadzono z ankiety na zainteresowania fizyką AZF 5 skal porównawczych. Są to:

- radość z uczenia się,
- związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową,
- pewność siebie w naukach przyrodniczych,
- związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi,
- zainteresowanie fizyką poza szkołą oraz pytanie otwarte – wybór konkretnych zawodów.

Wyniki ankiety zainteresowania fizyką AZF dla grupy eksperymentalnej

Zebrane dane postaw w komponencie emocjonalnym dla grupy LZP prezentuje tabela 30.

Na podstawie uzyskanych danych zauważalna jest największa różnica pomiędzy badanymi uczniami grupy eksperymentalnej między pretestem i posttestem w związku przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi.

Tabela 30. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami 5 skal postaw w grupach LZP

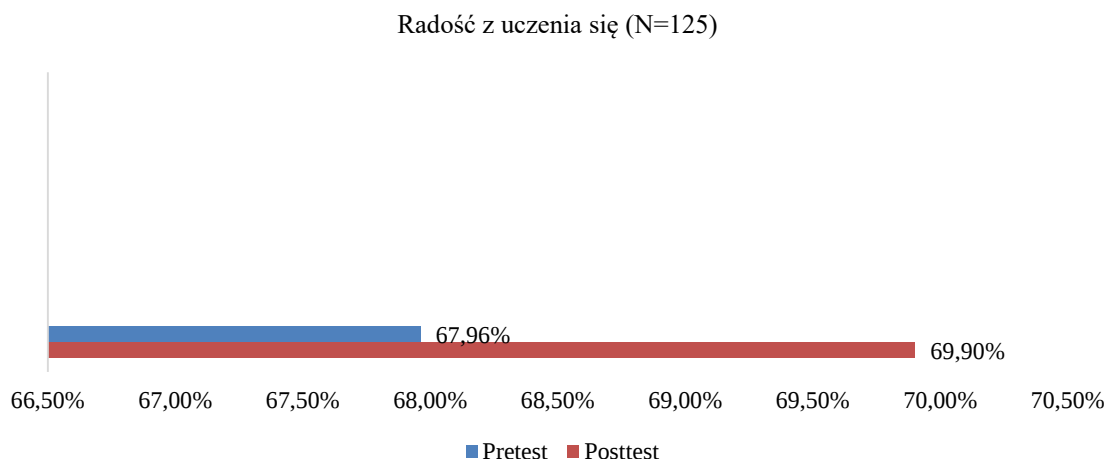
Kategoria AZF	Odsetek uczniów zgadzających się Średnia (%)	
	LZP 2014	
	Pretest	Posttest
Radość z uczenia się	67,96%	69,90%
Związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową	67,44%	67,20%
Pewność siebie w naukach przyrodniczych	58,60%	69,64%
Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi	60,50%	76,03%
Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą	69,12%	67,15%

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli ukazując tych uczniów, którzy podali stwierdzenia, że zgadzają się i tych, którzy odpowiedzieli zdecydowanie się zgadzam. Opracowanie własne.

Powyższe zestawienia ujęto na poziomych wykresach słupkowych.

Dla grupy eksperymentalnej podczas badań radości uczenia się wystąpił wzrost o 2% z 68% do 70%.

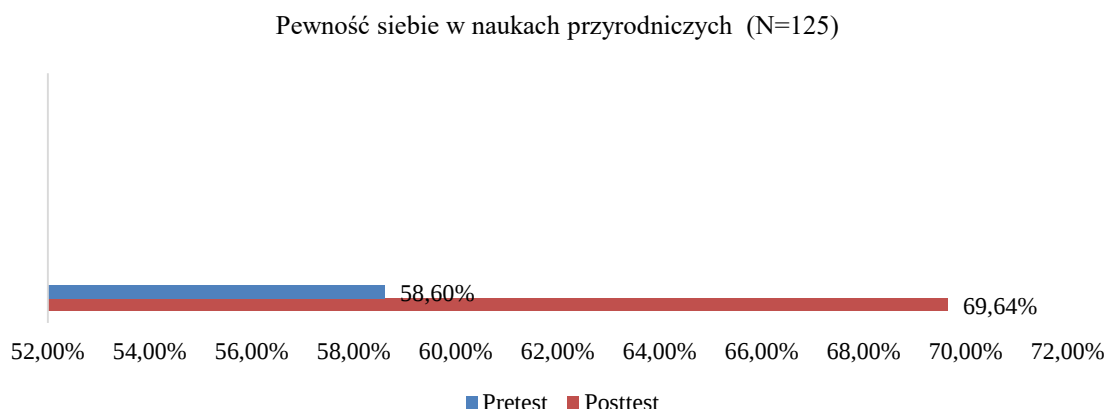
¹²⁶ R. Caygill, *PISA 2006 Student attitudes to and engagement with science...*, wyd. cyt.



Opracowanie własne.

Wykres 10. Radość uczenia się ze względu na pretest i posttest

Dzięki metodzie projektów, nawet po półrocznym stosowaniu następuje wysoki wzrost pewności siebie w uczeniu się fizyki (posttest 70% wzrost o ponad 11% w stosunku do pretestu 59%).

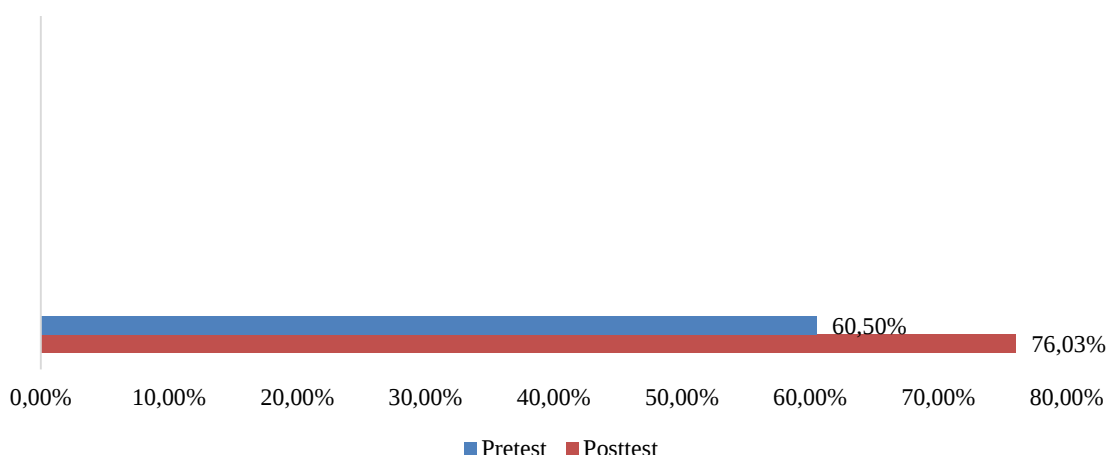


Opracowanie własne.

Wykres 11. Pewność siebie w naukach przyrodniczych ze względu na pretest i posttest

Największy wzrost motywacji uczenia się uczniów w związku planowania przyszłości zawodowej związanej z naukami przyrodniczymi po półrocznym uczeniu się poprzez LZP (wzrost o prawie 16% w posttestie z 60% do 76%). Widać iż w porównaniu z badaniami PISA w 2006 roku nastąpił duży wzrost zainteresowania naukami przyrodniczymi odnośnie planowania przyszłości zawodowej. Przeciętny wskaźnik dla Polski (około 32%) w 2006 roku na tej skali był wyższy od średniej OECD (poniżej 30%).

Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi (N=125)



Opracowanie własne.

Wykres 12. Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi

Szczegółowe wyniki z radości uczenia się

Tabela 31. Odsetek uczniów mających radość z uczenia się fizyki

Stwierdzenia uczniów z radości uczenia się	Odsetek uczniów zgadzających się, Średnia (%)	
	LZP 2014	
	Pretest	Posttest
Lubię zdobywać nową wiedzę naukową	70,3%	74,3%
Odczuwam wielką radość, podczas uczenia się na tematy związane z nauką	72,9%	77,1%
Jestem zainteresowany uczeniem się o fizyce	64,4%	65,1%
Lubię czytać o zagadnieniach naukowych z fizyki	57,6%	62,4%
Lubię rozwiązywać problemy naukowe z fizyki	74,6%	70,6%
Średnia	67,96%	69,90%

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli ukazują tych uczniów, którzy podali stwierdzenia, że zgadzają się i tych, którzy odpowiedzieli zdecydowanie się zgadzam. Opracowanie własne.

Największy wzrost z pięciu kategorii radości uczenia się (około 5%) w postteście zanotowano dla stwierdzeń: odczuwam wielką radość, podczas uczenia się na tematy związane z nauką (z 73 do 77%) oraz lubię czytać o zagadnieniach naukowych z fizyki (z 58 do 62%).

Wyniki związku uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową

Tabela 32. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami motywacji instrumentalnej

Motywacja instrumentalna do uczenia się nauk przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)	
	LZP 2014	
	Pretest	Posttest
Warto włożyć wysiłek w naukę fizyki, bo to mi pomoże w pracy, którą chcę wykonywać w przyszłości	64,5%	58,3%
To, czego się uczę na fizyce jest dla mnie ważne, ponieważ będzie mi potrzebne w dalszej nauce	72,7%	72,8%
Uczę się fizyki, ponieważ wiem, że jest to dla mnie użyteczne	72,7%	74,8%
Warto się uczyć fizyki, bo to, czego się nauczę, zwiększy w przyszłości moje szanse zawodowe	69,1%	68,0%
Na fizyce nauczę się wielu rzeczy, które pomogą mi dostać pracę	58,2%	62,1%
Średnia	67,44%	67,20%

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje dla umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie własne.

Wyniki pewności siebie w naukach przyrodniczych

Tabela 33. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami dotyczącymi pewności siebie w naukach przyrodniczych

Stwierdzenia uczniów o pewności siebie w naukach przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się, średnia (%)	
	LZP 2014	
	Pretest	Posttest
Uczenie się złożonych zagadnień z fizyki byłoby dla mnie łatwe	51,7%	71,2%
Zazwyczaj potrafię dobrze odpowiedzieć na pytania na sprawdzianie z fizyki	65,5%	66,3%
Szybko przyswajam zagadnienia z fizyki	51,7%	71,2%
Zadania z fizyki są dla mnie łatwe. Na lekcjach fizyki dobrze rozumiem przedstawiane pojęcia	58,6%	68,3%
Nie mam kłopotu ze zrozumieniem nowych zagadnień z fizyki	65,5%	71,2%
Średnia	58,60%	69,64%

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje dla umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie własne.

Metoda projektów pozytywnie wzmacnia pewność siebie w uczeniu się fizyki i nauk przyrodniczych. Dlatego zaleca się częste stosowanie tej metody dla zwiększenia pewności siebie.

Wyniki związku przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi

Tabela 34. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami na temat przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych

Stwierdzenia w sprawie przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)	
	LZP 2014	
	Pretest	Posttest
Chciałabym/chciałbym pracować w zawodzie związanym z naukami przyrodniczymi	56,5%	81,9%
Chciałabym/chciałbym studiować nauki przyrodnicze lub pokrewne dyscypliny po skończeniu szkoły średniej	63,8%	73,6%
Chciałabym/chciałbym spędzić życie na zgłębianiu zagadnień z zakresu nauk przyrodniczych	56,5%	73,6%
Jako osoba dorosła chciałabym/chciałbym uczestniczyć w badaniach z zakresu nauk przyrodniczych	65,2%	75,0%
Średnia	60,50%	76,03%

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego rachunku są: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i nie zgadzam się. Proporcje umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie zgodzili. Opracowanie własne.

Wyniki zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą w czasie wolnym

Tabela 35. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą

Aktywność „naukowa” uczniów poza szkołą	Średnia w%	
	LZP 2014	
	Pretest	Posttest
Oglądać w telewizji programy i filmy naukowe	46,1%	51,9%
Pożyczać lub kupować książki o odkryciach naukowych	76,5%	74,1%
Przeglądać strony internetowe poświęcone tematom przyrodniczym	70,4%	61,1%
Słuchać programów radiowych o odkryciach w naukach przyrodniczych	70,4%	70,4%
Czytać czasopisma naukowe albo artykuły w gazetach lub Internecie poświęcone tematom przyrodniczym	73,0%	67,6%
Chodzić na kółko przyrodnicze	78,3%	77,8%
Średnia	69,12%	67,15%

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje dla umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie własne.

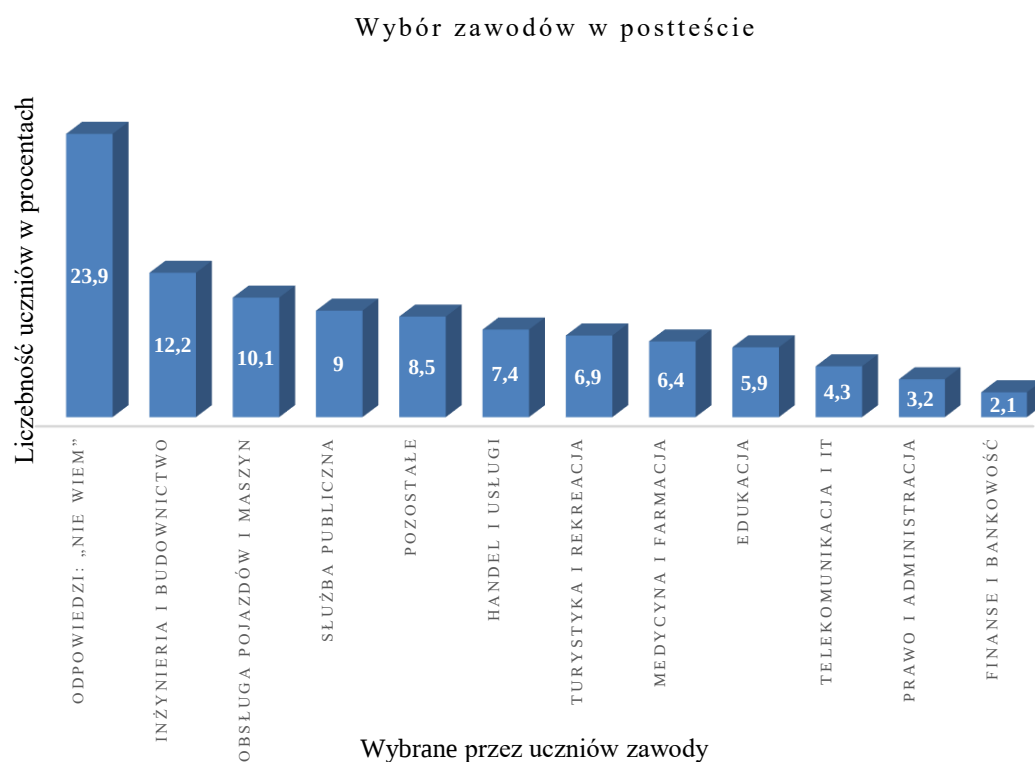
Wybór zawodów przez uczniów

Analizując wybory uczniów w zakresie przewidywanego przez nich zawodu, jaki będą wykonywać, dokonano podziału na 11 kategorii (zob. wykresy 13 i 14). Dodatkowo wyodrębniono odpowiedzi uczniów, którzy nie potrafili wyobrazić sobie, jaki zawód będą wykonywać mając 30 lat. Żeby łatwiej było porównać wyniki uzyskane w preteście i postteście wykorzystano wykresy obrazujące odsetek ważnych odpowiedzi odnośnie wyobrażeń uczniów o wykonywanym w przyszłości zawodzie.



Opracowanie własne.

Wykres 13. Rozkład odpowiedzi uczniów w preteście odnośnie planowanego zawodu w podziale na kategorie



Opracowanie własne.

Wykres 14. Rozkład odpowiedzi uczniów w postteście odnośnie planowanego zawodu w podziale na kategorie

Rozumowanie naukowe (efekt kształcący 3)

Czwarty szczegółowy problem badawczy dotyczył ustalenia skuteczności pedagogicznej w zakresie określonego poziomu rozumowania naukowego uczniów, które zostało zdiagnozowane testem Lawsona.

Co mierzy test Lawsona? Narzędzie wykorzystane w prowadzonych badaniach rozwijane było od lat 70. XX wieku przez A.E. Lawsona¹²⁷, a swój kształt zyskało w 2000 roku i było wykorzystywane w licznych badaniach na świecie. Polska wersja została przygotowana do adaptacji poprzez trzykrotne tłumaczenie wsteczne przez dwóch niezależnych tłumaczy z wersji angielskojęzycznej. Narzędzie to zostało w opisywanych badaniach użyte po raz pierwszy w Polsce. Test składa się z 24 zadań „tekstowych”, które zmuszają badanych do rozwiązywania różnych zadań problemowych. Wybór jest ograniczony do 2, 3, 4 lub 5 odpowiedzi, w zależności od pytania. Pytania są wiązane ze sobą w taki sposób, że odpowiedź w jednym zadaniu wymaga podania uzasadnienia wyboru w kolejnym. Ogranicza to znacznie kwestie poprawności odpowiedzi związaną z posiadaniem jakiejś wiedzy, a koncentruje się na sposobie dochodzenia do wniosku, czyli rozumowaniu. Prawidłowe rozwiązanie wymaga zastosowania procedur przyjmowanych przez naukowców, jednak treść zadań jest tak dobrana, że materiał na jakim operują badani jest konkretny – przedmioty, które można spotkać w życiu codziennym. Wyklucza to sytuacje, w której abstrakcyjność zadania uniemożliwiałaby badanemu podjęcie rozumowania. Dlatego test bada w dość prosty sposób podstawowe aspekty rozumowania. Oprócz wyniku ogólnego mierzonego liczbą punktów zdobytych spośród 24 możliwych, otrzymujemy wyniki w sześciu skalach szczegółowych podanych poniżej.

1. **Rozumowanie oparte na niezmiennikach** (niezmienniki) – podstawowy rodzaj myślenia, który uwzględnia, że przekształcenia fizyczne – np. zmiana kształtu przedmiotu – nie zmienia jednak jego objętości lub masy. W normalnym rozwoju dzieci w wieku szkolnym zwykle opanowują taki rodzaj myślenia (co oczywiście nie oznacza, że nie popełniają błędów w tym sposobie myślenia). Maksymalnie badany może zdobyć 4 punkty.

2. **Rozumowanie proporcjonalne** – rodzaj rozumowania, który uwzględnia uznawania zachodzenia proporcji pomiędzy różnymi zjawiskami. Na podstawie jednego zjawiska możemy przewidywać wynik drugiego, ponieważ znamy proporcję czynników biorących w nich udział. Maksymalnie 4 punkty do zdobycia.

3. **Rozumowanie oparte na kontroli zmiennych** (kontrola zmiennych) – rozumowanie oparte na konieczności uwzględniania różnego wpływu kilku czynników (zmiennych) na ostateczny wynik jakiegoś zjawiska. Jest to rodzaj rozumowania, który jest potrzebny, by móc

¹²⁷ Por. np. *Science*: „Learning and Scientific Reasoning”, Bao et al., 323-5914, s. 586–587, 01/30/2009.

eksperymentować w znaczeniu naukowym – wyciągać wnioski z doświadczeń empirycznych i w ogóle prowadzić takie doświadczenia. Tu można zdobyć maksymalnie 6 punktów.

4. **Rozumowanie probabilistyczne** – rozumowanie oparte na uwzględnianiu i szacowaniu prawdopodobieństwa wystąpienia jakiegoś zjawiska na podstawie informacji o ilości zmiennych i sposobie ich wybierania „do użytku”. Maksymalnie 4 punkty.

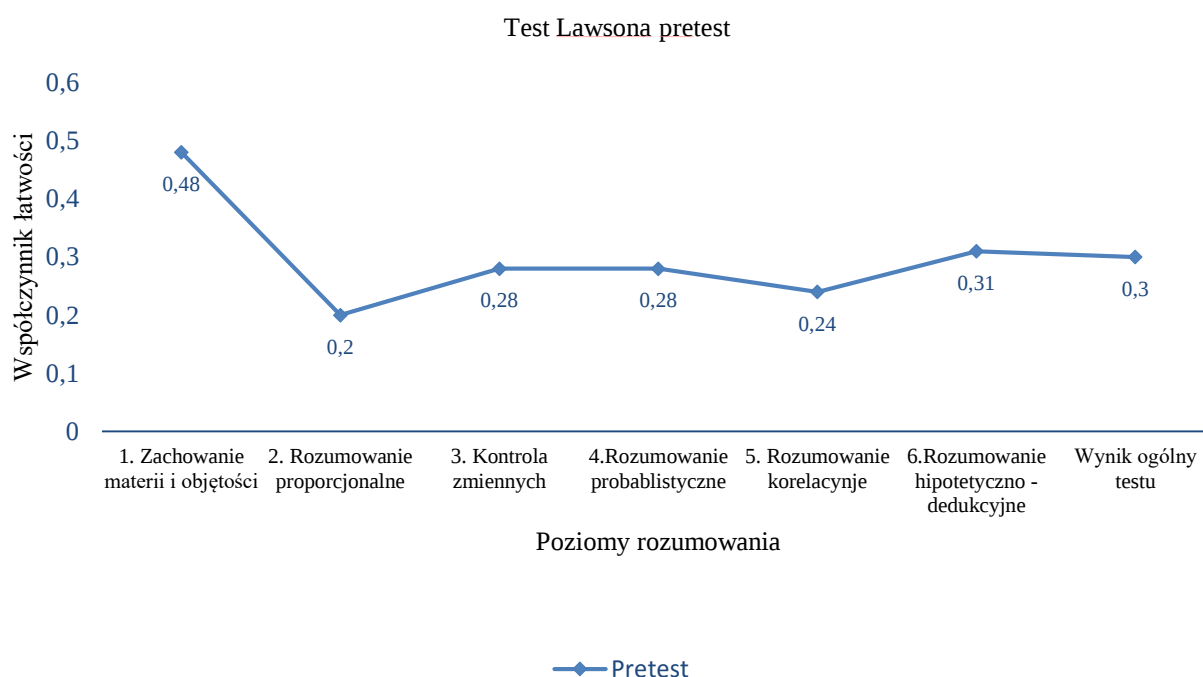
5. **Rozumowanie korelacyjne** – rozumowanie oparte na umiejętności dostrzegania współzależności zjawisk i przewidywaniu przebiegu jednego na podstawie drugiego (współzmiennego). Tu badani mogą zdobyć maksymalnie 2 punkty.

6. **Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne** – opiera się na stawianiu hipotez (dostrzeganiu możliwości postawienia hipotezy) i przewidywaniu, jak można je weryfikować empirycznie. Tu badani mogą zdobyć maksymalnie 4 punkty.

Porównanie testu początkowego i końcowego na rozumowanie naukowe

Poniżej przedstawiono wyniki ogólne testu Lawsona w grupie LZP w preteście, czyli podczas rozpoczęcia badań, kiedy to uczniowie nie pracowali jeszcze metodą projektów.

Rozumowanie naukowe pretest grupy LZP (N=125), październik 2013 rok

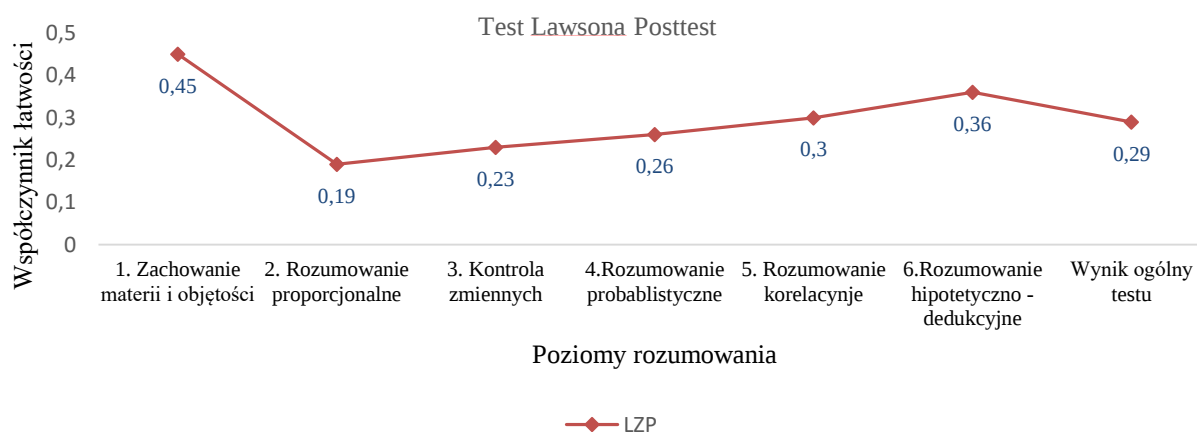


Opracowanie własne.

Wykres 15. Wyniki pretestu Lawsona w październiku 2013 roku na rozpoczęcie badań dla grupy LZP

W przeprowadzonym postteście widoczne są osiągnięte niższe wyniki niż w preteście. Można było spodziewać się, że wyniki w postteście będą wyższe. Taki rozkład wyników budzi pewne zastanowienie – szczególnie jeśli chodzi o tak znaczne zróżnicowanie w wynikach dla poszczególnych skal. Wyjaśnienie na następnej stronie.

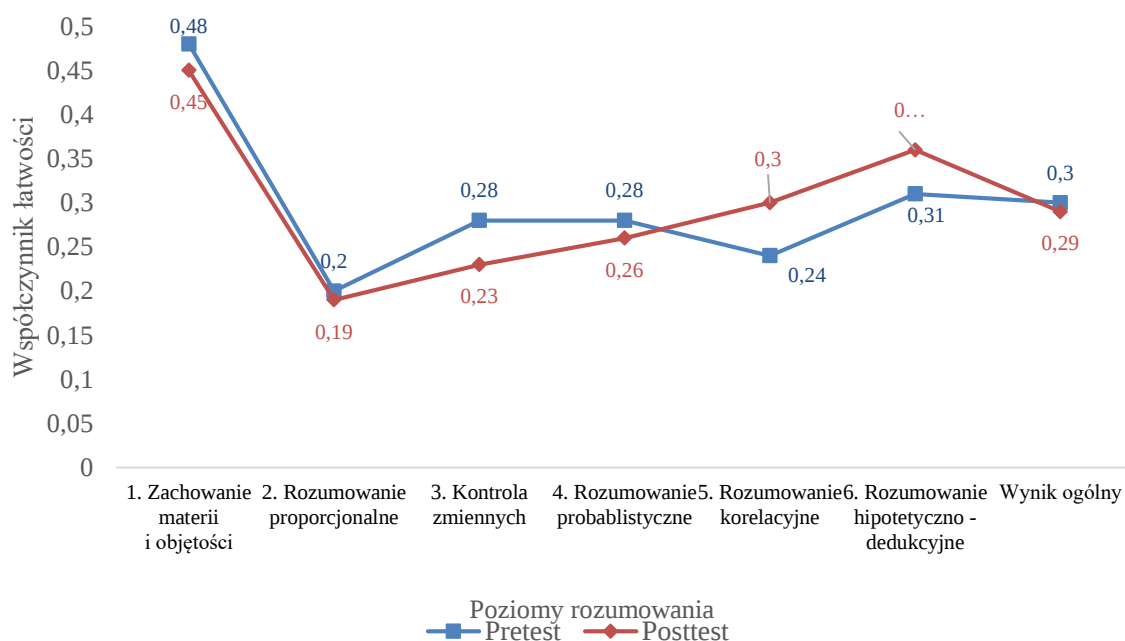
Rozumowanie naukowe posttest LZP (N=125), styczeń 2014 rok



Opracowanie własne.

Wykres 16. Wyniki posttestu Lawsona w styczniu 2014 roku dla grupy LZP

Porównanie wyników testu Lawsona pretest październik 2013 r. – posttest styczeń 2014 r.



Opracowanie własne.

Wykres 17. Wyniki pretestu 2013 i posttestu Lawsona 2014 dla grupy LZP

Bardzo ciekawie wyniki widoczne są w postteście – po pierwsze rozkład wyników ma bardzo zbliżony profil. Różnice pomiędzy poszczególnymi skalami są niewielkie (od 3 do 5 punktów procentowych). Jednocześnie jednak ogólne wyniki dla posttestu są niższe. Grupa LZP nieco obniżyła swoje wyniki w zakresie rozumowania proporcjonalnego oraz kontroli zmiennych. Wyniki są minimalnie niższe niż były w preteście. Dokładniejsze różnice dla grupy i w zakresie dwóch pomiarów rozumowania pokazuje tabela 36. Istotne wydaje się zadanie sobie pytania, dlaczego obserwujemy obniżenie wyników – w różnych skalach. Jednym z możliwych wytłumaczeń jest fakt iż posttest był przeprowadzony w środku roku szkolnego, tuż po zrealizowaniu z grupą LZP ich projektów. Można więc mieć tu sytuację, w której obciążenie nauką i związane z tym zmęczenie oraz przebudowa struktur poznawczych odbywająca się w tym czasie dały efekt widoczny w postaci niższych wyników. Poniżej dokonano szczegółowej analizy różnic z uwzględnieniem istotności różnic pomiędzy skalami oraz pomiędzy dwoma pomiarami, a także przyjrano się jak zmieniały się wyniki dla uczniów, którzy uzyskali różny poziom (szczególnie dla uczniów z wynikami skrajnymi – niskimi i wysokimi).

Tabela 36. Wyniki testu Lawsona grupy LZP ze względu na 6 poziomów rozumowania i wynik ogólny

Wyniki	Wynik ogólny		Zachowanie materii i objętości		Rozumowanie proporcjonalne		Kontrola zmiennych		Rozumowanie prawdopodobieństwa		Rozumowanie korelacyjne		Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Grupa LZP	30%	29,39%	48,2%	45%	19,6%	19%	27,5%	23%	27,6%	26%	24%	30%	31%	36%

Opracowanie własne.

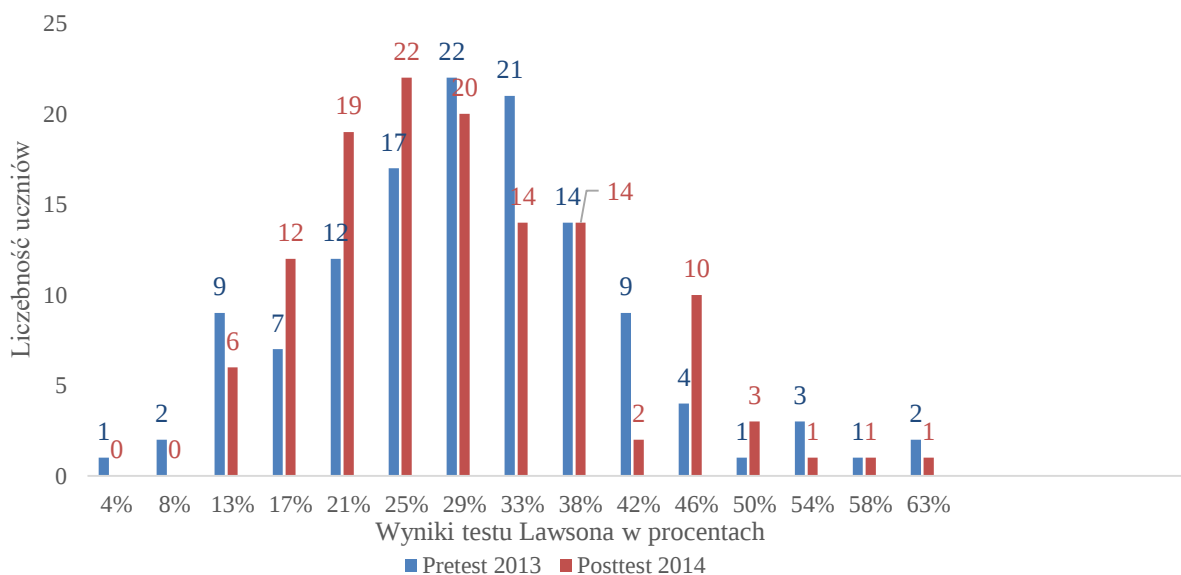
Identyczny układ wyników uzyskano dla rozumowania opartego na niezmiennikach oraz dla rozumowania prawdopodobieństwa (probabilistycznego).

W wypadku rozumowania proporcjonalnego nastąpił nieznaczny spadek wyników (z 0,22 na 0,19) oraz kontroli zmiennych (z 0,28 do 0,23).

W zakresie rozumowania współzależności (korelacyjnego) wystąpiła sytuacja inna niż wcześniej – utrzymuje się niewielka przewaga wyników posttestu (wzrost z 0,25 do 0,3) oraz dla rozumowania hipotetyczno – dedukcyjnego (wzrost z 0,29 do 0,36) – tu zostaje zniwelowana największa różnica pomiędzy wynikami z pretestu i posttestu.

Później dokonany zostanie pomiar istotności różnic, który okaże się istotny, czyli będzie można z dużym prawdopodobieństwem wnioskować, że jest ona wynikiem faktycznej zmiany w zakresie rozumowania, a nie jedynie kwestią przypadku, który może wpłynąć na wynik przy takiej liczebności grup jaka była w badaniu.

Dla uchwycenia bardziej szczegółowych różnic w zmianach wyników pretestu i posttestu poniżej przedstawiono wykres obrazujący wyniki testu dla grupy LZP w podziale na poszczególne otrzymane wyniki – od najniższych (4%) po najwyższe (63%).



Opracowanie własne.

Wykres 18. Porównania pretestu 2013 i posttestu 2014

Patrząc na wyniki w podziale na poszczególne poziomy generalnej tendencji spadkowej przeczą wyniki dla podgrupy „słabe” – tj. w postteście nie ma uczniów o najniższych wynikach, a wzrasta liczba uczniów, którzy zyskują wyniki w zakresie 17-25%. Niewielki wzrost występuje także wśród tych którzy uzyskali wyniki w okolicy 45 i 50 % (co przy średnim – ogólnym wyniku 30) stanowi bardzo dobry wynik dla tej grupy.

Poniżej przedstawiono tabele z zastosowanymi testami porównawczymi wyników testu Lawsona – Grupa LZP.

Tabela 37. Zastosowane testy porównawcze dla pretestu i posttestu

Skala TRN LZP	Czy rozkład jest normalny?		Jaki test zastosowano do porównań?
	Pretest	Posttest	
Wynik ogólny	Nie	Tak	Test Wilcoxona
Zachowanie materii i objętości	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie proporcjonalne	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Kontrola zmiennych	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie prawdopodobieństwa	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie współzależności	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne	Nie	Nie	Test Wilcoxona

Opracowanie własne.

Tabela 38. Poziom istotności p pretestu 2013 i posttestu 2014 r. testu Lawsona oraz wyniki TRN dla grupy LZP

Skala TRN LZP	Średni wynik		Poziom istotności p	Czy różnica jest istotna statystycznie?
	Pretest	Posttest		
Wynik ogólny	30%	29,39%	0,53	Nie
Zachowanie materii i objętości	48,2%	45%	0,66	Nie
Rozumowanie proporcjonalne	19,6%	19%	0,94	Nie
Kontrola zmiennych	27,5%	23%	0,02	Tak
Rozumowanie prawdopodobieństwa	27,6%	26%	0,54	Nie
Rozumowanie współzależności	24%	30%	0	Tak
Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne	31%	36%	0,06	Nie

Opracowanie własne.

Brak istotnych statystycznie różnic. Uczniowie, którzy nie robili LZP, dla nich nie spodziewaliśmy się poprawy. Najbliżej jest rozumowanie proporcjonalne oraz rozumowanie współzależności.

Ogólne wyniki pomiędzy pretestem i posttestem w grupie eksperymentalnej były spadkowe. Spadek dla grupy eksperymentalnej LZP wyniósł 0,61%. Jak wykazały badania, szczególna forma projektów, lekcyjne zadanie projektowe LZP rozwijają u uczniów rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne oraz rozumowanie korelacyjne. Wynika to z różnicy pomiędzy pretestem i posttestem, dla których okazała się różnica statystyczna 6% na korzyść posttestu w przypadku tych dwóch skal.

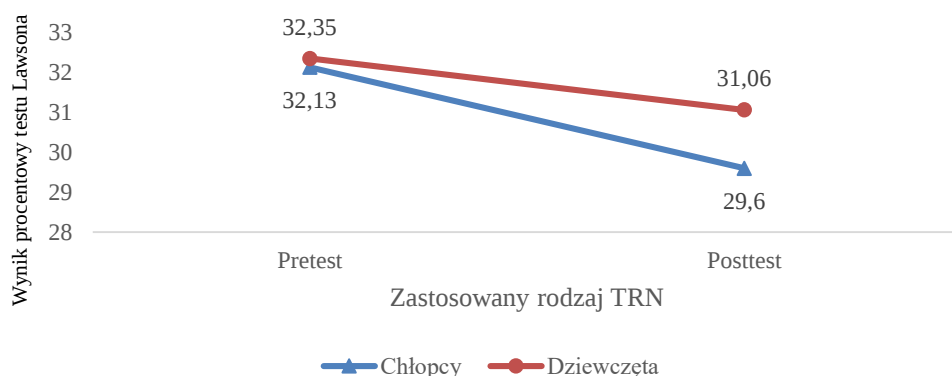
LZP pomogły najsłabszym uczniom podnieść wyniki, bo blisko o połowę zmniejszyła się liczba uczniów, która z części testu Lawsona dotyczącego rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego otrzymała wynik 0%. W grupie 125 uczniów LZP spadek wyników dotyczył 55 uczniów, bez zmian napisało test Lawsona 24 uczniów, a wynik wyższy niż w preteście uzyskało 46 uczniów. Dla skali rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego spadek dotyczył 31 uczniów, bez zmian było 44, a wzrost wyników dotyczył 50 uczniów.

Test Lawsona wypadł słabo, średnio na 33%. Tylko 10 uczniów napisało go powyżej 50%, a w tym tylko 3 powyżej 70%. Najlepszy wynik uzyskał w badaniach pilotażowych Tomasz, Laureat Wojewódzkiego Konkursu Matematycznego dla Gimnazjalistów (wynik 79%). Test Lawsona okazał się bardzo trudny dla uczniów klas I. Kilku uczniów podało informację, że test jest za długi i nie chce im się rozwiązywać tak trudnego testu. Uczeń klasy I gimnazjum W. Krystian powiedział, iż nie rozwiąże testu, gdyż ma testowstręt.

Ciekawe wyniki uzyskano z testu Lawsona dla 28 uczniów, którzy nie wykonali żadnego projektu LZP oraz dla 12 uczniów, którzy wykonali 3 i więcej LZP. Okazało się, że w preteście grupa 28 uczniów uzyskała wynik ogólny 31,1%, a w postteście 29,69%. Grupa uczniów

wykonująca 3 i więcej LZP na początku uzyskała wynik 27,92%, czyli niższy niż uczniowie nie zainteresowani projektami, a na końcu badań pod koniec stycznia uzyskali średni wynik 32,08%.

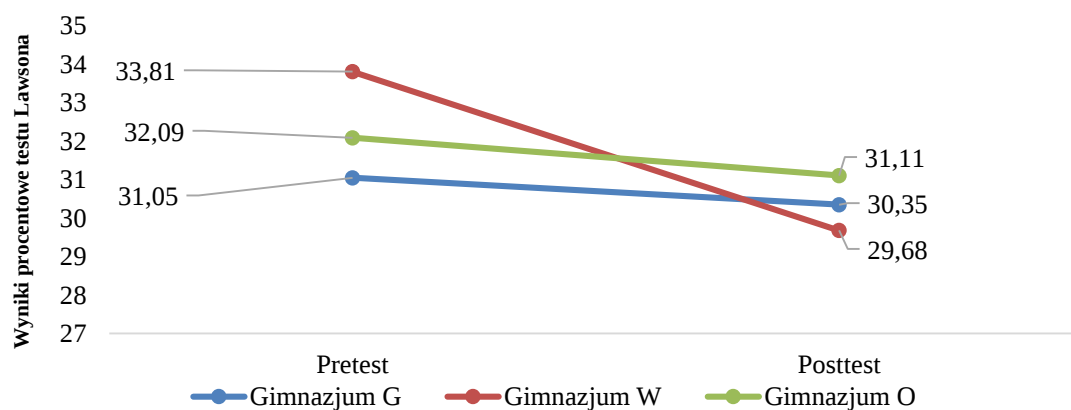
Podobnie jak z ogólnym wynikiem rozumowania, początkowo zainteresowanie w grupie, która później robiła 3 LZP lub więcej było nieco niższe, niż w grupie, która nie robiła LZP. Po zrobieniu LZP wyraźnie się to zmieniło – wzrosło zainteresowanie fizyką w grupie, która robiła, a zmalała w grupie nierobiącej oraz wzrosło rozumowanie naukowe. Poniżej przedstawiono na wykresie liniowym wyniku testu Lawsons'a ze względu na płeć.



Opracowanie własne.

Wykres 19. Wyniki pretestu i posttestu Lawsons'a ze względu na płeć

Poniżej wykres wyników TRN ze względu na szkoły.



Opracowanie własne.

Wykres 20. Wyniki pretestu i posttestu Lawsons'a ze względu na szkoły

Obraz grupy LZP na podstawie wyników testu Lawsons'a. Na podstawie interpretacji wyników testu Lawsons'a oraz uwzględniając inne, niewymienione do tej pory czynniki, wpływające na wyniki kształcenia, wypełniono poniższą tabelę. Wpisy koncentrowały się wokół

tych aspektów, na które dana grupa LZP ma wpływ, czyli po pierwsze organizacji nauki w szkole, a po drugie dydaktyki, czyli codziennych zajęć z uczniami.

Tabela 39. Mocne i słabe strony grup LZP ze względu na sposób rozumowania naukowego

Mocne strony grupy	Słabe strony grupy
LZP: wzrosło istotnie statystycznie rozumowanie korelacyjne oraz hipotetyczno-dedukcyjne	LZP: ogólny wynik LZP w postteście się zmniejszył
Szanse dla grup	Zagrożenia dla grup
LZP: możliwość praktycznego rozwinięcia rozumowania naukowego	LZP: Słabe wyniki testu Lawsona

Opracowanie własne.

Analiza wyników testu Lawsona po przeprowadzeniu posttestu odroczonego

Posttest odroczony został wykonany w maju 2015 roku, aby sprawdzić wyniki uzyskane po jednym roku uczenia się metodą projektów – lekcyjnymi zadaniami projektowymi LZP.

Przyjęto założenie, że dokonano tego pomiaru, głównie ze względu na fakt, który był zaskoczeniem – w badanej grupie eksperymentalnej, w większości skal odnotowano spadki w postteście. Jak pisano powyżej mogło to być spowodowane trwającymi procesami uczenia się. Tendencja spadkowa była wyraźna w grupie LZP (eksperymentalnej), u której spodziewano się osiągnąć wyniki wyższe. Jeśli hipoteza o trwających zmianach tuż po wykonaniu LZP okazałaby się słuszna w przedstawionym poniżej – odroczonego badaniu wyniki powinny okazać się wyższe.

W tym badaniu wyraźnie widać proces deautomatyzacji czynności uczenia się. „Pojęcie «deautomatyzacji» wprowadzili M.M. Gili i M. Brenman, ujmując je jako stan (układ warunków), który stwarza szansę zmiany we względnej autonomii (...) i jest wstrząsem, po którym może nastąpić postęp bądź cofnięcie się na danym poziomie organizacji (cyt. za: Holzman, 1969, s.205). Deautomatyzacja powoduje reorientację uwagi na te procesy i zdarzenia, które nie były nią objęte od momentu, gdy zostały zautomatyzowane. Rezultatem takiej reorientacji jest przynajmniej czasowe zakłócenie danej funkcji. (...) Pojęcie automatyzacji rozwinął H. Hartmann, w toku rozważań i badań nad uczeniem się dobrze zdefiniowanych i ustalonych działań. (...) W dobrze zdefiniowanych i ustalonych zadaniach czynności są wykonywane automatycznie. Występuje automatyczne zintegrowanie zarówno somatycznych przejawów, jak i pojedynczych aktów umysłowych. Wraz ze wzrostem liczby ćwiczeń czynność stopniowo wychodzi spod kontroli świadomości. Dotyczy to zarówno zachowań motorycznych, jak i percepcyjnych oraz umysłowych. Automatyzacji ulegają zarówno mówienie i czytanie, jak i metody rozwiązywania zadań. (...) Deautomatyzacja nabiera znaczenia w kontekście omawianego wcześniej dysonansu poznawczego oraz procesu atrybucji. Jest ona procesem, który z jednej strony może powodować

dysonans lub być jego skutkiem, a z drugiej - może wpływać na proces atrybucji, na jego restrukturyzację”¹²⁸. Udział w badaniu wzięło 93 uczniów, którzy reprezentowali grupę LZP (liczącą wcześniej 125 uczestników badań).

Opis statystyczny grupy LZP posttestu odroczonego

W badaniach odoczonych 2015 chłopcy stanowili prawie 60% spośród badanych wcześniej uczniów. Połowę stanowili uczniowie gimnazjum G i gimnazjum W. Również 60% uczniów reprezentowało klasy III.

Tabela 40. Liczebność uczniów w postteście odroczonego 2015 ze względu na płeć

Wyszczególnienie		Liczebność	% z N w kolumnie
Płeć	chłopcy	55	59,1%
	dziewczeta	38	40,9%
	Ogółem	93	100,0%

Opracowanie własne.

Tabela 41. Liczebność uczniów w postteście odroczonego 2015 ze względu na szkoły

Wyszczególnienie		Liczebność	% z N w kolumnie
Szkola	Gimnazjum W	46	49,5%
	Gimnazjum G	47	50,5%
	Ogółem	93	100,0%

Opracowanie własne.

Tabela 42. Liczebność uczniów w postteście odroczonego 2015 ze względu na poziom klasy

Poziom nauki		Liczebność	% z N w kolumnie
Klasa	II	38	40,9%
	III	55	59,1%
	Ogółem	93	100,0%

Opracowanie własne.

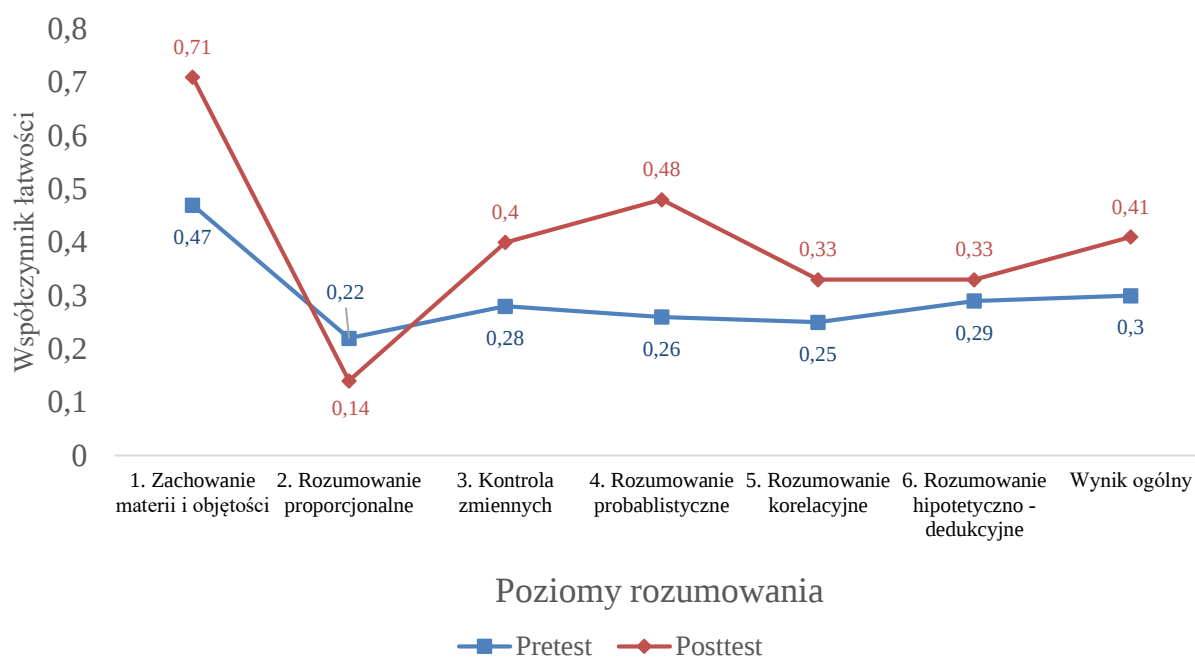
Tabela 43. Liczebność uczniów w postteście odroczonego 2015 ze względu na szkoły i poziom klas

Wyszczególnienie		Klasa					
		I		II		Ogółem	
		Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie
Szkola	Gimnazjum W	20	52,6%	26	47,3%	46	49,5%
	Gimnazjum G	18	47,4%	29	52,7%	47	50,5%
	Ogółem	38	100,0%	55	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

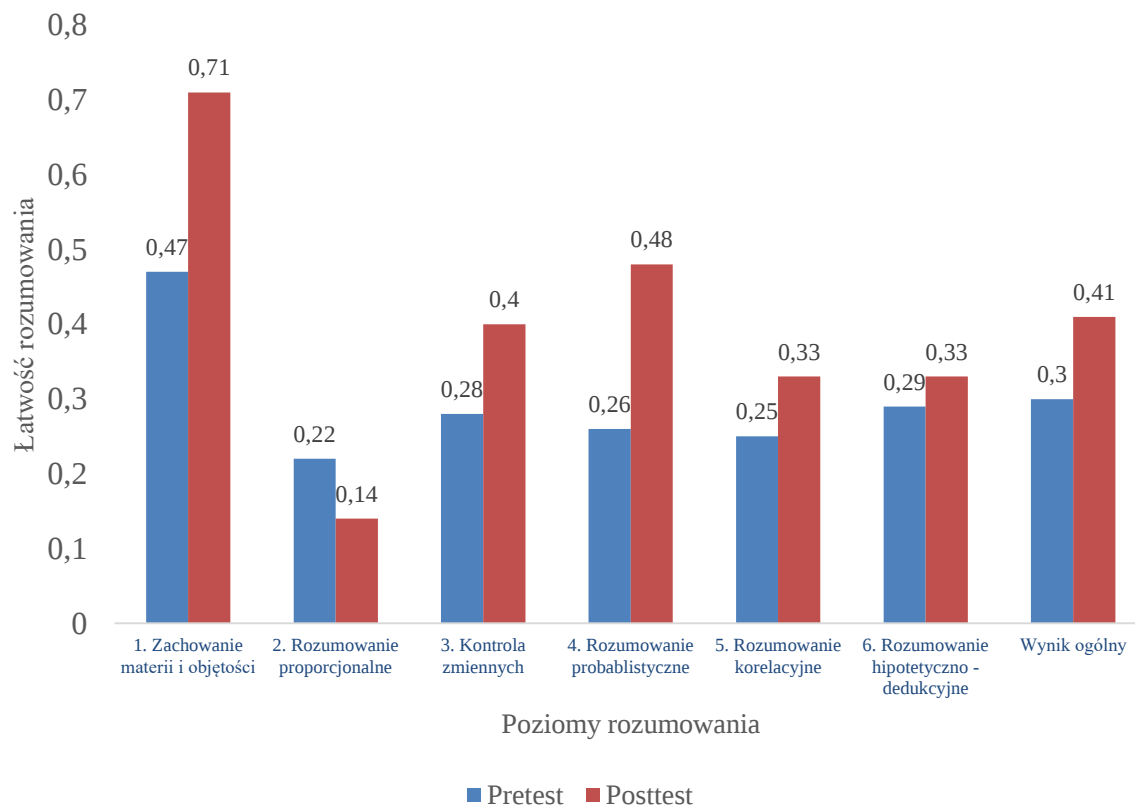
¹²⁸ S. Dylak, *Wizualizacja w kształceniu nauczycieli*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań 1995, s. 109

Ogólne wyniki pretestu 2013 oraz posttestu odroczonego 2015 (N=93)



Opracowanie własne.

Wykres 21. Wyniki Testu Lawsona w preteście październik 2013 i postteście odroczonego maj 2015



Opracowanie własne.

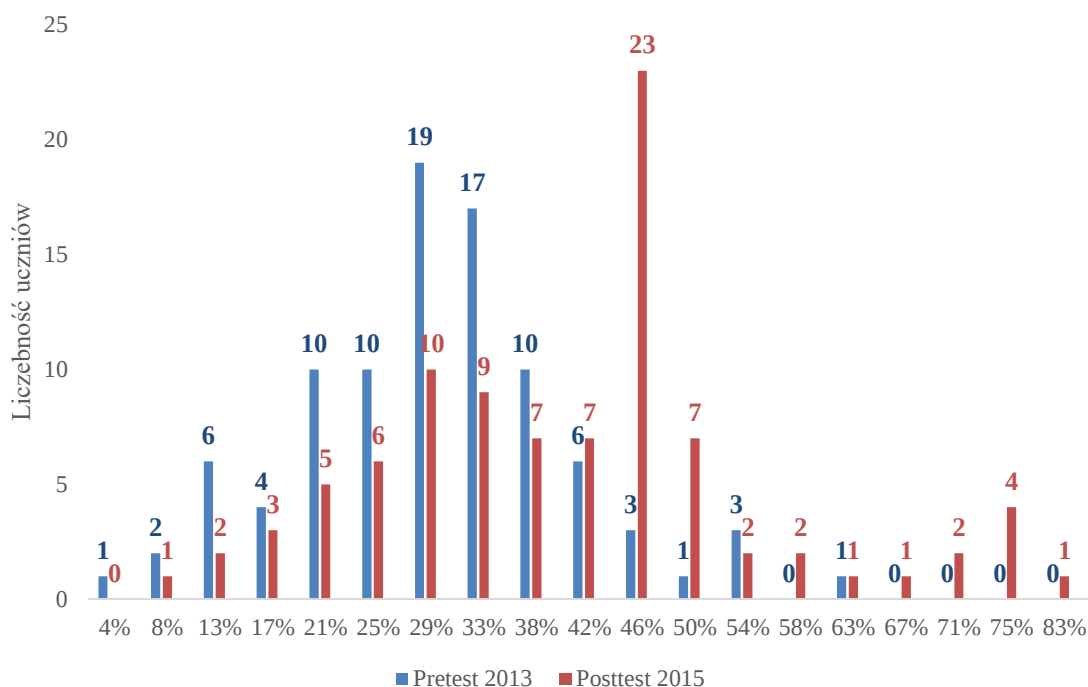
Wykres 22. Porównanie pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015 testu Lawsona

Poniżej w tabeli przedstawiono wyniki pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015.

Tabela 44. Wyniki ogólne grupy L郑 na rozumowanie naukowe (N=93)

Wyszczególnienie	N	Minimum	Maksimum	Średnia	Odchylenie standardowe
Ogólny wynik TRN w% – pretest 2013	93	0,04	0,63	0,2992	0,10822
Ogólny wynik TRN w% – posttest odroczonego 2015	93	0,08	0,83	0,4158	0,15250

Opracowanie własne.



Opracowanie własne.

Wykres 23. Porównanie wyników pretestu i posttestu odroczonego 2015

Po roku pracy przez uczniów metodą projektów poprzez L郑, znacznie wzrosły wyniki testu Lawsona. Średni wynik wzrósł z 29% do 41%. Również znacznie wzrosła ilość uczniów, którzy napisali test powyżej 46% (ponad 40 uczniów). Wyraźnie widać tu podniesienie wyników wysokich – pojawiają się wyniki powyżej 63% (najwyższe w preteście oraz pierwszym postteście). Wyraźnie także wybija się grupa z wysokimi wynikami (46-50%), która już zaczynała być widoczna przy drugim pomiarze. Rozkład wyników w postteście odroczonym odbiega znacznie od rozkładu normalnego – rysuje się przewaga wyników wysokich. Pretest 2015 jest znacznie bliższy rozkładowi normalnemu – często pojawiającemu się jako rozkład losowy dla różnych cech w populacji. Tak więc taka zmiana sugeruje wyraźnie wpływ czynnika uczenia się, który w grupie eksperymentalnej związany był z realizacją projektów (L郑). Gdyby zmiana była wynikiem

dojrzewania bardziej prawdopodobne jest, iż zachowany zostałby podobny rozkład wyników jak w badaniu początkowym. Dane z podstawowych wskaźników statystycznych podano w tabeli 45.

Tabela 45. Podstawowe wskaźniki statystyczne pretestu 2013 oraz posttestu odroczonego 2015

Wyszczególnienie	Ogólny wynik TRN w% – pretest 2013	Ogólny wynik TRN w% – posttest 2015
Średnia	29,92	40,58
Mediana	29,00	42,00
Dominanta	29	46
Odchylenie standardowe	10,822	15,250
Rozstęp	59	75
Minimum	4	8
Maksimum	63	83
Typowy obszar zmienności	Wart min.19,09 Wart max. 40,74	Wart min.25,33 Wart max. 55,83

Opracowanie własne.

Tabela 46. Ogólne wyniki TRN

Wyszczególnienie		N	Średnia ranga
Ogólny wynik TRN w % – pretest Ogólny wynik TRN w % – posttest	Ujemne rangi	61 ^a	47,62
	Dodatnie rangi	23 ^b	28,91
	Wiązania	9 ^c	
	Ogółem	93	

Ogólny wynik TRN w % – pretest < Ogólny wynik TRN w % – posttest $Z = 5$ $p < 0,001$ (wyniki testu Wilcozona dla zmiennych zależnych w postępie wyższe wartości niż w preteście).

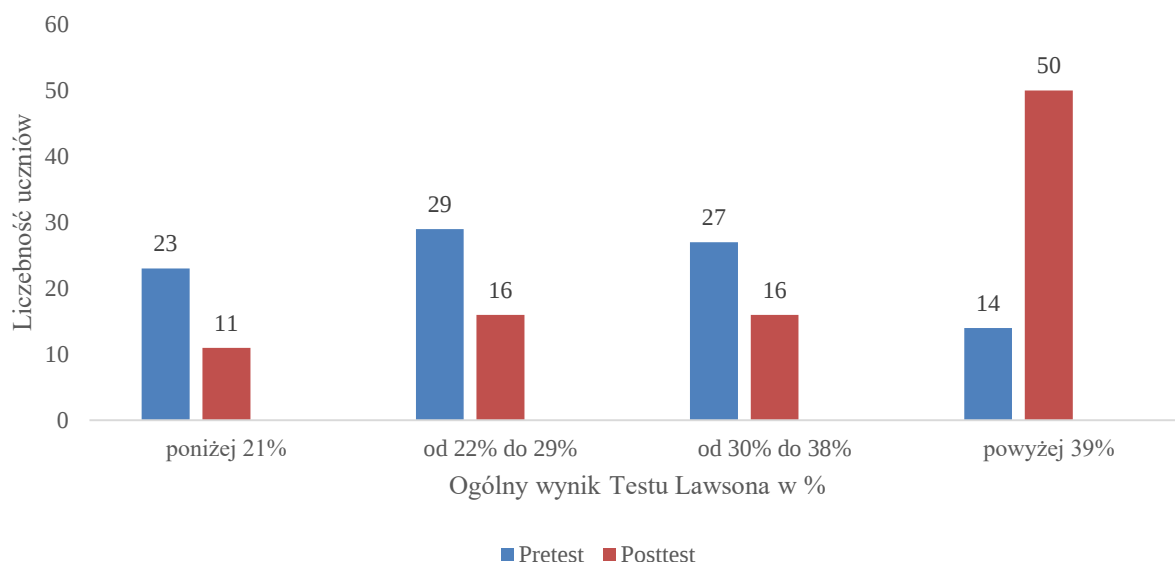
Opracowanie własne.

Podział uczniów na 4 grupy (kwartyle) według uzyskanych wyników na wykresie 24 znaczny wzrost wyników powyżej 39% dla posttestu oraz znaczny spadek w postępie wyników poniżej 21% .

Tabela 47. Wyniki kwartylowe TRN

Wyszczególnienie		Liczebność	% z N w kolumnie
Ogólny wynik TRN w% – pretest	poniżej 21%	23	24,7%
	od 22% do 29%	29	31,2%
	od 30% do 38%	27	29,0%
	powyżej 39%	14	15,1%
	Ogółem	93	100,0%
Ogólny wynik TRN w% – posttest	poniżej 21%	11	11,8%
	od 22% do 29%	16	17,2%
	od 30% do 38%	16	17,2%
	powyżej 39%	50	53,8%
	Ogółem	93	100,0%

Opracowanie własne.



Opracowanie własne.

Wykres 24. Porównanie wyników kwartylowych pretestu i posttestu odroczonego

Wyniki kwartylowe ze względu na płeć podano poniżej w tabeli 48, w której widać wyraźnie, iż wyniki powyżej 39% w zdecydowanej większości są lepsze dla dziewcząt (58% dziewcząt w porównaniu z 51% chłopców) w postteście, a w preteście sytuacja była odwrotna tylko 10% dziewcząt z wynikami powyżej 39% i 18% chłopców.

Tabela 48. Wyniki kwartylowe pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015 testu Lawsons ze względu na płeć

Wyszczególnienie		Płeć					
		chłopcy		dziewczęta		Ogółem	
		Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie
Ogólny wynik TRN w% – posttest	poniżej 21%	6	10,9%	5	13,2%	11	11,8%
	od 22% do 29%	10	18,2%	6	15,8%	16	17,2%
	od 30% do 38%	11	20,0%	5	13,2%	16	17,2%
	powyżej 39%	28	50,9%	22	57,9%	50	53,8%
	Ogółem	55	100,0%	38	100,0%	93	100,0%
Ogólny wynik TRN w% – pretest	poniżej 21%	16	29,1%	7	18,4%	23	24,7%
	od 22% do 29%	13	23,6%	16	42,1%	29	31,2%
	od 30% do 38%	16	29,1%	11	28,9%	27	29,0%
	powyżej 39%	10	18,2%	4	10,5%	14	15,1%
	Ogółem	55	100,0%	38	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Najlepsze wyniki powyżej 39% rozkładały się w obu szkołach gimnazjum G oraz gimnazjum W po równej części (około 53%) oraz wyniki poniżej również podobnie po około 11%. W preteście natomiast wyniki powyżej 39% stanowiły tylko po 15% dla każdej ze szkół. O 10% więcej wyników poniżej 21% zanotowano w gimnazjum G (30%).

Tabela 49. Wyniki kwartyłowe pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015 testu Lawsona ze względu na szkoły

Wyszczególnienie		Szkoła					
		gimnazjum W		gimnazjum G		Ogółem	
		Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie	Liczebność	% z N w kolumnie
Ogólny wynik TRN w% – posttest	poniżej 21%	5	10,9%	6	12,8%	11	11,8%
	od 22% do 29%	8	17,4%	8	17,0%	16	17,2%
	od 30% do 38%	8	17,4%	8	17,0%	16	17,2%
	powyżej 39%	25	54,3%	25	53,2%	50	53,8%
	Ogółem	46	100,0%	47	100,0%	93	100,0%
Ogólny wynik TRN w% – pretest	poniżej 21%	9	19,6%	14	29,8%	23	24,7%
	od 22% do 29%	16	34,8%	13	27,7%	29	31,2%
	od 30% do 38%	14	30,4%	13	27,7%	27	29,0%
	powyżej 39%	7	15,2%	7	14,9%	14	15,1%
	Ogółem	46	100,0%	47	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Zastosowane testy porównawcze przedstawiono w poniższych tabelach.

Tabela 50. Określenie rozkładu normalnego w teście Wilcoxona pretest a posttest

Skala TRN	Czy rozkład jest normalny?		Jaki test zastosowano do porównań?
	Pretest	Posttest	
Wynik ogólny	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Zachowanie materii i objętości	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie proporcjonalne	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Kontrola zmiennych	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie prawdopodobieństwa	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie współzależności	Nie	Nie	Test Wilcoxona
Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne	Nie	Nie	Test Wilcoxona

Opracowanie własne.

Poniżej podano poziom istotności dla poszczególnych poziomów rozumowania dla pretestu i posttestu. Istotnie statystyczne okazały się następujące wyniki: wyższe wyniki posttestu

w ogólnym wyniku oraz Zachowanie materii i objętości Kontrola zmiennych, i Rozumowanie prawdopodobieństwa.

Tabela 51. Poziom istotności poziomów rozumowania i wyniku ogólnego

Skala TRN	Średni wynik		Poziom istotności p	Czy różnica jest istotna statystycznie?
	Pretest	Posttest		
Wynik ogólny	30%	41%	0,00	Tak
Zachowanie materii i objętości	47%	71%	0,00	Tak
Rozumowanie proporcjonalne	22%	14%	0,53	Nie
Kontrola zmiennych	28%	40%	0,00	Tak
Rozumowanie prawdopodobieństwa	26%	48%	0,00	Tak
Rozumowanie współzależności	25%	33%	0,10	Nie
Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne	29%	33%	0,24	Nie

Opracowanie własne.

Analiza poszczególnych skal (poziomów rozumowania) i rozkładów wyników w preteście 2013 oraz postteście 2015

Zachowanie materii i objętości. Ten podstawowy rodzaj myślenia powinien być opanowany przez uczniów gimnazjum najlepiej. Powinniśmy dla tego sposobu rozumowania osiągnąć najlepsze wyniki (co oczywiście nie oznacza, że uczniowie nie popełniają błędów w tym sposobie myślenia). W skali zachowania niezmienników w postteście nastąpił wyraźny wzrost liczby uczniów, którzy rozwiązali zadania tego typu na 100% (wzrost z 9% do 52% uczniów). Uczniowie na podobnym poziomie napisali zadania z wynikiem 0% (po 12%) w preteście i postteście.

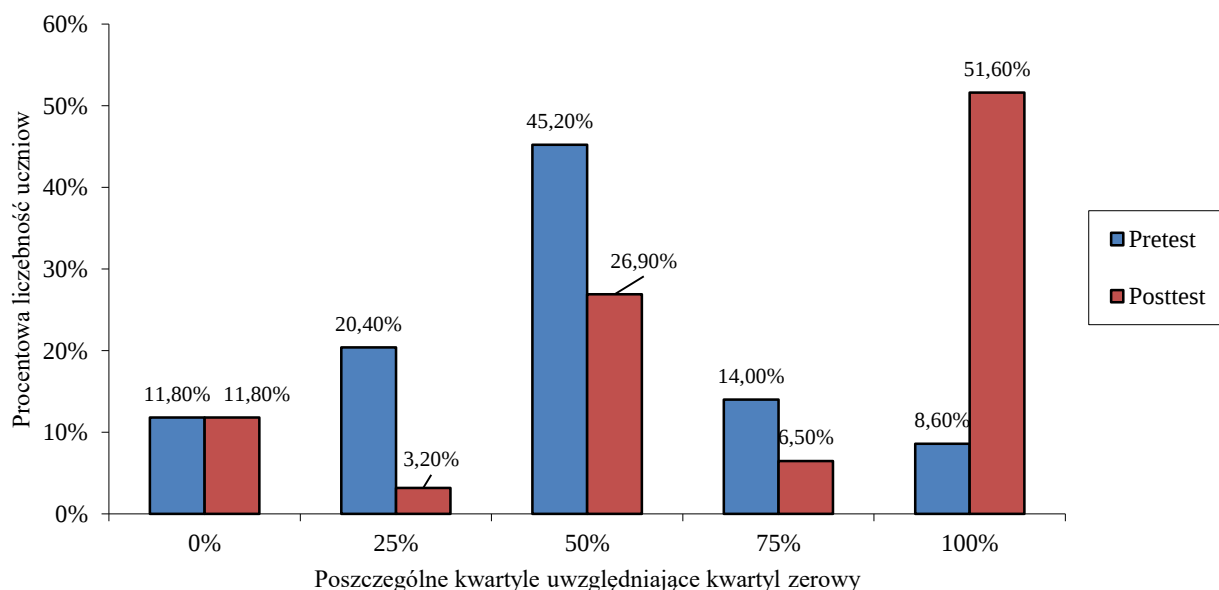
Tabela 52. Wyniki kwartyłowe niezmienników

Wynik w skali: zachowanie materii i objętości	Pretest		Posttest	
	Częstość	Procent	Częstość	Procent
0%	11	11,8%	11	11,8%
25%	19	20,4%	3	3,2%
50%	42	45,2%	25	26,9%
75%	13	14,0%	6	6,5%
100%	8	8,6%	48	51,6%
Ogółem	93	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Powyższe dane przedstawiono na wykresie słupkowym 25.

Wynik w skali: zachowanie materii i objętości



Opracowanie własne.

Wykres 25. Wyniki kwartyłowe kategorii zachowania niezmienników

Rozumowanie proporcjonalne. Na podstawie jednego zjawiska uczniowie powinni przewidywać wynik drugiego, ponieważ potrafią uwzględnić proporcję czynników biorących w nich udział.

Jako jedyne rozumowanie proporcjonalne okazało się znacznie trudniejsze (wskaźnik łatwości 0,14 bardzo trudne) w postteście niż w preteście (trudne 0,22). Widać wyraźny wzrost o zerowym rozwiązaniu zadań z tej kategorii w postteście (przyrost o 16% uczniów, którzy uzyskali zero punktów).

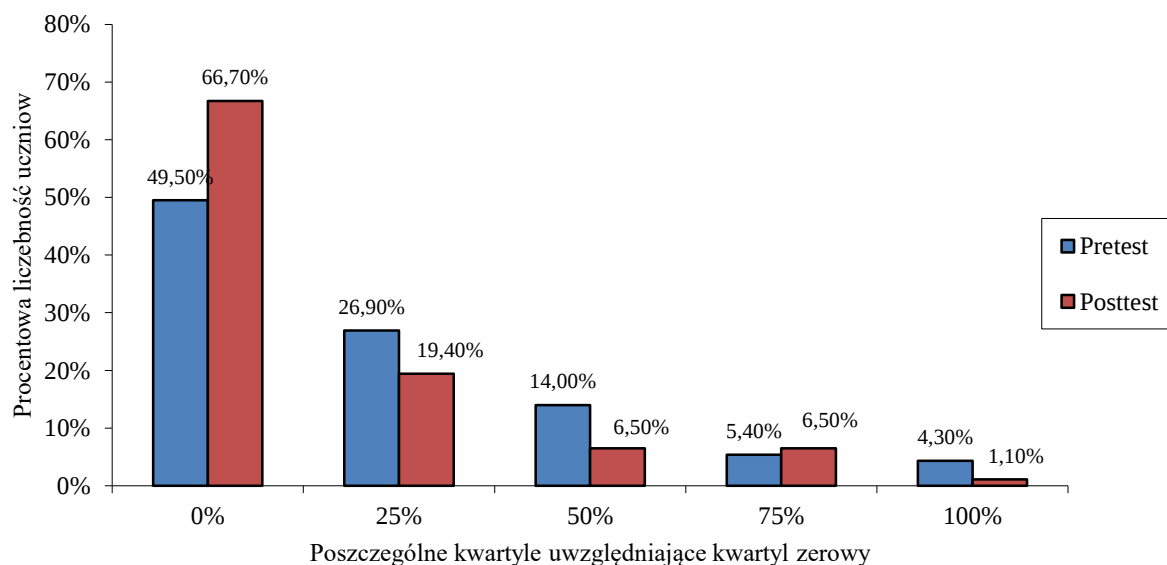
Tabela 53. Wyniki kwartyłowe rozumowania proporcjonalnego

Wynik w skali: rozumowanie proporcjonalne	Pretest		Posttest	
	Częstość	Procent	Częstość	Procent
0%	46	49,5%	62	66,7%
25%	25	26,9%	18	19,4%
50%	13	14,0%	6	6,5%
75%	5	5,4%	6	6,5%
100%	4	4,3%	1	1,1%
Ogółem	93	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Powyższe dane przedstawiono na wykresie 26.

Wynik w skali: rozumowanie poporcjonalne



Opracowanie własne.

Wykres 26. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania proporcjonalnego

Kontrola zmiennych. Uczniowie dzięki LZP potrafili zauważyć konieczność uwzględniania różnego wpływu kilku czynników (zmiennych) na ostateczny wynik jakiegoś zjawiska oraz umieją wyciągać wnioski z doświadczeń empirycznych. Dzięki LZP uczniowie nauczyli się wyciągać wnioski z doświadczeń empirycznych, chociaż w badaniach efektów realizacyjnych przeprowadzonych jednokrotnie widać było problemy z wyciąganiem wniosków z doświadczeń.

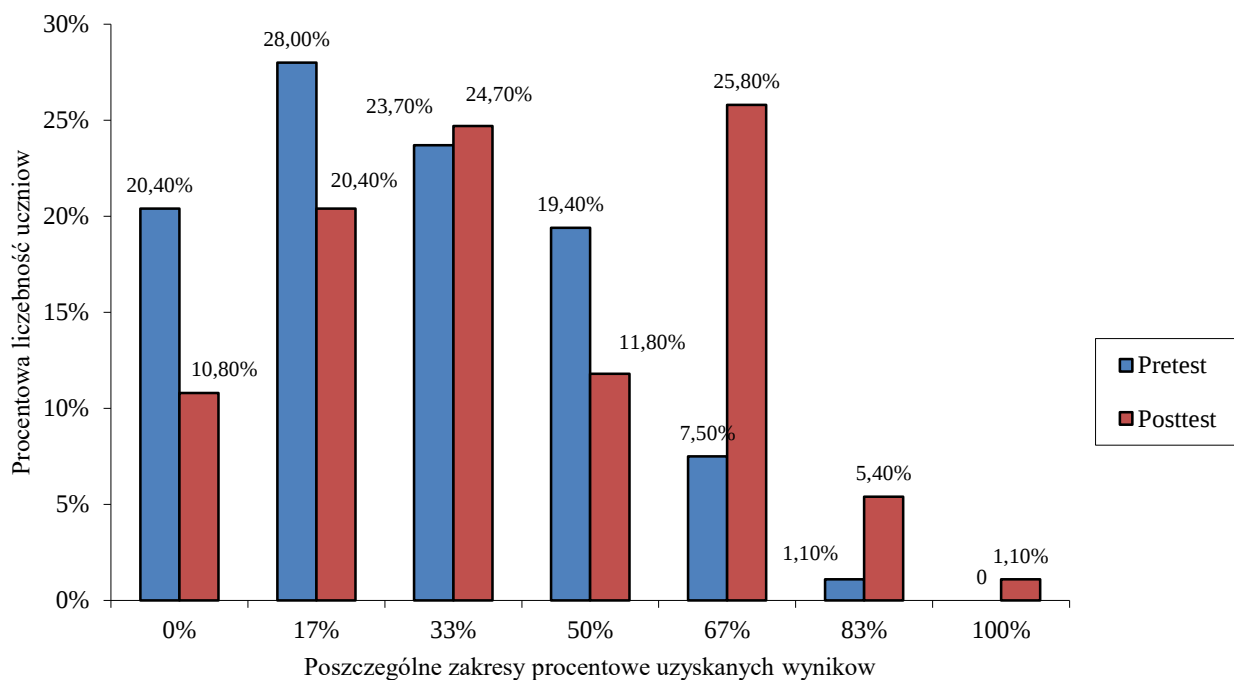
Tabela 54. Wyniki kwartyłowe kontroli zmiennych

Wynik w skali: kontrola zmiennych	Pretest		Posttest	
	Częstość	Procent	Częstość	Procent
0%	19	20,4%	10	10,8%
17%	26	28,0%	19	20,4%
33%	22	23,7%	23	24,7%
50%	18	19,4%	11	11,8%
67%	7	7,5%	24	25,8%
83%	1	1,1%	5	5,4%
100%	Brak	Brak	1	1,1%
Ogółem	93	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Powyższe dane przedstawiono na wykresie 27.

Wynik w skali: kontrola zmiennych



Opracowanie własne.

Wykres 27. Wyniki kwartyłowe kategorii kontrola zmiennych

Rozumowanie probabilistyczne. Uczniowie potrafili uwzględniać i szacować prawdopodobieństwa wystąpienia jakiegoś zjawiska na podstawie informacji o ilości zmiennych i sposobie ich wybierania „do użytku”. To dzięki określaniu zmiennych niezależnych, zależnych i kontrolnych w LZP nastąpił znaczny przyrost rozumowania probabilistycznego w postępie 2015. Uczniowie zobowiązani do wypisywania zmiennych podczas trwania projektu rozwijają rozumowanie probabilistyczne, czyli potrafili szacować prawdopodobieństwo wystąpienia jakiegoś zjawiska na podstawie zmiennych.

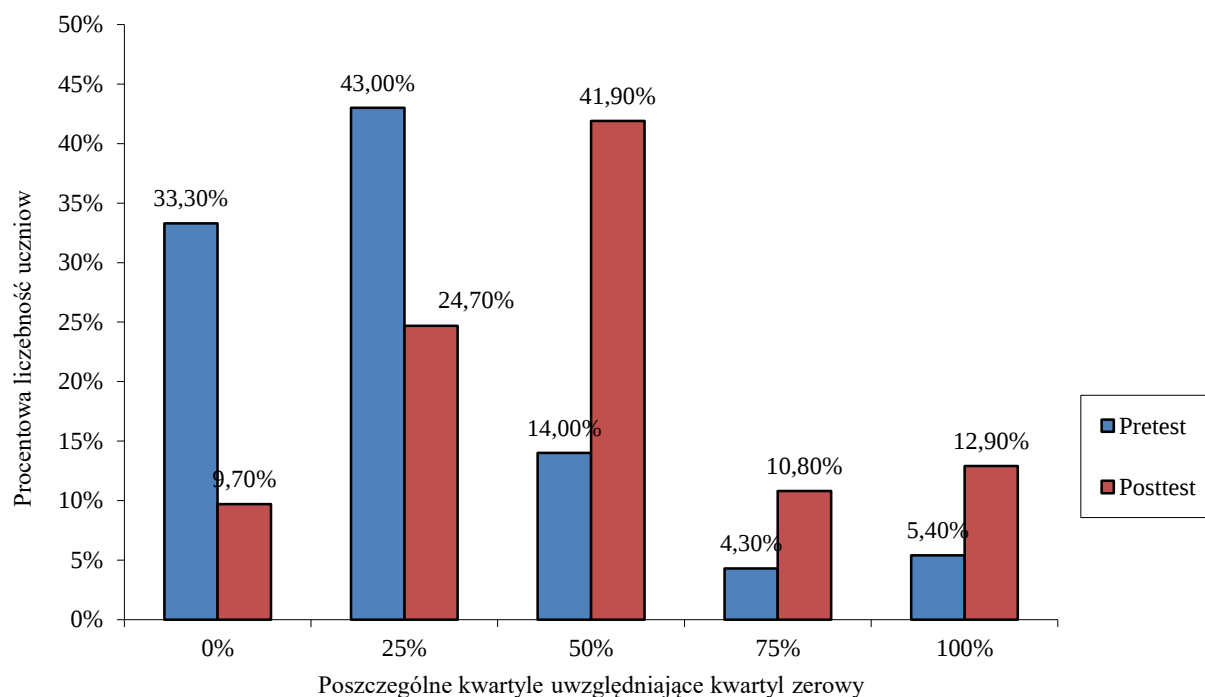
Tabela 55. Wyniki kwartyłowe rozumowania probabilistycznego

Wynik w skali: rozumowanie prawdopodobieństwa	Pretest		Posttest	
	Częstość	Procent	Częstość	Procent
0%	31	33,3%	9	9,7%
25%	40	43,0%	23	24,7%
50%	13	14,0%	39	41,9%
75%	4	4,3%	10	10,8%
100%	5	5,4%	12	12,9%
Ogółem	93	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Powyższe dane przedstawiono na wykresie 28.

Wynik w skali: rozumowanie probabilistyczne



Opracowanie własne.

Wykres 28. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania probabilistycznego

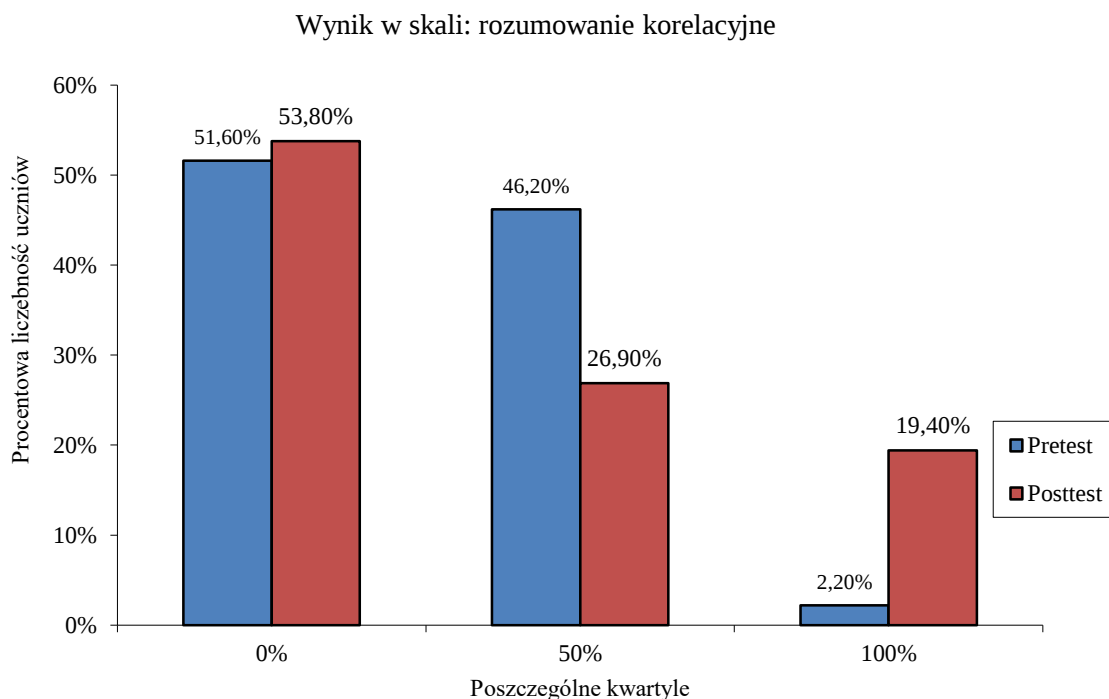
Rozumowanie korelacyjne. Uczniowie dzięki metodzie projektów nabywają umiejętności dostrzegania współzależności zjawisk i przewidywania przebiegu jednego na podstawie drugiego (współzmiennego). Rozumowanie korelacyjne, czyli przewidywanie przebiegu jednego zjawiska na podstawie drugiego (współzmiennego) zostało rozwinięte na średnim poziomie (około 8%) w porównaniu z rozwinięciem innych poziomów rozumowania. Należy zauważyć, że w preteście nastąpił prawie 10-krotny wzrost zdobytych punktów z wynikiem 100% dla tej kategorii.

Tabela 56. Wyniki kwartyłowe rozumowania korelacyjnego

Wynik w skali: rozumowanie współzależności	Pretest		Posttest	
	Częstość	Procent	Częstość	Procent
0%	48	51,6%	50	53,8%
50%	43	46,2%	25	26,9%
100%	2	2,2%	18	19,4%
Ogółem	93	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Powyższe dane przedstawiono na wykresie 29.



Opracowanie własne.

Wykres 29. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania korelacyjnego

Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne. Uczniowie potrafią stawiać hipotezy (dostrzegają możliwości postawienia hipotez) i przewidują jak można je weryfikować empirycznie.

Ogólny wynik najwyższego stopnia rozumowania wzrósł około 4% i należał do najniższych wzrostów poziomu rozumowań. Może to wynikać z faktu iż rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne należy do najtrudniejszych sposobów rozumowania.

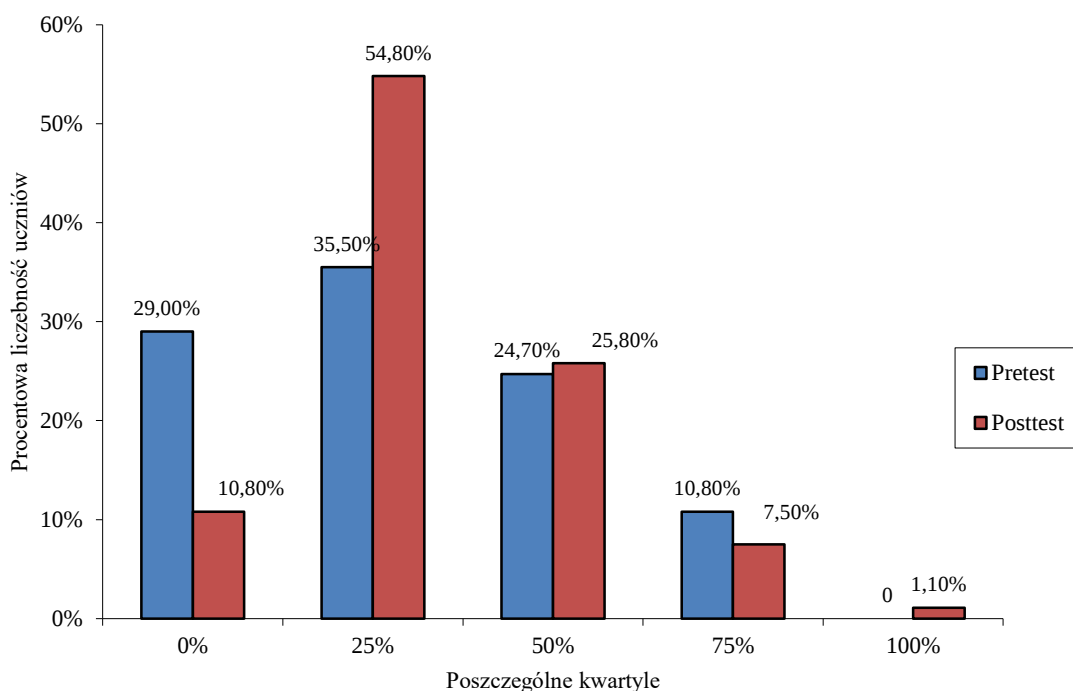
Tabela 57. Wyniki kwartyłowe odnośnie rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego

Wynik w skali: rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne	Pretest		Posttest	
	Częstość	Procent	Częstość	Procent
0%	27	29,0%	10	10,8%
25%	33	35,5%	51	54,8%
50%	23	24,7%	24	25,8%
75%	10	10,8%	7	7,5%
100%	brak	brak	1	1,1%
Ogółem	93	100,0%	93	100,0%

Opracowanie własne.

Powyższe dane przedstawiono na wykresie słupkowym 30.

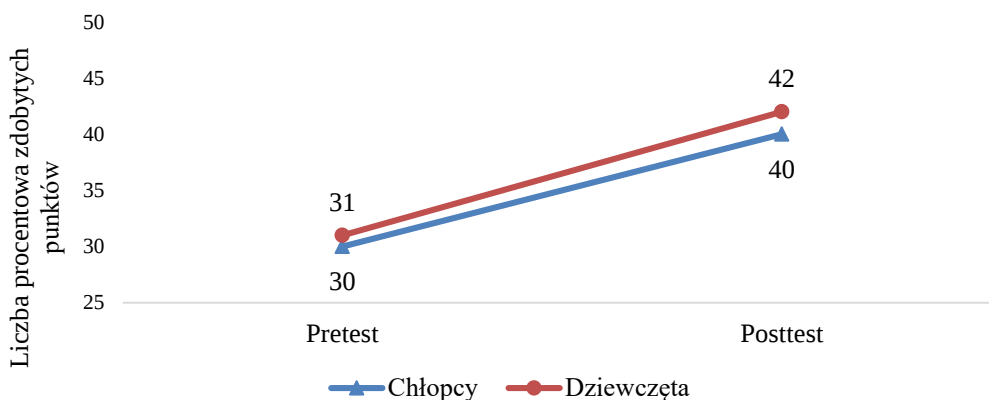
Wynik w skali: rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne



Opracowanie własne.

Wykres 30. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego

Poniżej przedstawiono wyniki pretestu i posttestu ze względu na płeć. Nie zanotowano dla poniższych zależności wyników pretestu i posttestu istotnych statystycznie różnic odnośnie płci i szkół.



Opracowanie własne.

Wykres 31. Przyrost wyników posttestu odroczonego 2015 ze względu na płeć

Poniżej tabele 58 i 59 wyników pretestu i posttestu odroczonego Testu Lawsona ze względu na płeć oraz na szkoły.

Tabela 58. Wyniki pretestu i posttestu ze względu na płeć

Wyszczególnienie	Płeć					
	Chłopcy			Dziewczęta		
	Średnia	Odchylenie standardowe	N ogółem	Średnia	Odchylenie standardowe	N ogółem
Ogólny wynik TRN w % - pretest a)	30	12	55	31	10	38
Ogólny wynik TRN w % - posttest b)	40	15	55	42	16	38

a) Test U – Manna – Whitneya = 1042,0; $p > 0,05$ b) Test U – Manna – Whitneya = 1014,5; $p > 0,05$ *Opracowanie własne.*

Tabela 59. Wyniki pretestu i posttestu odroczonego 2015 ze względu na szkoły

Wyszczególnienie	Szkoła					
	gimnazjum W			gimnazjum G		
	Średnia	Odchylenie standardowe	N ogółem	Średnia	Odchylenie standardowe	N ogółem
Ogólny wynik TRN w % - pretest a)	30	9	46	30	12	47
Ogólny wynik TRN w % - posttest b)	41	15	46	40	15	47

a) Test U – Manna – Whitneya = 1001,5; $p > 0,05$ b) Test U – Manna – Whitneya = 999,5; $p > 0,05$ *Opracowanie własne.*

Podsumowując powyższe zestawienia brak istotnych statystycznie różnic.

Uwagi do testu Lawsona. W jaki sposób metoda projektów rozwija rozumowanie naukowe? Należy wskazać także na wnioski z badań prowadzonych na temat rozumowania w naukach przyrodniczych przez PISA w 2006 roku, a także badania Lei Bao na temat rozumowania naukowego uczniów amerykańskich i chińskich. Z badań tych wysunięto wniosek, iż metody problemowego nauczania i uczenia się rozwijają w znacznym stopniu rozumowanie naukowe¹²⁹.

Związek pomiędzy zainteresowaniami fizyką a wynikami testu Lawsona (N=93)

Radość z uczenia się. W badaniu właściwym w posttestie 2014, odnośnie radości uczenia się, uczniowie byli pytani, na ile zgadzają się z pięcioma stwierdzeniami ukazującymi radość z uczenia się fizyki i nauk przyrodniczych (tab. 60). Porównując badanych uczniów z wynikami PISA 2006, można zauważyć, iż Polscy uczniowie odczuwają mniejszą radość z uczenia się nauk przyrodniczych w porównaniu ze średnią w państwach OECD i porównywalną do jej wartości dla Korei, Japonii i Holandii. W badaniach prowadzonych w ramach niniejszej pracy grupa eksperymentalna LZP uzyskała porównywalne wyniki ze średnią krajów OECD z 2006 roku,

¹²⁹ B. Lei, T. Cai, K. Koenig, K. Fang, J. Han, J. Wang, Q. Liu, L. Ding, L. Cui, Y. Luo, Y. Wang, L. Li, N. Wu, *Learning and Scientific Reasoning*, Science Vol 323 30 January 2009, Published by AAAS.

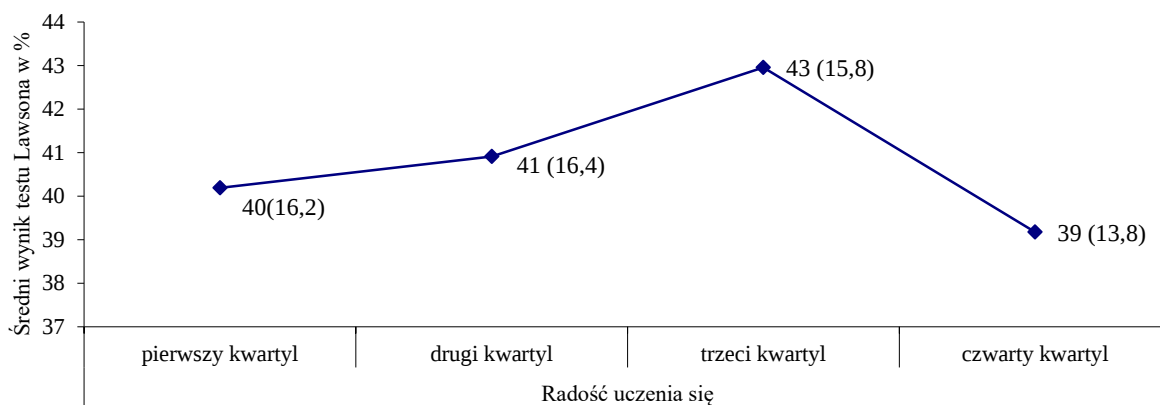
nawet wyższe odnośnie zdobywania nowej wiedzy i rozwiązywania problemów. Wskaźnik radości uczenia się rzeczy nowych został tak skonstruowany dla pięciu stwierdzeń, podobnie jak wskaźniki dla pozostałych postaw, że ci uczniowie, którzy zdecydowanie się zgadzali mieli wyższy wskaźnik od tych, którzy zdecydowanie się nie zgadzali.

Tabela 60. Odsetek uczniów mających radość z uczenia się przedmiotów przyrodniczych

Stwierdzenia uczniów o radości uczenia się	Odsetek uczniów zgadzających się, średnia (%)		
	Polska	OECD	Grupa LZP 2013 N=93
Lubię zdobywać nową wiedzę naukową	60	67	71
Odczuwam wielką radość, podczas uczenia się na tematy związane z nauką	44	63	65
Jestem zainteresowany uczeniem się o nauce	44	63	65
Lubię czytać o zagadnieniach naukowych	47	50	58
Lubię rozwiązywać problemy naukowe	37	43	55

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli ukazują tych uczniów, którzy podali stwierdzenia, że zgadzają się i tych, którzy odpowiedzieli zdecydowanie się zgadzam. Opracowanie własne.

Jak zaobserwowano dla wyższego wskaźnika radości z uczenia się rzeczy nowych, uczniowie osiągnęli wyższe wyniki w teście Lawsons, w porównaniu z tymi, którzy zdecydowanie nie mają radości z uczenia się rzeczy nowych. Istnieje duża zależność między radością uczenia się a wynikami uczniów dotyczących rozumowania naukowego, z wyjątkiem uczniów, którzy zadeklarowali najwyższą radość z uczenia się rzeczy nowych.



Uwaga: wskaźnik radości z uczenia się nauk przyrodniczych łączy w sobie odpowiedzi na 5 pytań w tabeli 64. Uczniowie w najniższej 1/4 indeksu nie mają radości z uczenia się nauk przyrodniczych. W nawiasach odchylenie standardowe. Opracowanie własne.

Wykres 32. Średni wynik rozumowania naukowego uczniów w każdym kwartylu wskaźnika radości z uczenia się

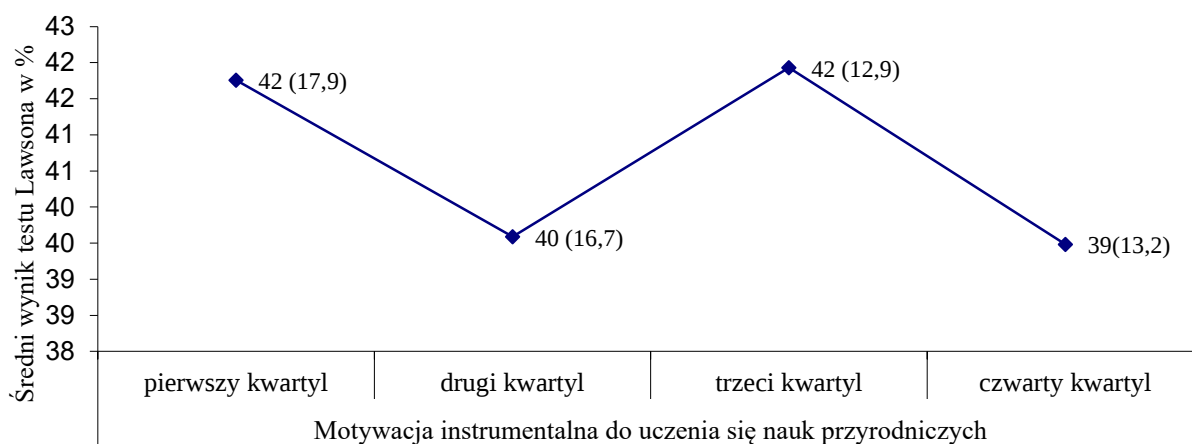
Związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową. Uczenie się nauk przyrodniczych ma znaczenie dla przyszłej kariery zawodowej uczniów (motywacja instrumentalna).

Tabela 61. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami motywacji instrumentalnej do uczenia się nauk przyrodniczych

Motywacja instrumentalna do uczenia się nauk przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)		
	Polska	OECD	Grupa LZZ 2013 N=93
Warto włożyć wysiłek w uczenie się nauk przyrodniczych, bo to mi pomoże w pracy, którą chcę wykonywać w przyszłości	68	63	61
To, czego się uczę na naukach przyrodniczych jest dla mnie ważne, ponieważ będzie mi potrzebne w dalszej nauce	71	56	60
Uczę się nauk przyrodniczych ponieważ wiem, że jest to dla mnie użyteczne	73	67	51
Warto się uczyć nauk przyrodniczych bo to, czego się nauczę, zwiększy w przyszłości moje szanse zawodowe	73	61	48
Na naukach przyrodniczych nauczę się wielu rzeczy, które pomogą mi dostać pracę	66	56	44

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje dla umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie własne.

Przeciętny wynik Polski na tej skali był wyższy od średniej OECD i wyższy od średnich dla Finlandii, Korei, Japonii i Holandii, natomiast grupa eksperymentalna 2015 osiągnęła niższe wyniki niż Polska i OECD w badaniach PISA 2006.



Opracowanie własne.

Wykres 33. Średni wynik rozumowania naukowego uczniów w każdym kwartylu wskaźnika motywacji instrumentalnej

Pewność siebie w naukach przyrodniczych. W badaniach PISA 2006 postawiono pięć stwierdzeń do określenia poziomu uczniów dotyczących wiary we własne możliwości (tab. 62).

Tabela 62. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami dotyczącymi pewności siebie w naukach przyrodniczych

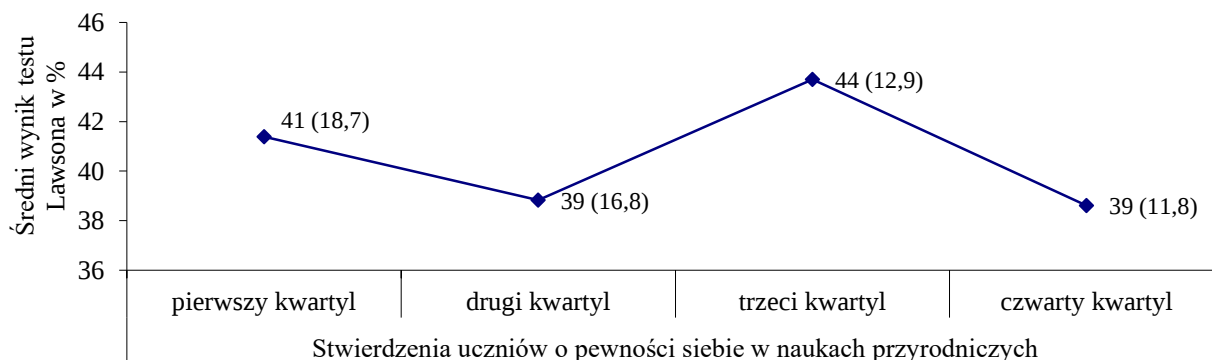
Stwierdzenia uczniów o pewności siebie w naukach przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)		
	POLSKA	OECD	Grupa LZP 2013 N=93
Uczenie się złożonych zagadnień z fizyki byłoby dla mnie łatwe	60	47	58
Zazwyczaj potrafię dobrze odpowiedzieć na pytania na sprawdzianie z fizyki	70	65	56
Szybko przyswajam zagadnienia z fizyki	56	56	55
Zadania z fizyki są dla mnie łatwe. Na lekcjach fizyki dobrze rozumiem przedstawiane pojęcia	64	59	55
Nie mam kłopotu ze zrozumieniem nowych zagadnień z fizyki	55	55	51

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje dla umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy się zgodzili i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie własne.

Przeciętny wynik Polski na skali był wyższy od średniej OECD, oraz wyższy od średniej w niektórych innych krajach o wysokich wynikach, w tym Hongkongu, Chin, Tajwanu, Korei, Japonii i Holandii.

Uczniowie z wyższą samooceną wiary w siebie w naukach przyrodniczych ogólnie mieli wyższe wyniki osiągnięć niż ci z niższą samooceną, jak pokazano na wykresie 34.

Pozytywny związek między realizacją i własnej koncepcji naukowej stwierdzono we wszystkich krajach realizujących powyżej średniej OECD.



Uwaga: indeks uczniów pewności siebie łączy w sobie odpowiedzi dla sześciu stwierdzeń przedstawionych w tabeli 66. Uczniowie w najniższej 1/4 indeksu zdecydowanie nie zgadzają się z wszystkimi stwierdzeniami pewności siebie. Opracowanie własne.

Wykres 34. Wyniki uczniów w teście w każdym kwartale indeksu pewności siebie w naukach przyrodniczych

Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi.

Jak pokazano w tabeli 63 przeciętny wskaźnik dla Polski na tej skali był wyższy od średniej OECD, i wyższy od średnich dla Australii, Finlandii, Korei, Japonii i Holandii.

Niektóre kraje spoza OECD (Tajlandia, 71%, Indonezja, 73%, Jordan, 78%, Kirgistan, 78%, i Tunezji, 83%) miały więcej niż dwie trzecie uczniów zorientowanych na pracę w charakterze kariery naukowej.

Tabela 63. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami na temat przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych

Stwierdzenia w sprawie przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)		
	Polska	OECD	Grupa LFP 2013 N=93
Chciałabym/chciałbym pracować w zawodzie związanym z naukami przyrodniczymi	35	37	43
Chciałabym/chciałbym studiować nauki przyrodnicze lub pokrewne dyscypliny po skończeniu szkoły średniej	33	31	39
Chciałabym/chciałbym spędzić życie na zgłębianiu zagadnień z zakresu nauk przyrodniczych	27	21	40
Jako osoba dorosła chciałabym/chciałbym uczestniczyć w badaniach z zakresu nauk przyrodniczych	34	27	41

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego rachunku są: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy się zdecydowanie zgodzili. Opracowanie własne.

Zainteresowanie uczniów naukami przyrodniczymi (także fizyką) może być mierzone stopniem, w jakim uczniowie są zaangażowani w działania związane z nauką w czasie wolnym.



Opracowanie własne.

Wykres 35. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą

Niewielka część uczniów z badań PISA 2006 angażuje się w działania związane z uczeniem się przedmiotów przyrodniczych poza obowiązkowymi lekcjami, tj.:

- 21% uczniów regularnie ogląda programy telewizyjnych o nauce,

- 20% uczniów regularnie czyta czasopisma naukowe lub czyta artykuły naukowe w gazetach,
- 13% uczniów regularnie odwiedza strony internetowe na temat nauki,
- 8% uczniów regularnie pożycza książki o nauce,
- 7% uczniów regularnie słucha audycji radiowych z zakresu nauki,
- 4% uczniów regularnie uczestniczy w zajęciach kółek naukowych.

Tabela 64. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą

Aktywność „naukowa” uczniów poza szkołą	Odsetek aktywności uczniów, średnia (%)		
	Polska	OECD	Grupa LYP 2013 N=93
Chodzić na kółko przyrodnicze	47	21	63
Pożyczać lub kupować książki o odkryciach naukowych	14	8	61
Słuchać programów radiowych o odkryciach w naukach przyrodniczych	20	13	57
Czytać czasopisma naukowe albo artykuły w gazetach lub Internecie poświęcone tematom przyrodniczym	16	7	56
Przeglądać strony internetowe poświęcone tematom przyrodniczym	31	20	53
Oglądać w telewizji programy i filmy naukowe	11	4	43

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego rachunku są: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i nie zgadzam się. Proporcje umowy przedstawionego w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie zgodzili. Opracowanie własne i dane PISA.

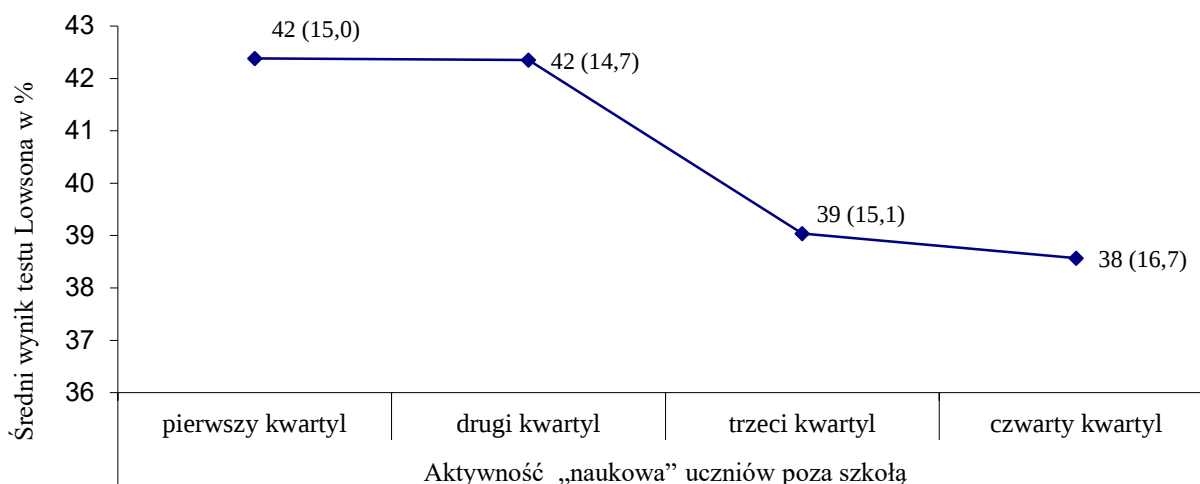
Prawie o połowę więcej polskich uczniów w porównaniu ze średnią OECD regularnie uczestniczy w działaniach pozaszkolnych dotyczących zdobywania wiedzy naukowej:

- 47% uczniów regularnie ogląda programy telewizyjnych o nauce,
- 31% uczniów regularnie czyta czasopisma naukowe lub czyta artykuły naukowe w gazetach,
- 20% uczniów regularnie odwiedza strony internetowe na temat nauki,
- 14% uczniów regularnie pożycza książki o nauce,
- 16% uczniów regularnie słucha audycji radiowych z zakresu nauki,
- 11% uczniów regularnie uczestniczy w zajęciach kółek naukowych.

Proporcje Polski nie różnią się od Finlandii, Australii i Wielkiej Brytanii.

Wskaźnik „aktywność naukowa uczniów poza szkołą” została skonstruowana przy użyciu odpowiedzi uczniów na sześć kolejnych stwierdzeń.

Oznacza to, że uczniowie z większą regularnością zaangażowani w działania związane z nauką w czasie wolnym poza szkołą mieli gorsze wyniki niż ci, którzy byli mniej skłonni do angażowania się w te działania.



Uwagi: wskaźnik „aktywności naukowej uczniów poza szkołą” łączy w sobie odpowiedzi dla sześciu działań przedstawionych w tabeli 68. Uczniowie w najniższej 1/4 indeksu nie angażują się w działania, byli mniej skłonni do zaangażowania niż ich koledzy z wyższych grup. Odchylenia standardowe podano w nawiasach. Opracowanie własne.

Wykres 36. Średni wynik z testu uczniów w każdym kwartylu dla wskaźnika aktywności związanej z nauką poza szkołą

3. Podsumowanie i dyskusja wyników

Podsumowanie wyników – weryfikację hipotez szczegółowych i operacyjnych podano w poniższej tabeli 65.

Tabela 65. Tabela weryfikacji hipotez

Efekty realizacyjne		
Hipoteza szczegółowa: 1. Uczniowie pracujący metodą projektów osiągają zadowalające wyniki odnośnie efektów realizacyjnych tj. zaplanowania, realizacji i prezentacji lekcyjnego zadania projektowego LZP		
Hipotezy operacyjne	Weryfikacja hipotezy operacyjnej	Weryfikacja hipotezy szczegółowej
Wytwór projektowy (produkt projektu) Uczniowie wykonują ciekawe i interesujące produkty projektowe	Ogólna ocena tej kategorii według wskaźnika łatwości wyniosła 0,65, co oznacza jako umiarkowanie trudne	Na typowych lekcjach fizyki uczniowie nie wykonują produktów. Podczas pracy metodą projektów mają szansę wykazać się pomysłowością i kreatywnością podczas tworzenia produktów projektowych i dlatego wyraźnie widać pracę włożoną w powstawanie ich dzieł
1. Hipotezy Uczniowie będą trafnie formułować hipotezy, wiedząc iż hipoteza to odpowiedź na pytanie badawcze	Uczniowie poradzi sobie z formułowaniem hipotez, osiągając wskaźnik łatwości dla tej kategorii na poziomie 0,8 czyli zadanie łatwe. Tworzenie hipotez oprócz opisu przebiegu doświadczeń i pisaniem wniosków z doświadczeń należało do grupy zadań łatwych	Na typowej lekcji fizyki uczniowie nie formułują pytań badawczych i nie stawiają hipotez. To dzięki LZP uczniowie pracują na lekcji w inny sposób, który wymusza stawianie hipotez i nakazuje ich weryfikację. Okazuje się po przeprowadzonych badaniach, iż ta umiejętność jest łatwa dla uczniów gimnazjum i konieczne się

		wydaje wprowadzenie tej kategorii na typowych lekcjach fizyki
2. Opis doświadczenia Uczniowie prawidłowo zaprojektują, opiszą i wykonają doświadczenie	Uczniowie mieli problemy z prawidłowym zaprojektowaniem i opisem doświadczenia, gdyż ta czynność dla wszystkich 125 uczniów okazała się umiarkowanie trudna, ze wskaźnikiem łatwości 0,65	Uczniowie na lekcjach fizyki w gimnazjum bardzo rzadko są motywowani do wykonywania doświadczeń i ich opisu. Podstawa programowa nakazuje wykonanie samodzielnie przez uczniów 7 doświadczeń na około 140 lekcjach fizyki w cyklu, jednak i te doświadczenia według raportów z egzaminów gimnazjalnych ¹³⁰ i raportów z ewaluacji są rzadko wykonywane przez uczniów ¹³¹ . Jednak i tak należy stwierdzić, że wykonanie czterech LZP zmienia nastawienie uczniów do chętnego wykonywania i opisywania doświadczeń, co zgodnie z hipotezą dotyczącą efektów realizacyjnych diametralnie zmienia sytuację odnośnie wykonywania na lekcji doświadczeń z fizyki
3. Przebieg doświadczenia Uczniowie adekwatnie przeprowadzą doświadczenie, prawidłowo opiszą je w taki sposób, aby można je było powtórzyć	Uczniowie nie mieli większych trudności z przebiegiem doświadczenia. Aktywność ta okazała się łatwa (0,74) i należała do najłatwiejszych do wykonania	Uczniowie planując doświadczenie nie mieli problemu, aby w miarę możliwości przeprowadzić je zgodnie projektem i tym samym potwierdzili hipotezę szczegółową, iż nabyli umiejętności zgodne z efektami realizacyjnymi, których by nie osiągnęli nie pracując metodą projektów
4. Wskazanie zmiennych niezależnych Uczniowie prawidłowo wskażą zmienne niezależne	Wskazanie zmiennych niezależnych okazało się dla większości uczniów umiarkowanie trudne (0,6)	Na typowych lekcjach fizyki w gimnazjum nie stosuje się opisu zmiennych w doświadczeniu. Podczas pracy LZP 4 punkt projektu przewiduje wskazanie przez uczniów zmiennych niezależnych. Uczniowie piszący kilkakrotnie LZP nabywają tej umiejętności wskazywania zmiennych i nie mają problemu z ich ustalaniem, jak jest to widoczne dla uczniów wykonujących projekt LZP po raz pierwszy. Dodać należy, iż prawie połowa uczniów wykonała tylko po jednym LZP
5. Wskazanie zmiennych zależnych Uczniowie prawidłowo wskażą zmienne zależne	Również zmienne zależne zostały opisane z umiarkowaną trudnością (0,65) nieco lepiej niż zmienne niezależne	Umiarkowane trudności z określaniem zmiennych zależnych, wynika często z nieznajomością uczniów dotyczących zmiennych. Jednak jak wyżej wspomniano, umiejętność ich opisu wzrasta, ze wzrostem wykonanych LZP
6. Wskazanie zmiennych kontrolnych (stałych) Uczniowie prawidłowo wskażą zmienne kontrolne (stałe)	Najniższy wskaźnik łatwości spośród zmiennych występujących w doświadczeniu. Uczniowie prawdopodobnie omijali ten punkt, który pozornie	Największe trudności wynikły ze stawiania zmiennych kontrolnych (0,53), chociaż mogły się one wydawać najłatwiejsze do określenia – bo to

¹³⁰ „Analiza osiągnięć gimnazjalistów z zakresu przedmiotów przyrodniczych. Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu, egzamin gimnazjalny 2014.

¹³¹ A. Janczy *Uczniowie nabywają wiadomości i umiejętności określone w podstawie programowej*, [w:] *Jakość edukacji, Dane i wnioski z ewaluacji zewnętrznych przeprowadzonych w latach 2013–2014*, G. Mazurkiewicz, A. Gocłowska (red.), Kraków 2014.

	wydawał się najtrudniejszy do określenia	tylko stałe występujące w doświadczeniu
7. Dokumentacja doświadczenia Większość uczniów przedstawi prawidłową dokumentację LZP	Najniżej sklasyfikowana z uzasadnianiem wniosków umiejętność efektów realizacyjnych podczas wykonywania badań (0,49). Uczniowie często zapominali dokładnie przedstawić swoje LZP pisemnie, często oddawali LZP napisane odręcznie. Tylko 36 LZP zostało przesłane do nauczyciela w formie elektronicznej	Uczniowie mają problemy z wypełnianiem formularzy ze starannością i skrupulatnością. Powinni więcej pisać prac pisemnych zwłaszcza wypełnianie formularzy
8. Wnioski z doświadczeń Uczniowie będą trafnie formułować wnioski płynące z wykonanych doświadczeń	Łatwość pisania wniosków wyniosła 0,76, co oznacza, iż uczniowie z pisanem wniosków nie miała większych problemów	Cieszy fakt, iż uczniowie lubią pisać wnioski i trafnie je formułują. Również ten punkt potwierdza hipotezę, iż uczniowie nabywają nowych umiejętności po lekcjach z LZP
9. Uzasadnienie wniosku Uczniowie będą trafnie uzasadniać wnioski płynące z przeprowadzonych doświadczeń i zrealizowanych projektów	Najniżej sklasyfikowana umiejętność efektów realizacyjnych 0,49. Należy pracować z uczniami nad uzasadnianiem ich pracy i płynącym z tego uzasadnianiem wniosków	Gorzej niż z pisanem wniosków uczniowie mieli problem z ich uzasadnianiem. Na typowych lekcjach mało jest wysuwania wniosków i tym bardziej ich uzasadniania
10. Ocena produktu Uczniowie otrzymają najwyższe noty za wykonane LZP	Średnia nota za wykonanie LZP. Wyniosła 0,65 co wydaje się wskazywać na ocenę dostateczną	Tak niska średnia ocena wynika z tego, iż 28 uczniów nie wykonało żadnego projektu. Ale cieszy fakt, iż za wypełnienie LZP postawiono ponad 30 ocen celujących
Efekty kształcące		
Hipoteza szczegółowa 1. W wyniku pracy metodą projektów uczniowie osiągają wysoki poziom w zakresie rozwijania i kształtowania wiedzy operatywnej (czynnej) Pomiar dotyczy wiedzy operatywnej (czynnej)		
Hipotezy operacyjne	Weryfikacja hipotezy operacyjnej	Weryfikacja hipotezy szczegółowej
1. Znajomość pojęć, faktów i praw fizycznych Uczniowie na podstawie wiedzy czynnej utrwalą sobie znajomość pojęć, faktów i praw fizycznych	Ta hipoteza sprawdzana była podczas trwania całego projektu przez prowadzącego badania. Na podstawie wiedzy czynnej, którą uczniowie zdobywali podczas trwania projektów utrwalali sobie pojęcia, fakty i prawa fizyczne. Ta kategoria również okazała się umiarkowanie trudna (0,65)	Uczniowie na podstawie wiedzy czynnej utrwalali sobie znajomość pojęć, faktów i praw fizycznych
2. Wykonanie zadania wymagającego wyszukania określonej informacji Uczniowie będą trafnie wyszukiwali potrzebne im informacje z różnych źródeł	To zadanie również okazało się umiarkowanie trudne dla uczniów, dla których znajdowanie określonych informacji na zadany temat projektowy okazywało się nie lada trudnością	Na typowych lekcjach wyszukiwanie nowych informacji ogranicza się do korzystania z podręczników do fizyki. Wykonując LZP uczniowie mieli do dyspozycji internet oraz w domu różne encyklopedie multimedialne, z których w większości korzystali. Jak widać z łatwości tej kategorii nie dla wszystkich uczniów wyszukiwanie adekwatnych informacji projektowych jest łatwe
3. Zaprojektowanie i wykonanie doświadczenia adekwatnie do zadania	Uczniowie przewidzieli i wykonali doświadczenia odnośnie danego projektu. Cztery pierwsze aktywności	Uczniowie na podstawie wiedzy uprzedniej projektowali doświadczenia wyszukując nowych informacji

Wykorzystując wiedzę czynną uczniowie wykonają projekt i doświadczenie adekwatnie do zadania	okazały się umiarkowanie trudne (0,65) zresztą podobnie jak pozostałe cztery	adekwatnych do postawionego przed nimi zadania
4. Samodzielne zdobywanie nowej wiedzy: szukanie informacji, analizowanie jej i opracowanie Uczniowie potrafią korzystać z wiedzy uprzedniej i z niej tworzyć wiedzę czynną samodzielnie poszukując, analizując i opracowując informacje	Również zdobywanie nowej wiedzy czynnej okazało się dla większości uczniów umiarkowanie trudne (0,65)	W metodzie projektów uczniowie zdobywają wiedzę dzięki wysiłkowi myślowemu a nie poprzez przyswajanie ¹³² . Cieszy fakt, że wielu uczniów posiada radość uczenia się rzeczy nowych w nabywaniu wiedzy czynnej. Hipoteza potwierdzona dla większości uczniów, którzy w wyniku pracy metodą projektów nabyli wiedzę czynną, dzięki której mogą krytycznie analizować i opracowywać dane dotyczące projektów
5. Podejmowanie adekwatnych działań Uczniowie podczas nabywania wiedzy czynnej adekwatnie podejmują działania	Nieznacznie trudniejsze okazało się podejmowanie adekwatnych działań dotyczących przebiegu projektu. Uczniowie często wykorzystywali materiały nieadekwatne do wykonywanych działań np. mając wykonać jak najlżejsze bezpieczne opakowanie rzutowe na jajko, wykonali je z materiałów posiadających ponad 5 kg	Ważną umiejętnością dla uczniów jest podejmowanie adekwatnych działań, dotyczących np. wykonania produktu. Często znajdowali sprzeczne informacje i nie potrafili ich wyselekcjonować dobierając nieodpowiednie materiały do końcowego produktu
6. Publicznie przedstawiane efekty pracy uczniów Uczniowie potrafią z zainteresowaniem przedstawić efekty swojej pracy nad projektem	Publiczne prezentowanie efektów pracy nad projektami okazało się najtrudniejszą umiejętnością (0,61). Z przeprowadzonych badań widać, iż wielu uczniów ma problemy z zaprezentowaniem swoich rezultatów projektu. Często uczniowie najbardziej zaangażowani w realizację projektów najgorzej wypadali podczas ich prezentacji	Chociaż przedstawienie projektów najbardziej interesowało publiczność, jednak często uczniowie najbardziej zaangażowani w pracę nad projektami prezentowali się najgorzej
7. Udzielane odpowiedzi ustne na pytania dotyczące faktów, praw i pojęć z fizyki podczas trwania projektu Uczniowie potrafią w trakcie projektu odpowiadać nauczycielowi na zadane pytania dotyczące prawidłowego wykonania projektu	Podczas trwania projektów uczniowie często byli sprawdzani ustnie przez prowadzącego badania pytaniami z bieżących zagadnień dotyczących znajomości podstawowych praw i pojęć z fizyki. Umiejętność ta okazała się również umiarkowanie trudna (0,64)	Podczas typowej lekcji uczniowie przepytывani są z wiedzy biernej, czyli takiej, którą nabyli podczas przyswajania. Pracując poprzez L郑 uczniowie nabywali wiedzę czynną, z której byli przepytывani na bieżąco z danej lekcji projektowej
8. Ocena produktu Uczniowie uzyskują maksymalne oceny za wykonanie i zaprezentowanie własnego produktu	Okazało się po przeprowadzonych badaniach iż tylko kilka procent uczniów uzyskało maksymalne oceny za projekty	Uczniowie oprócz oceny z L郑 otrzymywali ocenę podczas prezentacji projektu. Również średnia ocen za projekty prezentowane osiągnęła średnią 0,65 co ogólnie przekłada się na ocenę dostateczną
Hipoteza szczegółowa 2. Stosowanie metody projektów sprzyja kształtowaniu pozytywnych postaw nauczania i uczenia się fizyki Analiza pretestu (październik 2013 r.) i posttestu (styczeń 2014 r.) ankiety zainteresowania fizyką AZF dla grupy eksperymentalnej L郑 (N=125)		

¹³² J.A. Stevenson, *Metoda projektów w nauczaniu*, Lwów 1930.

Hipotezy operacyjne	Weryfikacja hipotezy operacyjnej	Weryfikacja hipotezy szczegółowej
1. Radość uczenia się Spodziewa się znacznego przyrostu radości z uczenia się po zastosowaniu LZP	Dla grupy eksperymentalnej LZP wzrost o 2% z 70 do 72%. Największy wzrost z pięciu kategorii radości uczenia się (około 5%) w postteście zanotowano dla stwierdzeń: odczuwam wielką radość, podczas uczenia się na tematy związane z nauką (z 73 do 77%) oraz lubię czytać o zagadnieniach naukowych z fizyki (z 58 do 62%)	Dla porównania uczniowie w Polsce mają niewielką radość uczenia się według badań PISA sięgającą tylko średni 46% ze wszystkich kategorii, chociaż średnia OECD wynosi 57%. W Polsce lubię zdobywać nową wiedzę 60% spośród badanych (OECD 67%), a lubię rozwiązywać problemy naukowe tylko 37% (OECD 43%)
2. Związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową Oczekuje się, iż uczniowie posiadający większe zainteresowanie naukami przyrodniczymi, wskażą na ich związek z planowaną karierą naukową	Pretesty i posttesty wypadły na jednakowym poziomie dla grupy LZP	Dla uczniów uczenie się fizyki w gimnazjum nie ma wpływu na ich przyszłą karierę naukową, którą i tak wybiera niewielka populacja uczniów
3. Pewność siebie w naukach przyrodniczych Po okresie pracy metodą projektów nastąpi wzrost pewności siebie w uczeniu się fizyki i nauk przyrodniczych	Przeciętny wynik Polski na skali był wyższy od średniej OECD, oraz wyższy od średniej w niektórych innych krajach o wysokich wynikach, w tym Hongkongu, Chin, Tajwanu, Korei, Japonii i Holandii. Dzięki metodzie projektów, nawet po półrocznym stosowaniu następuje wysoki wzrost pewności siebie w uczeniu się fizyki (posttest 70% wzrost o ponad 11% w stosunku do pretestu 69%)	Metoda projektów pozytywnie wzmacnia pewność siebie w uczeniu się fizyki i nauk przyrodniczych. Dlatego zaleca się częste stosowanie tej metody dla zwiększenia pewności siebie
4. Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi Uczniowie planujący przyszłość zawodową będą brali pod uwagę zainteresowanie naukami przyrodniczymi i fizyką	Największy wzrost motywacji uczenia się uczniów w związku planowania przyszłości zawodowej związanej z naukami przyrodniczymi półrocznym uczeniu się poprzez LZP (wzrost o prawie 16% w postteście 60 do 76%). Widać iż w porównaniu z badaniami PISA w 2006 roku nastąpił duży wzrost zainteresowania naukami przyrodniczymi. Przeciętny wskaźnik dla Polski (około 32%) w 2006 roku na tej skali był wyższy od średniej OECD (poniżej 30%) i wyższy od średnich dla Australii, Finlandii, Korei, Japonii i Holandii. Niektóre kraje spoza OECD (Tajlandia 71%, Indonezja 73%, Jordania 78%, Kirgistan 78% i Tunezja 83%) miały więcej niż dwie trzecie uczniów zorientowanych na pracę w charakterze kariery naukowej	Ciekawym jest fakt, iż po niedługim okresie stosowania metody projektów silnie wzrasta motywacja podjęcia kariery zawodowej związanej z naukami fizyki i nauk przyrodniczych

5. Zainteresowanie fizyką poza szkołą Metoda projektów motywuje uczniów do uczenia się fizyki i nauk przyrodniczych poza szkołą	Po przeprowadzonym projekcie nieznacznie spadło zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą z 69% na 67% w grupie LZP. Niewielka część uczniów z badań PISA 2006 angażuje się w działania związane z uczeniem się przedmiotów przyrodniczych poza obowiązkowymi lekcjami: Tylko: – 21% uczniów regularnie ogląda programy telewizyjne o nauce. – 20% uczniów regularnie czyta czasopisma naukowe lub czyta artykuły naukowe w gazetach. – 13% uczniów regularnie odwiedza strony internetowe na temat nauki. – 8% uczniów regularnie pożycza książki o nauce. – 7% uczniów regularnie słucha audycji radiowych z zakresu nauki. – 4% uczniów regularnie uczestniczy w zajęciach kółek naukowych	Zainteresowanie uczniów naukami przyrodniczymi (także fizyką) może być mierzone stopniem, w jakim uczniowie są zaangażowani w działania związane z nauką w czasie wolnym. Badanie nie wykazały znacznego wzrostu uczenia się fizyki poza szkołą. Prawie o połowę więcej polskich uczniów w porównaniu ze średnią OECD regularnie uczestniczy w działaniach pozaszkolnych dotyczących zdobywania wiedzy naukowej: – 47% uczniów regularnie ogląda programy telewizyjnych o nauce – 31% uczniów regularnie czyta czasopisma naukowe lub czyta artykuły naukowe w gazetach – 20% uczniów regularnie odwiedza strony internetowe na temat nauki – 14% uczniów regularnie pożycza książki o nauce – 16% uczniów regularnie słucha audycji radiowych z zakresu nauki – 11% uczniów regularnie uczestniczy w zajęciach kółek naukowych
6. Wybór konkretnych zawodów Uczniowie po pracy metodą projektów będą zorientowani na wybór zawodów zorientowanych na fizykę i nauki przyrodnicze	Największą grupę uczniów (ponad 20%) stanowią ci, którzy nie są jeszcze przekonani co do wyboru przyszłego zawodu. Najwięcej uczniów spośród 30 zadeklarowanych zawodów przyszłości, wybiera inżynierię i budownictwo a najmniej deklaruje wybór finansów i bankowości	Uczniowie deklarują wybór ponad 30 różnych zawodów. Zdecydowanych uczniów jest prawie 80% z całej populacji szkolnej. Nie było widocznego wzrostu wyboru zawodów związanych z naukami przyrodniczymi. Podkreślić należy na wielkie zróżnicowanie uczniów co do wyboru konkretnego zawodu
7. Zaangażowanie w LZP		
Hipoteza szczegółowa 3. W wyniku pracy metodą projektów uczniowie osiągają wyższy poziom rozumowania naukowego (Analiza pretestu 2013 i posttestu 2015 testu Lawsona)		
Hipotezy operacyjne	Weryfikacja hipotezy operacyjnej	Weryfikacja hipotezy szczegółowej
0. Ogólne rozumowanie naukowe Po zastosowaniu metody projektów wyniki posttestu Testu Lawsona będą wyższe niż w preteście przed uczeniem się metodą projektów.	Po zastosowaniu metody projektów, w której uczniowie wykonali średnio 1 LZP wyniki ogólne w postteście okazały się niższe niż w preteście przed rozpoczęciem pracy, np. okazało się, iż po krótkotrwałym zastosowaniu LZP następuje deautomatyzacja nabywania nowej wiedzy i rozwijania rozumowania naukowego. Dopiero po rocznym stosowaniu LZP i kilkukrotnym wykonaniu całej procedury LZP następuje wzrost wyników posttestu, który jest istotny statystycznie (posttest	Hipoteza została potwierdzona, jednak z uwagą, iż w wyniku długotrwałej (po roku uczenia się) pracy metodą projektów uczniowie osiągają wyższy poziom rozumowania naukowego. Wynik ogólny TRN łatwości zadań wzrósł z 0,3 do 0,41 przy czym najniższy wynik w preteście 2013 wyniósł 0,04 a najwyższy 0,63, a w postteście odroczonym 2015 wynik minimalny 0,08 a maksymalny 0,83)

	maj 2015). Dzieliąc wyniki pretestu i posttestu na kwartyle (I – wyniki poniżej 21%, II – od 22–29%, III – 30–38% i IV – powyżej 39%) należy stwierdzić iż w postteście o 12 uczniów mniej uzyskało wyniki poniżej 21% oraz o 36 uczniów więcej uzyskało wyniki powyżej 39%, co świadczy o spełnieniu roli LZP w ogólnym rozwijaniu rozumowania naukowego	
1. Zachowanie niezmienników (materii i objętości) Ten podstawowy rodzaj myślenia, powinien być opanowany przez uczniów gimnazjum najlepiej. Powinniśmy dla tego sposobu rozumowania osiągnąć najlepsze wyniki (co oczywiście nie oznacza, że uczniowie nie popełniają błędów w tym sposobie myślenia)	Jeśli chodzi o aspekt rozumowania opartego na niezmiennikach możemy sądzić, że zastosowanie LZP w znacznej mierze rozwija tą kategorię rozumowania po długotrwałej pracy, np. należy podkreślić, iż w postteście 2015 ponad połowa badanych uczniów uzyskała łatwość tej kategorii równą 1 (100% rozwiązanych 4 zadań z niezmienników) co stanowi wzrost o 40 uczniów w stosunku do pretestu (gdzie wynik łatwości 1 uzyskało tylko 8 badanych). Tezę o wpływie LZP na rozwój podstawowego elementu rozumowania należy potwierdzić w całości	Podsumowując, wyniki TRN dotyczące zachowania niezmienników, wyniki z tej kategorii wzrastają po długoterminowym stosowaniu LZP, które rozwija poziom rozumowania uczniów (wzrost łatwości zadań z trudnych 0,47 do łatwych 0,71 w postteście 2015) Podstawowy sposób rozumowania, jakim jest zachowanie niezmienników potwierdza w całości hipotezę, iż praca metodą projektów poprzez LZP
2. Rozumowanie proporcjonalne Na podstawie jednego zjawiska uczniowie powinni przewidywać wynik drugiego, ponieważ potrafią uwzględnić proporcję czynników biorących w nich udział	Jako jedyne rozumowanie proporcjonalne okazało się znacznie trudniejsze (wskaźnik łatwości 0,14 bardzo trudne) w postteście niż w preteście (trudne 0,22)	Prawie o 20% wzrosła ilość uczniów, którzy w postteście uzyskali wynik 0% z tej kategorii rozumowania. Był tylko wzrost o 1% uczniów, którzy uzyskali z rozumowania proporcjonalnego 75%
3. Kontrola zmiennych Uczniowie dzięki LZP potrafią zauważyć konieczność uwzględniania różnego wpływu kilku czynników (zmiennych) na ostateczny wynik jakiegoś zjawiska oraz umieją wyciągać wnioski z doświadczeń empirycznych	W postteście wyniki o 12% lepsze niż w preteście	Dzięki LZP uczniowie nauczyli się wyciągać wnioski z doświadczeń empirycznych, chociaż w badaniach efektów realizacyjnych przeprowadzonych jednokrotnie widać było problemy z wyciąganiem wniosków z doświadczeń
4. Rozumowanie probabilistyczne Uczniowie potrafią uwzględniać i szacować prawdopodobieństwa wystąpienia jakiegoś zjawiska na podstawie informacji o ilości zmiennych i sposobie ich wybierania „do użytku”	Wysoki wzrost wyników w postteście o około 22% w stosunku do pretestu	To dzięki określaniu zmiennych niezależnych, zależnych i kontrolnych w LZP nastąpił znaczny przyrost rozumowania probabilistycznego w postteście 2015. Uczniowie zobowiązani do wypisywania zmiennych podczas trwania projektu rozwijają rozumowanie probabilistyczne, czyli potrafią szacować prawdopodobieństwo wystąpienia jakiegoś zjawiska na podstawie zmiennych
5. Rozumowanie korelacyjne	Ostatnie dwa najwyższe poziomy rozumowania również rozwinięte	Rozumowanie korelacyjne, czyli przewidywanie przebiegu jednego

Uczniowie dzięki metodzie projektów nabywają umiejętności dostrzegania współzmienności zjawisk i przewidywaniu przebiegu jednego na podstawie drugiego (współzmiennego)	dotatnio po trwaniu metody projektu, jednak na niższym wzroście około 5%	zjawiska na podstawie drugiego (współzmiennego) zostało rozwinięte na średnim poziomie (około 8%) w porównaniu z rozwinięciem innych poziomów rozumowania
6. Rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne Uczniowie potrafią stawiać hipotezy (dostrzegają możliwości postawienia hipotez) i przewidują jak można je weryfikować empirycznie	Ogólny wynik najwyższego stopnia rozumowania wzrósł około 4% i należał do najniższych wzrostów poziomu rozumowań. Może to wynikać z faktu, iż rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne należy do najtrudniejszych sposobów rozumowania	Oczekiwaloby się wyższego poziomu wzrostu jednak widać, iż uczniowie mieli także problemy wypełniając LZP jak weryfikować dokładnie empirycznie hipotezy, czyli wysuwać odpowiednie wnioski z przeprowadzonego doświadczenia w metodzie projektów

Opracowanie własne.

„Głównym celem szkoły jest to, by nauczyć powierzonych jej uczniów, jak radzić sobie z problemami, które mogą wystąpić poza jej murami (...), apeluje się o takie cele nauczania, które mogłyby skutecznie wzbudzić i podtrzymać ciekawość uczniów”¹³³. Jak pisze D. Klus-Stańska celem edukacji jest przekazywanie tego, co najistotniejsze w dziedzictwie kulturowym, ale również umożliwienie rozumienia codzienności. Stanisław Palka natomiast mówi, że podstawowym celem pracy współczesnej szkoły staje się kształtowanie badawczej i twórczej postawy uczniów. Kształtowanie takiej postawy może się dokonywać w toku rozwiązywania przez uczniów problemów teoretycznych i praktycznych. Dydaktyk polski Wincenty Okoń już w 1964 roku wskazał na konieczność powiązania procesu nauczania z procesem badania naukowego. Stwierdził, że „Nauka, podobnie jak technika i sztuka, odgrywa dziś w życiu człowieka coraz ważniejszą rolę, jest zresztą wśród tych dziedzin dziedziną wiodącą. Aby w pełni przysposobić się do rozumienia wyników badań naukowych i posługiwania się nimi w życiu codziennym, wychowankowie szkoły współczesnej muszą poprzez procesy uczenia się stopniowo coraz to bardziej zbliżać się do rozumienia istoty badań naukowych (...)”¹³⁴. Przeprowadzając projekty na lekcjach należy w procesie edukacyjnym zwrócić uwagę na:

- analizowanie informacji na podstawie różnych źródeł i odróżnianie w nich opinii od faktów,
- wskazywać związek omawianych zagadnień (zjawisk) z życiem codziennym,
- wskazywać w przeprowadzanych doświadczeniach proces badawczy i naukowy,
- przeprowadzać eksperymenty i doświadczenia (szczególnie te, które zostały wskazane w podstawie programowej), a na podstawie otrzymanych wyników wdrażać uczniów do formułowania wniosków i oceny rezultatów badań,

¹³³ G. Mietzel, *Psychologia kształcenia*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003, s. 74.

¹³⁴ W. Okoń, *U podstaw problemowego uczenia się*, PZWS, Warszawa 1964, s. 56.

- rozwijać praktycznie sposoby rozumowania i wnioskowania,
- indukcyjnie i abdukcyjnie poszukiwać najlepszych hipotez i rozwiązań,
- utrwalać wprowadzane pojęcia z zakresu przedmiotów przyrodniczych,
- zwracać uwagę na dokładną analizę tekstów, wykresów, tabel czy poleceń.

Prowadzący badania wprowadził w roku szkolnym 2014/2015 w jednym z gimnazjów Wielkopolski innowację pedagogiczną „Radość z uczenia się rzeczy nowych – czyli jak rozwijać rozumowanie naukowe?”, zatwierdzoną przez Kuratorium Oświaty w Poznaniu, jako kontynuację badań nad praktycznym rozwijaniem rozumowania naukowego i myślenia formalnego.

4. Wnioski końcowe

Z przeprowadzonych badań do niniejszej dysertacji, można stwierdzić, że na poziomie badanych uczniów, metoda projektów spełnia swój podstawowy cel, tzn. podnosi efektywność nauczania fizyki w gimnazjum. Z wyników końcowych testu Lawsons wynika z kolei wniosek, iż metodę projektów ze strategią LZP można śmiało wykorzystać do praktycznego rozwijania wśród uczniów rozumowania naukowego oraz różnych stylów myślenia (de Bono), w szczególności myślenia krytycznego i kreatywnego w przeciwieństwie do metod podających, które wymuszają wśród uczniów rozumowanie odtwórcze. Uczniowie w rozmowach z przeprowadzającym badania stwierdzili, że najwięcej korzystają z lekcji – projektów, kiedy zostaną zainteresowani tematyką przez nauczyciela. Dodają przy tym, iż konstruowanie nowej wiedzy musi być ciekawe, ważne jest dla nich także, aby wiedzę tę można było wykorzystać w praktyce. Większość uczniów potwierdziła także, że uczenie się fizyki metodą projektów jest skuteczną metodą pracy w szkole. Dzięki tej metodzie uczą się, jak się uczyć i zdobywają najwięcej umiejętności praktycznych.

Zgodnie z hipotezą główną można stwierdzić, iż metoda projektów jest skuteczną metodą nauczania i uczenia się fizyki w gimnazjum oraz pozwala osiągnąć zadowalające wyniki uczenia się w zakresie efektów realizacyjnych i kształcących. Mimo wysokiej skuteczności pedagogicznej metody projektów oraz dużego nią zainteresowania istnieje jednak 25% grupa uczniów, która nie chce się uczyć i nie jest gotowa podjąć trudu i wysiłku uczenia się rzeczy nowych – nazywana w badaniach PISA – grupą uczniów zagrożoną wykluczeniem społecznym.

Wnioski dotyczące efektów realizacyjnych. Wnioski te zostały wysunięte na podstawie weryfikacji pierwszej hipotezy szczegółowej: *uczniowie pracujący metodą projektów osiągają zadowalające wyniki odnośnie efektów realizacyjnych* oraz 11 hipotez szczegółowych, wpływających z kolejnych odpowiedzi uczniów na pytania i problemy zakodowane w lekcyjnym zadaniu projektowym LZP.

Z analizy 120 wykonanych projektów widać wyraźnie, iż podczas pracy metodą projektów według LZP następuje nacisk na zadania realizacyjne. To dzięki działaniu, uczniowie wykonują

wspaniałe produkty projektowe, wykorzystując przy tym cykl badawczy, w którym stawiali pytania badawcze, formułowali hipotezy, projektowali doświadczenia, aby potwierdzić lub obalić hipotezy, wyprowadzali wnioski i prezentowali wyniki. Cykl badawczy LZP przebiegał na średnim poziomie, w którym łatwość podejmowanych działań wyniosła ponad 0,6, z tym iż chłopcy uzyskali wynik 0,53 a dziewczęta 0,76, zaś średnia ocena produktu wyniosła 0,65. Najslabiej wypadło dokumentowanie LZP i wyniosło 0,4. Podczas pracy metodą projektów poprzez LZP uczniowie nabywają wiedzę i umiejętności dzięki stosowanej metodzie problemowej i poszukującej IBSE (rozwijają: krytyczne myślenie, kreatywność, umiejętność pracy w grupie, komunikację między sobą, planowanie oraz umiejętności związane z TIK), a nie jak to czyni tradycyjna szkoła poprzez przekaz.

Dzięki wytwarzaniu produktów projektowych uczniowie nie koncentrowali się tylko na faktach, a rozwiązywali realne problemy przez działanie. Weryfikacja hipotez operacyjnych wykazała, że uczniowie pisząc wnioski z LZP głębiej zrozumieli analizowane zagadnienia i często myśleli krytycznie względem swoich spostrzeżeń z doświadczeń. Niejednokrotnie stawiali się ekspertami odnośnie prezentowanych projektów. Wykonane produkty często świadczyły o dużej pomysłowości uczniów wynikającej z ich kreatywności i poszukiwaniu oryginalnych, niepowtarzalnych rozwiązań. Wielu uczniów poprzez wspólne wykonywanie projektów nauczyła się dobrej organizacji pracy w grupie. Nie bez znaczenia było także wzajemne nauczanie, dzięki któremu, jak stwierdzili uczniowie, wykonanie nawet trudnych zadań okazało się możliwe. Wykonując produkty projektowe, uczniowie często korzystali z TIK, rozwijając przy tym swoje umiejętności w tym zakresie.

Podsumowując, uczniowie wykonując produkty projektów formułowali własne problemy badawcze do rozwiązania, stawiali sobie cele, planowali kolejne kroki postępowania, szukali potrzebnych informacji do weryfikacji hipotez. Uczniowie podczas wykonywania projektów czuli się bardziej odpowiedzialni za swoją pracę – chcieli wykonać jak najlepsze produkty. Nauczanie i uczenie się poprzez lekcyjne zadania projektowe LZP wiąże się ze zwiększeniem efektów realizacyjnych czynności uczniów czy to w postaci bezpośredniej satysfakcji emocjonalnej, czy także rezultatów przedmiotowych jego działania. Efekty realizacyjne towarzyszą nieodzownie każdej czynności kształcącej. Nie ma czynności kształcących bez efektów realizacyjnych. Użyteczność realizacyjna (w tym bezpośrednia, emocjonalna) zwiększa skuteczność i atrakcyjność uczenia się i nauczania. Wzięcie pod uwagę i świadome wykorzystanie komponentu realizacyjnego to jeden z warunków poprawy wyników kształcenia. Dążąc do zwiększenia atrakcyjności czynności uczenia się poprzez lekcyjne zadania projektowe LZP rozbudowujemy komponent realizacyjny czynności uczniów.

Wnioski dotyczące efektów kształcących. Wnioski te wypływają z analizy i weryfikacji 3 hipotez szczegółowych oraz 22 hipotez operacyjnych, w tym dla pierwszej hipotezy szczegółowej – 8 hipotez operacyjnych dotyczących wiedzy operatywnej, dla drugiej hipotezy – 7 hipotez operacyjnych dotyczących postaw uczniów w stosunku do uczenia się fizyki i wobec fizyki oraz dla ostatniej hipotezy szczegółowej – 7 hipotez operacyjnych dotyczących rozwijania poprzez LZP poziomów rozumowania naukowego. Nabywanie wiedzy operatywnej przebiegało na poziomie bliskim 0,65, w którym najslabiej wypadło publiczne przedstawianie efektów pracy uczniów i wyniosło 0,61. Nie wszyscy uczniowie nawet bardzo zaangażowani w projekty wypadli dobrze podczas ich prezentacji. W wyniku pracy metodą projektów poprzez LZP uczniowie osiągają wyższy poziom w zakresie kształtowania umiejętności zapamiętywania i rozumienia wiadomości z fizyki. Metoda projektów kształtuje pozytywne postawy nauczania i uczenia się fizyki. Podczas pracy metodą projektów poprzez LZP następuje znaczny wzrost zmian postaw uczniów z tych, którzy nie chcieli się uczyć na tych, którym uczenie się metodą projektów daje radość uczenia się i jest zachętą do zgłębiania tajemnic fizyki. Metoda projektów kształtuje pozytywne postawy nauczania i uczenia się fizyki. Postawy zaangażowania i pracowitości wykazali przede wszystkim uczniowie zaciekawieni projektami i fizyką w ogóle. Po przeprowadzonych badaniach wyraźnie widać, iż uczniowie chcą pracować metodą projektów. Nie jest natomiast dla wszystkich uczniów skuteczną metodą uczenia się, czy nauczania fizyki. Prawie 25% badanych uczniów nie wykonało żadnego projektu, mimo uzyskania oceny niedostatecznej. Cieszy jednak fakt, iż mimo 30% uczniów o obojętnym zaangażowaniu w projekty, znalazła się prawie połowa uczniów badanych o bardzo wysokim i wzorowym zaangażowaniu w wykonanie projektu, czyli w proces uczenia się. W metodzie projektów tkwi duży potencjał odnośnie uczenia się rzeczy nowych oraz zmiany postawy poprzez tę metodę. Prowadzący badania zauważył, iż dla 10% uczniów ta metoda przynosi ogromne efekty, jeżeli chodzi o zaangażowanie w nią, a ci uczniowie są nastawieni na uczenie się czegoś nowego i interesującego. Czerpią przy tym niesamowitą radość z uczenia się rzeczy nowych. Wszystko ich interesuje, nie potrzeba ich zmuszać do nauki. Sami wiedzą, że wytrwale ucząc się zostaną, tak jak planują: lekarzami, prawnikami czy biznesmanami.

Wnioski z badań odnośnie rozwijania rozumowania naukowego. *W wyniku pracy metodą projektów uczniowie osiągają wyższy poziom rozumowania naukowego.* Podczas pracy metodą projektów według LZP następuje znaczny przyrost umiejętności rozumowania naukowego uczniów po długotrwałym stosowaniu metody. W I etapie stosowania LZP następuje spadek ogólnych wyników na rozumowanie naukowe z powodu deautomatyzacji umiejętności uczenia się – poprawa wyników następuje po dłuższym okresie stosowania LZP (znacznie lepsze wyniki (wzrost o 10% łatwości rozumowania w wynikach końcowych) – po roku stosowania metody

projektów. W preteście grupa 28 uczniów z badań L郑 (N=125), która przez cały czas badań od października do stycznia 2014 roku nie wykonała żadnego projektu miała wyniki testu Lawsons'a i ankiety zainteresowania fizyką AZF lepsze, niż grupa uczniów (N=12), która wykonała 3 lub więcej projektów. Po wykonaniu projektów L郑 wyraźnie się to zmieniło – wzrosło zainteresowanie fizyką i nastąpił wzrost rozumowania naukowego w grupie, która wykonywała projekty (N=12) i nastąpił spadek w grupie niewykonywającej L郑.

Z uogólnienia wniosków wynika, że zaoferowanie uczniom szerszego spektrum propozycji do wykazywania się umiejętnościami z innowacyjnych podejść do przygotowania i realizacji zajęć L郑, skutkuje lepszym zaangażowaniem, chęcią i motywacją do działania, a co za tym idzie – podnosi skuteczność uczenia się fizyki w gimnazjum.

Podsumowując wnioski płynące z przeprowadzonych badań, można posłużyć się wypowiedzią Stanisława Palki, który uważa, że „We współczesnej teorii i praktyce kształcenia bardzo dużego znaczenia nabrała sprawa opanowania wiadomości i umiejętności przez wychowanków na drodze samodzielnego rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych. Szkoła nie jest w stanie wyposażyć uczniów w system wiadomości i umiejętności, które wystarczą im na całe życie. W związku z szybkim przyrostem wiedzy naukowej i coraz bardziej skomplikowanymi obowiązkami zawodowymi oraz dynamicznym rozwojem życia społecznego szkoła musi przygotowywać wychowanków do samokształcenia, przysposobić ich do twórczego udziału w życiu zawodowym, społecznym i kulturalnym”¹³⁵.

¹³⁵ S. Palka, *Praca badawcza uczniów w procesie kształcenia*, Kraków 1977, s. 5.

ZAKOŃCZENIE

Jedni przychodzą tutaj się uczyć, by zaspokoić ciekawość, inni, by dzięki wiedzy dojść do sławy i majątku, jeszcze inni, by osiąść władzę nad drugimi. Te pobudki są próżne i nieszlachetne. Szlachetnie czynią jedynie ci, co uczą się, by innym czynić dobro i osiągnąć mądrość.

św. Bernard z Clairvaux

Przyjęto założenie, że zaproponowany w niniejszej dysertacji „naukowy” sposób prowadzenia lekcji metodą projektów pozwala uczniom rozwijać rozumowanie formalne, na które składa się cały szereg sposobów myślenia, rozumowania i wnioskowania. Warto zwrócić uwagę uczniów, iż mogą myśleć różnymi sposobami (wyróżnionymi przez de Bono) oraz, że rozumowanie odtwórcze stosowane przez uczniów szczególnie na egzaminach nie jest najważniejszą umiejętnością wyniesioną ze szkoły.

Szukając metod nowej edukacji po prostu warto pokazać uczniom metodę projektów w działaniu.

Zbigniew Pietrasiński ponad czterdzieści lat temu zauważył: „to, że czynność uczenia się zwykle nie jest sama przez się nagrodą, lecz środkiem do osiągnięcia odległych celów życiowych, upodabnia ją do pracy zawodowej, uprawianej nie z zamiłowania, lecz z musu¹³⁶. Jednak Z. Pietrasiński widzi szansę dla uczniów w efektach realizacyjnych, które mogą wpływać dodatnio na wyniki nauki, gdy są nimi np. produkty użyteczne dla innych, dające uczniowi bezpośrednią satysfakcję i chęć do dalszej nauki, nie mówiąc już o efektach w postaci lepszego przygotowania do praktycznego wykorzystania wiedzy”¹³⁷.

Nauka fizyki metodą projektów daje uczniom nową radość uczenia się – *flow*¹³⁸ i nastawienia na własny rozwój. Uczy planowania, pracy z innymi, wytrwałości i konsekwencji. Nauka tą metodą w gimnazjum ukazuje, że bogactwo i piękno fizyki są niewyczerpane. Nauka fizyki metodą projektów jest zawsze nowa i jest zawsze źródłem nowości. Fizyka może zawsze swoją nowością odnowić chęć uczniów do nauki i nieustannej kreatywności. Za każdym razem,

¹³⁶ Z. Pietrasiński, *Wstęp do czynnościowej teorii kształcenia umysłu*, [w:] *Studia nad teorią czynności ludzkich*, I. Kurcz, J. Reykowski (red.), PWN, Warszawa 1975, s. 199–200.

¹³⁷ Tamże. s. 193.

¹³⁸ *Flow* jest stanem psychicznym, który można osiągnąć podczas wykonywania jakiejś czynności, podczas gdy osoba w pełni angażuje się w to co robi i odczuwa z tego ogromną przyjemność, jest całkowicie pochłonięta działaniem.

gdy staramy się stosować metodę projektów i odzyskać pierwotną świeżość fizyki, pojawiają się nowe drogi, twórcze metody i nowe sposoby uczenia się. W rzeczywistości każda autentyczna działalność edukacyjna jest zawsze nowa. Profesor Nawrocik, w jednym z wykładów określił fizykę jako naukę „wymagającą intelektualnej odwagi i dającą wiele satysfakcji. Fizyka uczy sztuki poprawnego stawiania pytań i skutecznego rozwiązywania problemów. Fizyka jest wszędzie tam, gdzie dzieją się rzeczy ciekawe i ważne dla współczesnego świata. Fizyka ma za sobą wspaniałe osiągnięcia, ale przed sobą ma ambitne zadania. Aby im sprostać musi przyciągać zdolnych i pracowitych młodych ludzi”¹³⁹.

Uczenie się i nauczanie metodą projektów fizyki w gimnazjum jest wielkim wyzwaniem dla uczniów i nauczycieli. Współcześni uczniowie bardzo dużo czasu spędzają na pasywnej rozrywce, oglądają telewizję, grają w różnego rodzaju gry komputerowe i z przesadą korzystają z portali społecznościowych. Czy metoda projektów może pomóc uczniom rozwijać własne zainteresowania i pasje oraz pomnażać w uczniach radość uczenia się rzeczy nowych? We wstępie pracy podkreślono, jak ważna jest prostota w edukacji. Większości ważnych w życiu rzeczy nie można nauczyć się z telewizji, Internetu czy nawet książek, ale z bezpośredniego kontaktu z innymi ludźmi, z dzielenia się swoimi zainteresowaniami, radościami i pasjami. Ciągła interakcja z innymi jest fundamentalną częścią rozwoju. Również ważne w nauczaniu i uczeniu się metodą projektów jest pozostawienie uczniom wolnej ręki do organizowania sobie „spontanicznego uczenia się” i osiągnięcia za to naturalnej nagrody, jaką jest *flow*.

Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały także, iż można w gimnazjum wprowadzić wprost lekcyjne zadania projektowe LZP, które praktycznie rozwijają rozumowanie formalne, w tym rozumowanie naukowe, krytyczne i kreatywne. Podkreślić trzeba, że należy zmienić dotychczasowe pseudo-dedukcyjne nauczanie w nauczanie problemowe, polegające na stawianiu przez uczniów pytań badawczych, wysuwaniu hipotez, potwierdzeniu ich lub zaprzeczeniu poprzez wykonanie eksperymentu i wysuwanie wniosków, a także świadomej samooceny uczniów, czego się konkretnie nauczyli.

Nauczanie problemowe wymaga od uczniów wysiłku intelektualnego oraz współdziałania w grupie. Przechodząc przez kolejne ogniwa rozwiązywania problemu powstają liczne sytuacje wymagające od uczniów różnorodnych rodzajów rozumowań, m.in. wnioskowania, dowodzenia, wyjaśniania, sprawdzania oraz łączenia tych rozumowań z wytwarzaniem produktów. Uczeń musi dysponować wiedzą operatywną, musi nie tylko pamiętać, ale i umieć korzystać z posiadanych

¹³⁹ *Fizyka zawsze młoda* – wykład inauguracyjny na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 3 października 2005 roku, wygłoszony przez profesora Wojciecha Nawrocika.

wiadomości. Musi ponadto współpracować w grupie, aby rozwiązywać problemy, których rozwiązanie przekracza często jego indywidualne możliwości¹⁴⁰.

Rezultaty osiągnięte przez uczniów pracujących metodą projektów były następstwem stawiania uczniów w sytuacjach, które zmuszały ich ogólnie do myślenia, do samodzielnego formułowania problemów badawczych, hipotez i znajdowania dla nich potwierdzeń lub zaprzeczeń. Uczniowie byli także motywowani do rozwiązywania szeregu problemów, a nie tylko do pamięciowego opanowywania i recytowania podawanych treści kształcenia. Następnie formułowanie pytań i uzasadnianie hipotez zmuszało uczniów do odwoływania się do wiedzy uprzedniej oraz korzystania z niej do rozwiązywania problemów jeszcze niespotkanych, co przyczyniło się do zwiększenia stopnia operatywności tej wiedzy. Rozwiązywanie lekcyjnego zadania projektowego LZP na lekcji prowadziło do zdobywania nowej wiedzy, umiejętności i kształtowania pozytywnych postaw wobec fizyki i uczenia się fizyki w gimnazjum. Wdrażało uczniów do myślenia naukowego, do wnioskowania i wyjaśniania, zmuszało do planowania i wykonania czynności zmierzających do powstania produktów projektowych. Dyskusje nad hipotezami i wnioskami wdrażały uczniów do wysuwania rzeczowych argumentów za i przeciw. Uczniowie mieli także czas do przedstawiania rzeczowej krytyki swoich pomysłów, przez co wyrabiali w sobie rozumowanie naukowe polegające na precyzowaniu i uściśnianiu wypowiedzianych sądów. Formułowanie i sprawdzanie hipotez należało w badaniach do efektów realizacyjnych. W początkowej grupie eksperymentalnej LZP liczącej 125 uczniów, 41 uczniów (33%) osiągnęło wynik poniżej średniej za efekty realizacyjne, a 84 (67%) uczniów powyżej średniej. Cieszy fakt, iż ta grupa stanowi większość uczniów. Istnieje jednak relatywnie duża grupa uczniów, którzy uzyskali 1 pkt, czyli tych, którzy nie wykonali żadnego projektu. 68% wyników mieściło się w przedziale od 7 do 29 punktów na 36 możliwych do uzyskania. Szczegółowa analiza Lekcyjnych Zadań Projektowych (LZP) potwierdza, że wprowadzony w LZP naukowy sposób postępowania wymusza u uczniów stosowanie rozumowania naukowego, nabywania wiedzy czynnej i ciągle nowego spojrzenia na fizykę i uczenie się w ogóle. Uczniowie poprzez swoją pracę z LZP zdają sobie sprawę z tego, jak postępują naukowcy. Stawiają pytania badawcze, formułują hipotezy, określają zmienne i szukają potwierdzenia hipotezy bądź ją obalają i w ten sposób konstruuja swoją wiedzę. Ta umiejętność z pewnością pomoże im w dorosłym życiu, w którym nieustannie należy podejmować decyzje, ustalać stan faktyczny, stawiać pytania, czego się oczekuje, analizować potencjalne możliwości i w końcu samodzielnie rozwiązywać realne problemy życiowe. Udział uczniów w projektach wspiera proces ich uczenia się. Jak wykazano, kształtuje także wszystkie kompetencje kluczowe, jak inicjatywność i przedsiębiorczość,

¹⁴⁰ Por. Cz. Kupisiewicz, *O efektywności nauczania problemowego*, PWN, Warszawa 1973.

porozumiewanie się w języku ojczystym i obcym, kompetencje społeczne bycia w grupie, myślenie naukowo-techniczne podczas uczenia się rzeczy nowych z zakresu informatyki, matematyki i przedmiotów przyrodniczych. Wykonane przez uczniów produkty projektów są tak różnorodne, jak ich wymarzone zawody przyszłości. Badani uczniowie zauważyli, że dzięki realizacji projektów grupowych nauczyli się pracować w grupie, np. mobilizować kolegów do pracy na rzecz projektu czy odpowiedzialności za swoją pracę. W badaniach podjęto próbę zdiagnozowania, czy metoda projektów wpływa na rozwijanie rozumowania naukowego. Wyniki testu Lawsons'a w pierwszej fazie badań 2014 roku nie potwierdziły tej hipotezy. Całościowy test Lawsons'a nie potwierdził wyraźnie rozwoju rozumowania naukowego uczniów w badaniach właściwych, ale ostatnia jego część dotycząca rozumowania korelacyjnego oraz hipotetyczno-dedukcyjnego w grupie LZP potwierdziła uzyskanie lepszych wyników posttestu badań z 2014 roku. Powtórzone badania odroczone w maju 2015 roku na grupie 93 uczniów, którzy przez ponad rok pracowali metodą projektów poprzez LZP, wykazały znaczny wzrost wyników z testu Lawsons'a z wyraźnym wzrostem rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego. Zadania do zrealizowania w gimnazjum dla uczniów muszą być jasno określone i dostosowane do możliwości. Metoda projektów wyzwala w uczniach kreatywność, a zaangażowani w nią uczniowie (około 20%) odnajdują w niej radość uczenia się. Obserwacje uczniów wykazały także, że najbardziej zmotywowani i wytrwali do nauki są uczniowie zorientowani przyszłościowo na zawody medyczne. Zaskakujący był fakt, że tylko 20% spośród badanych uczniów nie wie jeszcze w gimnazjum, jaki zawód będzie wykonywać w przyszłości, a reszta uczniów ma bardzo zróżnicowane marzenia o przyszłej pracy (uczniowie podali około 30 różnych zawodów, które były pogrupowane w 11 kategorii). W badaniach wyróżniono także grupę uczniów (około 6%), którzy osiągają niskie wyniki uczenia się, ale bardzo byli wytrwałymi i pracowitymi w uczeniu się metodą projektów, często także podczas prac domowych angażując swoich rodziców.

Podsumowując, zaproponowana metoda projektów poprzez lekcyjne zadania projektowe LZP przyczynia się w dużym stopniu do wdrażania uczniów do samokształcenia. Wyrabia w uczniach umiejętność dostrzegania i rozwiązywania problemów. Pomaga sprawdzić rezultaty działań, rozwija rozumowanie naukowe i przygotowuje do życia w ciągle zmieniającej się rzeczywistości. Ogólny zarys nauczania fizyki w gimnazjum – formułowanie problemów, wysuwanie i uzasadnianie hipotez zmierzających do ich rozwiązania oraz sprawdzenie tych hipotez za pomocą zaplanowanych doświadczeń, wysuwanie wniosków i zadeklarowana świadomość uczniów, czego konkretnie nauczyli się, wydaje się być alternatywą dla typowych lekcji fizyki skupionych na aktywności nauczyciela. W zakończeniu należy dodać, że istnieją tematy lekcji, których problematyzacja zgodna z lekcyjnym zadaniem projektowym może nasuwać pewne trudności, wynikające na przykład z właściwości omawianych zagadnień, jakie nauczyciel chce na danej

lekcji osiągnąć. Chodzi więc o to, aby znaleźć równowagę pomiędzy treściami kształcenia i rozwijaniem rozumowania naukowego, aby nie nadużywać ani metody badawczej, ani metod nie skoncentrowanych na uczniu, ale by pobudzić uczniów do aktywności i samodzielności intelektualnej w procesie nauczania i uczenia się.

Zamierzeniem moim jest w najbliższej przyszłości praca z uczniami nad rozwijaniem ich rozumowania metodą modelową¹⁴¹ promowaną w USA, polegającą na cyklach dwutygodniowych, w których uczniowie wykonują projekty z danego działu fizyki i połączenie tej metody z zaproponowanym przeze mnie LZP, które skupia uwagę na rozwijaniu rozumowania, a nie na przekazie, oraz kolejnym LZP o odwrotnym kierunku, czyli od obserwacji do konstruowania w końcowej fazie najbardziej prawdopodobnych hipotez wyjaśniających (zgodnie z rozumowaniem abdukcyjnym)¹⁴².

¹⁴¹ J. Jackson, L. Dukerich, D. Hestenes, *Modeling Instruction: An Effective. Model for Science Education*, "Science Educator, Spring" 2008, vol. 17, nr 1/17.

¹⁴² Nauczanie modelowe rozwijane od 1990 roku pod kierunkiem Davida Hestenesa (emerytowanego profesora fizyki, z Arizona State University), koryguje wiele słabości tradycyjnych metod wykładowo demonstracyjnych, w tym fragmentaryzacji wiedzy, bierności uczniów, nieprawidłowych i naiwnych przekonań uczniów odnośnie otaczającego świata. W odróżnieniu od tradycyjnego podejścia, w którym uczniowie przechodzą przez pozornie niepowiązane tematy, instrukcje modelowe organizują przebieg wokół niewielkiej liczby modeli naukowych, dzięki czemu lekcje są spójne. To wiąże się z nauczaniem problemowym i osiągnięciem podstawowych umiejętności i praktyk w modelowaniu matematycznym, rozumowaniu proporcjonalnym oraz ilościowej oceny, zbierania i analizy danych poprzez Technologię Informacyjno Komunikacyjną (TIK). <http://modelinginstruction.org/-welcome/#more-2374>.

BIBLIOGRAFIA

1. Adey A., Shayer M., *Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students*, Journal of Research in Science Teaching, 27(1990).
2. *Analiza osiągnięć gimnazjalistów z zakresu przedmiotów przyrodniczych*, Egzamin gimnazjalny 2014, Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu.
3. Antczak A., *Wspieranie twórczego myślenia i działania młodzieży. Zarys problematyki*.
4. Barmby P., Kind P.M., Jones K., *Examining changing attitudes in secondary school science*, International Journal of Science Education 2008, 99999(1).
5. Barrows H. S., *A taxonomy of problem-based learning methods*, Medical Education, 20(1986).
6. Benford R., Lawson A.E., *Relationships between Effective Inquiry Use and the Development of Scientific Reasoning Skills in College Biology Labs*, MS Thesis, Arizona State University. ERIC Accession Number: ED456157, 2001.
7. Bernard P., Białas A., Broś P., Ellermeijer T., Kędzierska E., Krzeczowska M., Maciejowska I., Odrowąż E., Szostak E., *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy badawcze ucznia, Podstawy metodologii IBSE*, Konsorcjum ESTABLISH, Steering Committee: S. Brady, H. Čtrnáctová, L. Dvořák, M. Ekborg, T. Ellermeijer, C. Fazio, O. Finlayson, M. Francica, A. Gethings, E. Kędzierska, M. Kireš, I. Maciejowska, E. McLoughlin, J. Michaelis, Ch. Ottander, I. Parchmann, M. Rannikmäe, Valanides; Establish, *Rozpowszechnianie i zastosowanie na szeroką skalę w Europie, w przypadku uczniów szkół średnich (w wieku 12–18 lat), kształcenia przez odkrywanie poprzez tworzenie rzeczywistego środowiska nauczania, przy zaangażowaniu wszystkich zainteresowanych stron w inicjowaniu i wdrażaniu zmian w szkołach*, http://www.zmnch.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=7.
8. Blackwell L.S., Trześniewski K.H., Dweck C.S., *Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention*, „Child Development”, 78(1)2008.
9. Boaler J., *Experiencing school mathematics*, Mahwah, Erlbaum, New York 2002.
10. Braun M., Śliwa W., *To jest fizyka*, podręcznik do gimnazjum, część 1, Nowa Era, Warszawa 2009.
11. Brooks J.G., Martin G., Brooks G., *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*, 1993.
12. Buzan T., *Mapy twoich myśli*, Wydawnictwo „Ravi”, Łódź 1999.
13. Carr T., Jitendra A.K., *Using hypermedia and multimedia to promote project – based learning of at-risk high school students*, Intervention in School & Clinic, 36(1)2000.
14. Caygill R., *PISA 2006 Student attitudes to and engagement with science, How ready are our 15-year-olds for tomorrow's world?* Ministry of Education New Zealand.
15. Chamberlain M., *Mathematics and science achievement in New Zealand: summing up New Zealand's participation in three cycles of TIMSS at Year 9*, Ministry of Education, Wellington 2007.
16. Chiu M.M., McBride-Chang C., *Gender, context, and reading: a comparison of students in 43 countries*. Scientific Studies of Reading, 10(4)2006.

17. Chołuj A., „Pytaj, badaj, wnioskuj! Dobre praktyki – wybrane scenariusze zajęć. Fizyka. Jesień 2014, Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej.
18. Cullen T., *Thinking outside the square to enable reluctant readers to undertake high reading mileage*, Reading Forum NZ, 21(2)2006.
19. Czapiński J., Panek T., *Diagnoza społeczna 2006*, Warszawa 2006.
20. Davidson N., & Major C. H., *Boundary crossings: Cooperative learning, collaborative learning, and problem-based learning*. Journal on Excellence in College Teaching, 2014, 25(3&4), s. 7-55.
21. Dewey J., *My Pedagogic Creed*, „School Journal” nr 54/1897.
22. Driver R., Asoko H., Leach J., Mortimer E., Scott P., *Constructing scientific knowledge in the classroom*. „Educational Research” 1994, nr 23.
23. Duckworth A.L., *Klucz do sukcesu? Wytrwałość*, [w:] <http://www.ted.com>.
24. Dylak S., *Architektura wiedzy w szkole*, Difin S.A., Warszawa 2013.
25. Dylak S., *Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli*, [w:] *Współczesność a kształcenie nauczycieli*, H. Kwiatkowska, T. Lewowicki, S. Dylak (red.), WSP ZNP, Warszawa 2000.
26. Dylak S., *Wizualizacja w kształceniu nauczycieli*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań 1995.
27. Dylak S., *Doświadczenia to za mało – potrzebne są eksperymenty*, [w:] *Nowa Pracownia Przyrody – Opracowanie rekomendacji wyposażenia szkolnej pracowni przyrody dla klas IV-VI szkoły podstawowej*, Warszawa 2015.
28. Edelson D., Reiser B., *Making authentic practices accessible to learners*, [w:] *Cambridge handbook of learning sciences*, K. Sawyer (ed.), England, Cambridge University Press, Cambridge 2006.
29. Fedorowicz M., *Umiejętności polskich gimnazjalistów. Pomiar, wyniki, zadania testowe z komentarzami*, praca zbiorowa, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 2007.
30. Fibonacci, *Rozpowszechnianie na szeroką skalę edukacji nauk przyrodniczych i matematyki, opartej na metodzie zadawania pytań (IBSME)*, <http://www.fibonacci-project.eu/>.
31. Fisher R., *Uczymy się, jak uczyć*, tłum. K. Kruszewski, Warszawa 1999.
32. Fuller C., Dykstra S. Jr., *College Teaching and Development of Reasoning*, Information Age Publishing, North Carolina, Charlotte 2009.
33. Gerber B.L., Cavallo A.M., Marek E.A., *Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability*, „International Journal of Science Education” 2001, nr 23(5).
34. Giere R.N., Bickle J., Mauldin R.F., *Understanding Scientific Reasoning*, 5th edition, Belmont, CA: Thomson/Wadsworth 2006.
35. Gołąb-Meyer Z., *Podstawy psychologiczne nauczania fizyki*, Wykład fakultatywny.
36. Gubański Z., *Szkoła dawniej i dziś*, wykład autorski w Ostrowie Wielkopolskim dla OTN, Ostrów Wielkopolski 2008.
37. *Guide for developing Establish Teaching and Learning Units*, project ESTABLISH, “AMSTEL Institute” 2010.
38. Guilford J.P., *Natura inteligencji człowieka*, PWN, Warszawa 1978.

39. Hattie J., *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*, Taylor & Francis, 2008.
40. Hazen R.M., Trefil J., *Science Matters: Achieving Scientific Literacy*, Anchor Books, New York 1991.
41. Holzman P.S., *On Hearing and Seeing Oneself*, [w:] R.H. Geeistma (red.), *Studies in Self Cognition: Techniques of Videotape Self-Observation in The Behavioral Sciences*, The W&W Company, Baltimore 1969.
42. <http://llp.est.org.pl>.
43. <http://visible-learning.org>.
44. <http://www.bsos.org>.
45. <http://www.ceo.org.pl>.
46. <http://www.fibonacci-project.eu>.
47. <http://www.go-lab-project.eu>.
48. <http://www.kopernik.org.pl/news/n/lekcje-przyrody-od-nowa>.
49. <http://www.modelinginstruction.org/welcome/#more-2374>.
50. <http://www.nowaera.pl>.
51. <http://www.pisa.oecd.org>.
52. <http://www.ted.com>.
53. <http://www.zmnch.pl>.
54. <http://www7.nationalacademies.org>.
55. Janczy A., *Uczniowie nabywają wiadomości i umiejętności określone w podstawie programowej*, [w:] *Jakość edukacji, Dane i wnioski z ewaluacji zewnętrznych przeprowadzonych w latach 2013–2014*, G. Mazurkiewicz, A. Gocłowska (red.), Kraków 2014.
56. Kapela-Bagińska B., *Nie pasywni – Kreatywni! Nauczyciele i uczniowie na lekcjach*.
57. Klus-Stańska D., „Gazeta Szkolna” 2008, nr 5.
58. *Kompetencje kluczowe w uczeniu się przez całe życie – europejskie ramy odniesienia*. Załącznik do zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie; Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 30 grudnia 2006 r./L394.
59. Krajcik J.S., Blumenfeld P.C., *Project – based learning*, [w:] *Cambridge handbook of learning sciences*, K. Sawyer (ed.), Cambridge, England: Cambridge University Press, 2006.
60. Kupisiewicz Cz., *Dydaktyka ogólna*, Oficyna Wydawnicza GRAF PUNKT, Warszawa 2000.
61. Kupisiewicz Cz., *O efektywności nauczania problemowego*, PWN, Warszawa 1965.
62. Lave J., Wenger E., *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, England Cambridge University Press, Cambridge 1991.
63. Lawson A.E., *Science Teaching and the Development of Thinking*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company, 1995.

64. Lei B., Cai T., Koenig K., Fang K., Han J., Wang J., Liu Q., Ding L., Cui L., Luo Y., Wang Y., Li L., Wu N., *Learning and Scientific Reasoning*, „Science”, vol. 323 30, January 2009, Published by AAAS.
65. Lewis J.L., *Nauczanie fizyki*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985.
66. Linn M.C., Davis E.A., Bell P., *Internet Environments for Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, New York 2004.
67. Lunenburg F.C., *Constructivism and Technology: Instructional Designs for Successful Education Reform*, „Journal of Instructional Psychology” 1998, nr 2.
68. Marek E.A., Cavallo A.M.L., *The Learning Cycle and Elementary School Science*, Portsmouth, NH: Heinemann, 1997.
69. Mietzel G., *Psychologia kształcenia*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2003.
70. Minner D., Levy A.J., Century J., *Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002*, „Journal of Research in Science Teaching” 2010, vol. 47, nr 4.
71. Nawrociak W., *Fizyka zawsze młoda*, wykład inauguracyjny na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 3 października 2005 r.
72. Nieswandt M., *Student affect and conceptual understanding in learning chemistry*, Journal of Research in Science Teaching 2006, 44(7).
73. Nowacki T.W., Korabinowska-Nowacka K., Baraniak B., *Nowy słownik pedagogiki pracy*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Pedagogicznej Towarzystwa Wiedzy Powszechnej, Warszawa 1999.
74. Okoń W., *U podstaw problemowego uczenia się*, PZWS, Warszawa 1964.
75. Okoń W., *Wprowadzenie do dydaktyki ogólnej*, Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 1996.
76. Palka S., *Praca badawcza uczniów w procesie kształcenia*, Kraków 1977.
77. Pflug A., Referat wygłoszony na Konferencji GIREP w Skofja Loka, 1992 (Foton 21/1992).
78. Pietrański Z., *Wstęp do czynnościowej teorii kształcenia umysłu*, [w:] *Studia nad teorią czynności ludzkich*, I. Kurcz, J. Reykowski (red.), PWN, Warszawa 1975.
79. Piotrowski E., *Myślenie twórcze i krytyczne w edukacji*, [w:] *Tendencje w dydaktyce współczesnej*, K. Denek, F. Bereźnicki (red.), Wyd. A. Marszałek, Toruń 1998.
80. Piotrowski M., Kielech J., Dobrzyńska M., *Akademia Uczniowska*.
81. PISA 2006, Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki Badania 2006 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.
82. PISA 2012 Results in Focus, What 15-Year Olds Know And What They Can Do With What They Know, OECD 2012.
83. PISA 2012 Results: Ready to Learn – Students’ Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III), PISA, OECD Publishing, [w:] <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en>, Source: OECD, PISA 2012 Database, Table III.2.3a.12 <http://dx.doi.org/10.1787/888932963787>.
84. PISA 2012, Programme for International Student Assessment – Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2012 w Polsce, Ministerstwo Edukacji Narodowej.
85. *Polska 2030: wyzwania rozwojowe*, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów 2009.

86. Półturzycki J., *Wskazania dla dydaktyki w raporcie Komisji Delorse'a: Learning: the treasure within – Uczenie się – nasz ukryty skarb*, [w:] *Tendencje w dydaktyce współczesnej*, K. Denek, F. Bereźnicki (red.), Wyd. A. Marszałek, Toruń 1998.
87. *Projekt z klasą*, Wydawnictwo Nowa Era, <http://www.nowaera.pl>.
88. Robinson K., *Jak uciec z edukacyjnej doliny śmierci*, <http://www.ted.com>.
89. Robinson K., *Szkoły zabijają kreatywność*, <http://www.ted.com>.
90. Roth W.M., *Experimenting In a constructivist high school physics laboratory*, „Journal of Research in Science Teaching” 1992, nr 3.
91. Rybicka K., *Dydaktyczne tendencje polskich nauczycieli mierzone w psychologicznej perspektywie postrzegania czasu (ZTPI), Badania międzynarodowe i wzory zagraniczne w diagnostyce edukacyjnej*, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.
92. Sawiński J.P., *Dlaczego kompetencje*, „Nowa Szkoła” 1998, nr 2.
93. Schibeci R.A., *Attitudes to science: an update*, Studies in Science Education, 1984, nr 11.
94. Science: „Learning and Scientific Reasoning”, Bao et al., 323-5914, 01/30/2009.
95. Shaughnessy M.F., *An Interview with Anita Woolfolk: The Educational Psychology of Teacher Efficacy*. Educational Psychology Review 16 (2)2004.
96. *Słownik języka polskiego*, L. Drabik (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
97. Śniadek B., *Konstruktywistyczny model kształcenia nauczycieli przyrody*, XIV Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, Opole 2008.
98. Stevenson J.A., *Metoda projektów w nauczaniu*, Lwów 1930.
99. *Strategia rozwoju kapitału społecznego*, Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego, 30 czerwca 2010 roku.
100. Strzemieczny J., *Jak organizować i prowadzić gimnazjalne projekty edukacyjne. Poradnik dla dyrektorów, szkolnych organizatorów i opiekunów projektów*, Warszawa 2010.
101. Szymański M.S., *O metodzie projektów*, Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 2000.
102. Taraszkiewicz M., Colin R., *Atlas efektywnego uczenia się nie tylko dla nauczycieli*, część 1, CODN – Transfer Learning, Warszawa 2006.
103. Urbański M., *Rozumowania abdukcyjne. Modele i procedury*. [Abductive Reasoning. Models and Procedures], Adam Mickiewicz University Press, Poznań 2009.
104. Wąsowska M., *Akademia uczniowska. Badanie opinii absolwentów projektu*, Warszawa 2013.
105. Wojnar I., *Kulturowy wymiar edukacji jako szansa i alternatywa*, [w:] *Szkoła i pedagogika w dobie przełomu*, T. Lewowicki, S. Mieszalski, M.S. Szymański (red.), Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 1995.
106. Zimbardo P., Boyd J., *Paradoks czasu*, tłum. A. Cybulko, M. Zieliński, Warszawa 2009.
107. Zimmerman C., *The Development of Scientific Reasoning: What psychologists contribute to an Understanding of Elementary Science Learning. Paper commissioned by the National Academies of Science (National Research Council's Board of Science Education, Consensus Study on Learning Science, Kindergarten through Eighth Grade) (2005)*, http://www7.nationalacademies.org/bose/Corinne_Zimmerman_Final_Paper.pdf.
108. Zimmerman C., *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school*, „Developmental Review” 2007, nr 27.

Spis schematów

Schemat 1. Związki pomiędzy abdukcją, dedukcją i indukcją według inferencyjnej teorii Peirce’a	43
Schemat 2. Sześciostopniowy cykl badania i modelowania opartego na dociekaniu naukowym	55
Schemat 3. Cykl dociekania (uproszczona wersja na podstawie Llewellyn)	56
Schemat 4. Uczenie się problemowe według konsorcjum Go–Lab.....	59
Schemat 5. Model zależności między zmiennymi.....	65
Schemat 6. Badania pilotażowe w gimnazjum S.....	71
Schemat 7. Przedstawienie zmiennych zależnych i narzędzi badawczych w badaniach pilotażowych	72
Schemat 8. Grupy eksperymentalne oraz ich podział ze względu na miejsce zamieszkania, szkołę i klasę	74
Schemat 9. Szczegółowy podział grup ze względu na projekty, liczbę uczniów oraz pretesty i posttesty	76
Schemat 10. Podział na grupy eksperymentalne ze względu na szkoły	77
Schemat 11. Przedstawienie przebiegu badań grupy eksperymentalnej	78

Spis tabel

Tabela 1. Poszczególne zmienne zależne oraz narzędzia wykorzystane do ich pomiaru w grupie LZP	65
Tabela 2. Operacjonalizacja kluczowych zmiennych badań metody projektów w badaniach właściwych.....	66
Tabela 3. Wskaźniki i zmienne szczegółowe dotyczące efektów realizacyjnych zmiennej zależnej: efekty realizacyjne (produkty projektów).....	68
Tabela 4. Efekty kształcące zmiennej zależnej: wiedza operatywna (wiadomości i umiejętności uczniów) (1).....	69
Tabela 5. Efekty kształcące zmiennej zależnej: postawy wobec fizyki i uczenia się fizyki (2)	69
Tabela 6. Efekty kształcące zmiennej zależnej: rozumowanie naukowe (3)	70
Tabela 7. Analiza statystyczna wyników pomiaru	78
Tabela 8. Interpretacja wskaźników łatwości zadania	80
Tabela 9. Interpretacja współczynnika rzetelności	82
Tabela 10. Opis statystyczny grupy LZP w podziale na szkoły (N = 125).....	85
Tabela 11. Opis statystyczny grupy LZP ze względu na płeć	86
Tabela 12. Opis statystyczny grupy LZP ze względu na płeć według szkół	86
Tabela 13. Współczynnik łatwości ze względu na efekty realizacyjne	88
Tabela 14. Podstawowe wskaźniki statystyczne wyników grupy LZP	90
Tabela 15. Liczba wyników poniżej i powyżej średniej	90
Tabela 16. Statystyki opisowe efektów realizacyjnych grupy LZP ze względu na szkoły	92
Tabela 17. Liczba punktów uzyskanych powyżej i poniżej średniej ze względu na szkoły	93
Tabela 18. Średnie rangi ze względu na płeć	94
Tabela 19. Podstawowe wskaźniki statystyczne ze względu na płeć	95
Tabela 20. Uzyskane wyniki poniżej i powyżej średniej ze względu na płeć	95
Tabela 21. Analiza statystyczna wykonanych lekcyjnych zadań projektowych (LZP)	96
Tabela 22. Liczba oraz rozkład procentowy LZP wykonanych w różnych szkołach biorących udział w badaniu	96
Tabela 23. Liczba i rozkład procentowy LZP wykonanych indywidualnie lub w grupie.....	96
Tabela 24. Liczba i procentowy rozkład LZP w podziale na miejsce ich wykonywania	97
Tabela 25. Liczba oraz odsetek uczniów, którzy wykonali określoną liczbę LZP	97
Tabela 26. Liczba i procentowy rozkład wybranych przez uczniów zakresów tematycznych do realizacji w LZP	97
Tabela 27. Mocne i słabe strony grupy LZP.....	99
Tabela 28. Wskaźniki statystyczne grupy LZP dotyczące efektów kształcących wiedzy operatywnej	103
Tabela 29. Wyniki powyżej i poniżej średniej	103
Tabela 30. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami 5 skal postaw w grupach LZP	104
Tabela 31. Odsetek uczniów mających radość z uczenia się fizyki.....	106
Tabela 32. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami motywacji instrumentalnej.....	107
Tabela 33. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami dotyczącymi pewności siebie w naukach przyrodniczych	107
Tabela 34. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami na temat przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych	108

Tabela 35. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą	108
Tabela 36. Wyniki testu Lawsona grupy LZP ze względu na 6 poziomów rozumowania i wynik ogólny	113
Tabela 37. Zastosowane testy porównawcze dla pretestu i posttestu	114
Tabela 38. Poziom istotności p pretestu 2013 i posttestu 2014 r. testu Lawsona oraz wyniki TRN dla grupy LZP	115
Tabela 39. Mocne i słabe strony grup LZP ze względu na sposób rozumowania naukowego	117
Tabela 40. Liczebność uczniów w postteście odroczonym 2015 ze względu na płeć	118
Tabela 41. Liczebność uczniów w postteście odroczonym 2015 ze względu na szkoły	118
Tabela 42. Liczebność uczniów w postteście odroczonym 2015 ze względu na poziom klasy	118
Tabela 43. Liczebność uczniów w postteście odroczonym 2015 ze względu na szkoły i poziom klas	118
Tabela 44. Wyniki ogólne grupy LZP na rozumowanie naukowe (N=93)	120
Tabela 45. Podstawowe wskaźniki statystyczne pretestu 2013 oraz posttestu odroczonego 2015	121
Tabela 46. Ogólne wyniki TRN	121
Tabela 47. Wyniki kwartyłowe TRN	121
Tabela 48. Wyniki kwartyłowe pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015 testu Lawsona ze względu na płeć	122
Tabela 49. Wyniki kwartyłowe pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015 testu Lawsona ze względu na szkoły	123
Tabela 50. Określenie rozkładu normalnego w teście Wilcoxa pretest a posttest	123
Tabela 51. Poziom istotności poziomów rozumowania i wyniku ogólnego	124
Tabela 52. Wyniki kwartyłowe niezmienników	124
Tabela 53. Wyniki kwartyłowe rozumowania proporcjonalnego	125
Tabela 54. Wyniki kwartyłowe kontroli zmiennych	126
Tabela 55. Wyniki kwartyłowe rozumowania probabilistycznego	127
Tabela 56. Wyniki kwartyłowe rozumowania korelacyjnego	128
Tabela 57. Wyniki kwartyłowe odnośnie rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego	129
Tabela 58. Wyniki pretestu i posttestu ze względu na płeć	131
Tabela 59. Wyniki pretestu i posttestu odroczonego 2015 ze względu na szkoły	131
Tabela 60. Odsetek uczniów mających radość z uczenia się przedmiotów przyrodniczych	132
Tabela 61. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami motywacji instrumentalnej do uczenia się nauk przyrodniczych	133
Tabela 62. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami dotyczącymi pewności siebie w naukach przyrodniczych	134
Tabela 63. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami na temat przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych	135
Tabela 64. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą	136
Tabela 65. Tabela weryfikacji hipotez	137

Spis wykresów

Wykres 1. Współczynnik łatwości dla poszczególnych kategorii efektów realizacyjnych	87
Wykres 2. Interpretacja współczynnika łatwości	88
Wykres 3. Rozkład wyników dla całej grupy LZP (N = 125)	89
Wykres 4. Rozkład dwumodalny uzyskanych wyników	91
Wykres 5. Wyniki łatwości poszczególnych kategorii ze względu na szkoły	92
Wykres 6. Łatwość wykonanych zadań poszczególnych kategorii ze względu na płeć	94
Wykres 7. Efekty kształcące w zakresie wiedzy operatywnej (wiadomości i umiejętności)	101
Wykres 8. Wyniki uczniów według liczby uzyskanych punktów	102
Wykres 9. Przybliżenie rozkładem normalnym dla uzyskanych wyników	102
Wykres 10. Radość uczenia się ze względu na pretest i posttest	105
Wykres 11. Pewność siebie w naukach przyrodniczych ze względu na pretest i posttest	105
Wykres 12. Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi	106
Wykres 13. Rozkład odpowiedzi uczniów w preteście odnośnie planowanego zawodu w podziale na kategorie	109
Wykres 14. Rozkład odpowiedzi uczniów w postteście odnośnie planowanego zawodu w podziale na kategorie	109
Wykres 15. Wyniki pretestu Lawsons w październiku 2013 roku na rozpoczęcie badań dla grupy LZP	111
Wykres 16. Wyniki posttestu Lawsons w styczniu 2014 roku dla grupy LZP	112
Wykres 17. Wyniki pretestu 2013 i posttestu Lawsons 2014 dla grupy LZP	112
Wykres 18. Porównania pretestu 2013 i posttestu 2014	114
Wykres 19. Wyniki pretestu i posttestu Lawsons ze względu na płeć	116
Wykres 20. Wyniki pretestu i posttestu Lawsons ze względu na szkoły	116
Wykres 21. Wyniki Testu Lawsons w preteście październik 2013 i postteście odroczonym maj 2015	119
Wykres 22. Porównanie pretestu 2013 i posttestu odroczonego 2015 testu Lawsons	119
Wykres 23. Porównanie wyników pretestu i posttestu odroczonego 2015	120
Wykres 24. Porównanie wyników kwartylowych pretestu i posttestu odroczonego	122
Wykres 25. Wyniki kwartyłowe kategorii zachowania niezmienników	125
Wykres 26. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania proporcjonalnego	126
Wykres 27. Wyniki kwartyłowe kategorii kontrola zmiennych	127
Wykres 28. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania probabilistycznego	128
Wykres 29. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania korelacyjnego	129
Wykres 30. Wyniki kwartyłowe kategorii rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego	130
Wykres 31. Przyrost wyników posttestu odroczonego 2015 ze względu na płeć	130
Wykres 32. Średni wynik rozumowania naukowego uczniów w każdym kwartylu wskaźnika radości z uczenia się	132
Wykres 33. Średni wynik rozumowania naukowego uczniów w każdym kwartylu wskaźnika motywacji instrumentalnej	133

Wykres 34. Wyniki uczniów w teście w każdym kwartale indeksu pewności siebie w naukach przyrodniczych	134
Wykres 35. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą	135
Wykres 36. Średni wynik z testu uczniów w każdym kwartalu dla wskaźnika aktywności związanej z nauką poza szkołą	137

PRZEDSTAWIENIE NARZĘDZI BADAWCZYCH BADAŃ PILOTAŻOWYCH

WebQuest w praktyce szkolnej

Opis WebQuestu

Jedną z możliwości realizacji projektów w środowisku internetowym jest WebQuest, gdzie wykorzystywane są elementy pracy zespołowej i zespołowe uczenie się poprzez Internet. Tak samo, jak w typowych projektach aktywność uczniów ukierunkowana jest na dociekanie, szukanie odpowiedzi, rozwiązań. Realizując standardowe projekty badawcze uczniowie dbają o efekt swej pracy w jednym tylko celu – aby uzyskać jak najlepszą ocenę szkolną.

W pracy z wykorzystaniem WebQuestu uczeń opracowuje znalezione informacje, rozwija własną wyobraźnię, doskonali umiejętność rozwiązywania sytuacji problemowych. Dzięki przyjaznej i dyskretnej (konstruktywizm) obecności nauczyciela, poszukiwanie informacji przez ucznia przebiega w sposób przemyślany i kontrolowany. Uczeń otrzymuje dokładne wskazówki, z jakich portali internetowych korzystać. Nie oznacza to zamknięcia dostępu do całości zasobów, ale ogranicza realnie surfowanie po Internecie.

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

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

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

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

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

Jednym z wymagań projektu było prowadzenie przez cały czas projektu elektronicznego portfolio na google dysku. Uczniowie umieszczali tam swoje terminy spotkań i sami uzupełniali karty projektu oraz odpowiadali na kwestionariusze i ankiety. Wszystkie ankiety, harmonogramy, kwestionariusze i karty zostały udostępnione uczniom do wypełniania na google dysku. Uczniowie, mając do nich dostęp, sukcesywnie je wypełniali. Najczęściej uzupełniane były karty

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

W ramach powyższych badań uczniowie wykonali 3 produkty:

- zabawki fizyczne (I grupa),
- makietę statku kosmicznego (II grupa),
- zaplanowali podróż na Księżyc (III grupa).

Tylko I grupa wywiązała się wzorowo ze wszystkich zadań projektowych. Na czas wypełniała portfolio i w umówionym czasie stawiała się na konsultacjach z nauczycielem. Pozostałe dwie grupy słabo współpracowały z opiekunem projektów, chociaż prezentacja makiety statku kosmicznego podczas szkolnego dnia projektów wypadła najlepiej, z powodu dużej swobody wypowiedzi uczniów II grupy. Chociaż I grupa wykonała najlepszy projekt, to z kolei zaprezentowała go najslabiej (jeden z uczniów, laureat Wojewódzkiego Konkursu Matematycznego ma wrodzoną wadę wymowy, a pozostali jego koledzy mają dysleksje rozwojowe).

III grupa zaplanowała nierealną podróż na Księżyc, wzorując ją na wycieczkach po okolicy. Dla tych uczniów webquest „Wyruszamy w kosmos” okazał się także zbyt szczegółowy, dlatego w badaniach właściwych zrezygnowano z webquestow na rzecz L郑.

Uczniowie w badaniach pilotażowych tak ocenili swoje zainteresowania projektami:

Tomasz:

1. W projekcie zaciekało mnie: zastosowanie prądu elektrycznego w zabawkach (elektromagnesie i silniczku elektrycznym).

Dawid:

1. W projekcie zaciekało mnie: bogactwo wszechświata.
2. Chciałbym wiedzieć więcej: na temat rakiet kosmicznych.

Patryk:

1. W projekcie zaciekało mnie: planety gazowe we wszechświecie.
2. Chciałbym wiedzieć więcej: o działaniu grawitacji.
3. Zauważyłem również, że: fizyka przydaje się w różnych dziedzinach nauki.

Daniel:

1. W projekcie zaciekało mnie: planety karłowate.
2. Chciałbym wiedzieć więcej: o podróżach kosmicznych.
3. Zauważyłem również, że: istnieje wiele ciekawych powiązań między planetami Układu Słonecznego.

Badania pilotażowe przeprowadzono na trzech grupach eksperymentalnych, w trzech różnych klasach, w których podano zmienną niezależną, jaką była metoda projektów. Celowo

zrezygnowano z klas kontrolnych, aby nie faworyzować metody projektów, a sprawdzić jedynie jej skuteczność pedagogiczną badaną w obszarach: wiedzy, umiejętności, i postaw odpowiednich do sytuacji oraz zainteresowań fizyką oraz udoskonalić narzędzia badawcze.

W badaniach pilotażowych uczniowie nauczyli się współpracować w grupie.

Uzupełniając zdanie „Wykonując doświadczenie nauczyłem się, że” odpowiadali tak:

- warto współpracować w grupie i motywować innych do wywiązywania się ze swoich powinności,
- warto współpracować z innymi,
- współpracować w grupie.

Wniosek, który wyniosłem to przede wszystkim to, że działając kompromisowo można dojść do składowego konsensusu, a także nauczyłem się co nieco o podróży w kosmos i rakietach kosmicznych.

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

Podsumowując badania pilotażowe, jeden z uczestników napisał w sprawozdaniu z projektu: „Celem projektu, którego jeszcze nie wymieniliśmy okazał się rozwój naszej kreatywności, dobrowolne pobudzenie naszego zaangażowania oraz czerpanie radości z realizacji projektu, który własnoręcznie stworzylibyśmy, gdyż każdy z nas mógłby w nim zauważyć część swojej pracy i być z niej dumny (...).

Uzasadniając wybór tematu projektu edukacyjnego kierowaliśmy się tym, że chcemy połączyć coś przyjemnego z pożytecznym. Chcieliśmy, aby to było czymś związanym z ważnym przedmiotem, który dla większości uczniów wydaje się nudny i zbyt trudny, a jednak gdyby go przedstawić w ciekawy, przystępny sposób wzbudziłby duże zainteresowanie i radość wśród dzieci, młodzieży, ale także wśród dorosłych (...).

Po zakończeniu projektu doszliśmy do kilku wniosków, które potwierdziły nasze wcześniejsze myśli o tym, że przez zabawę można skutecznie nauczać fizyki, gdyż wówczas wydaje się ona dla innych interesująca; są oni ciekawi, dlaczego coś działa akurat tak, a nie inaczej”.

Sprawozdanie grupa II

WebQuest „Wyruszamy w kosmos”

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

Konstanty Ciołkowski, 1895

Wprowadzenie

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

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

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

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

Zadanie

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

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

Plan działania

Praca metodą projektów przebiega w pięciu głównych etapach:

I Wybór tematu projektu i wprowadzenie w jego problematykę

1. Dobierzcie się w grupy z tymi osobami, z którymi chcielibyście razem tworzyć projekt.
2. Wybierzcie lidera grupy.
3. Nauczyciel wprowadzi Was w problematykę Kosmosu, powie Wam o najnowszych badaniach dotyczących podboju Kosmosu i przedstawi Wam problemy, jakie wynikają z tych działań.
4. Wspólnie z nauczycielem przedyskutujcie, jaki temat szczegółowy chcielibyście realizować i napiszcie ten temat w domu w elektronicznej karcie projektu.
5. W uzyskaniu informacji o Kosmosie pomoże Wam linkoteka zamieszczona w zakładce Mikrograwitacja na stronie www.fizyka.osw.pl oraz ciekawa wyszukiwarka www.delicious.com.

II Określenie celów projektu i zaplanowanie etapów jego realizacji

1. Sformułujcie Wasze cele projektu.
Wyobraźcie sobie, że macie zorganizować podróż w kosmos.
Zastanówcie się, jak taka podróż miałaby wyglądać tzn. jak przygotować wylot w kosmos, całą podróż, pobyt i powrót na Ziemię. Pamiętajcie, że te wszystkie elementy musicie umieścić w prezentacji multimedialnej.
Ważne są także Wasze oczekiwania, czego chcecie się nauczyć podczas planowania podróży w Kosmos. Zapiszcie je również w tym punkcie Waszych celów.
2. Zapoznajcie się z wzorami dokumentacji wymaganymi przez nauczyciela, szczególnie z kartą projektu i jej wersją elektroniczną na google dokument.
3. Ustalcie zasady pracy w zespołach, które pomogą Wam efektywnie współpracować w grupie.
4. Zróbcie listę zadań, które należy wykonać, aby projekt był gotowy oraz określcie zasadnicze etapy pracy. Na koniec przydzielcie zadania uczestnikom grupy oraz ustalcie terminy ich realizacji.
5. Zapoznajcie się z kryteriami oceny projektu oraz terminami konsultacji podanymi przez nauczyciela.
6. Zaplanujcie sposób prezentacji projektu, tzn. kto dokładnie będzie omawiał poszczególne etapy podróży.

III Wykonanie zaplanowanych działań

1. Wykonujcie przydzielone każdemu z Was zadania na bieżąco oraz dokumentujcie pracę zgodnie z wymaganiami nauczyciela – według elektronicznej karty projektu na google dokument.
2. Bądźcie samodzielni i starajcie się wykonać Wasze zadania zgodnie z najnowszą wiedzą dotyczącą nieważkości i lotów kosmicznych.

3. Spotykajcie się na konsultacjach z nauczycielem w wyznaczonych terminach. Omawiajcie na bieżąco stan prac nad projektem. Zgłaszajcie ewentualne trudności i problemy. Proście o radę nauczyciela opiekuna.
4. Pamiętajcie, że projekt jest Waszym wspólnym przedsięwzięciem. Przyjmijcie odpowiedzialność za wykonanie projektu. Każdy z Was powinien się wywiązać ze swoich obowiązków.
5. Korzystajcie z różnych źródeł informacji.
6. Zadbajcie o dobrą atmosferę pracy w zespole.
7. Pomagajcie sobie wzajemnie, ale nie wyręczajcie się.

IV Publiczne przedstawienie rezultatów projektów i ich ocena

1. Zaplanujcie prezentację Waszego projektu. Pamiętajcie, że uznanie efektów Waszej pracy zależy również od tego, jak je zaprezentujecie.
2. Dokonajcie samooceny Waszej pracy.
3. Zaangażujcie wszystkich członków grupy do prezentacji.
4. Napiszcie z nauczycielem sprawozdanie z projektu. Wyciągnijcie wnioski na przyszłość.

V Sprawdzenie przyrostu wiedzy

1. Wypełnijcie ankiety i kwestionariusze związane z metodą projektów i Waszymi zainteresowaniami fizyką na stronie <http://www.surveymonkey.com>.
2. Rozwiążcie test z zadaniami otwartymi dotyczącymi kosmosu.

Struktura sprawozdania

1. Pierwsza strona z tytułem projektu, nazwiskami autorów – uczniów i nazwiskiem nauczyciela prowadzącego projekt.
2. Spis treści.
3. Streszczenie projektu.
4. Podziękowania.
5. Wstęp – uzasadnienie, dlaczego dany temat został przez uczniów podjęty, jakie przeprowadzono działania, z jakich źródeł informacji korzystano itp.
6. Odkrycia i informacje – najważniejsza część sprawozdania, prezentująca efekty pracy nad projektem. Należy zamieścić tu informacje zebrane z różnych źródeł, zarówno ze źródeł pisanych, jak i zgromadzone w wyniku przeprowadzonych badań ankietowych, wywiadów czy obserwacji. Informacje powinny zostać poddane selekcji oraz analizie i zaprezentowane w taki sposób, aby obrazowały całokształt prac związanych z wykonywaniem projektu. Wskazane jest wykorzystanie różnego rodzaju rysunków,

diagramów, zestawień i tabel, aby w jak najpełniejszej i najbardziej przejrzystej formie przedstawić analizowany problem.

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

Linkoteka

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

Podsumowanie

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

Kryteria oceny projektu

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

Kryteria oceny prezentacji

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

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

Skala oceniania

Punkty	Ocena
12	celująca
10–11	bardzo dobra
8–9	dobra
6–7	dostateczna
4–5	dopuszczająca
0–3	niedostateczna

WebQuest „Energetyka jądrowa szansa czy zagrożenie?”

Wprowadzenie

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

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

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

Ryszard Naskręcki

Zadanie

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

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

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

Opis metody aktywnego uczenia się polegającej na twórczym rozwiązywaniu problemów

„SZEŚĆ MYŚLĄCYCH KAPELUSZY”

Kształcenie umiejętności:

„(...)

(...) Skutecznego porozumiewania się w różnych sytuacjach,
prezentacji własnego punktu widzenia,
uwzględniania poglądów innych ludzi,
poprawnego posługiwania się językiem ojczystym,
przygotowania się do publicznych wystąpień.

(...) Efektywnego współdziałania w zespole,
podejmowania grupowych decyzji.

(...) Rozwiązywanie problemów w twórczy sposób (...).”

Etapy postępowania

Etap wstępny:

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

Etap zasadniczy:

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

Etap końcowy:

- podsumowanie dyskusji przez niebieski kapelusz.

Poniższe kolory określają sposoby myślenia, analizy problemu i jego rozwiązania

NIEBIESKI (analiza procesu)

Szef grupy. Kieruje dyskusją. Przyznaje głosy poszczególnym rozmówcom. Zdystansowany.

Podsumowuje dyskusję.

BIAŁY (fakty)

Odpowiada na pytanie: co mogę powiedzieć na podstawie konkretnych danych? Opinie wydaje na podstawie faktów i liczb. Nie poddaje się emocjom. Używa rzeczowych i konkretnych argumentów.

CZERWONY (emocje)

Odpowiada na pytanie: co czuję w związku z określoną sprawą? Kieruje się emocjami i intuicją. Wydaje opinie na podstawie tego, czy pomysł mu się podoba czy nie. Wyraża przypuszczenia.

ZIELONY (możliwości)

Odpowiada na pytanie: jak można wykorzystać dany pomysł? Twórczo podchodzi do problemu. Jest pomysłowy. Podaje oryginalne nowe rozwiązanie. Rozważa możliwości.

ŻÓŁTY (optymizm)

Odpowiada na pytanie: jakie wynikają z tego korzyści i jakie sukcesy można osiągnąć? Myśli konstruktywnie. Nastawiony pozytywnie. Optymista. Widzi zalety i korzyści danego rozwiązania.

CZARNY (pesymista)

Odpowiada na pytanie: jakie występują niebezpieczeństwa? Pesymista. Nastawiony negatywnie. Zauważa tylko wady, niedociągnięcia, trudności. Krytykuje wszystkie rozwiązania.

WebQuest „Fizyka zabawek”

Wprowadzenie

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

Grzegorz Karwasz

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

Zadanie

Wasze zadanie polega na wykonaniu 10 zabawek wybranych z linkoteki, a następnie przeszkoleniu kilku uczniów z gimnazjum do przeprowadzenia Festiwalu Fizyki Zabawek dla uczniów szkół podstawowych i przedszkoli. Na wykonanie zadania macie 8 tygodni intensywnej pracy. Na bieżąco będziecie zapisywali wyniki swojej pracy na google dysku. Na podstawie zamieszczonego poniżej planu działania dowiecie się, co należy krok po kroku zrobić.

Plan działania

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

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

Wykonajcie samodzielnie 10 zabawek wzorując się na przykładach z linkoteki. Przedyskutujcie, jak one działają.

Napiszcie sprawozdanie o zabawkach według poniższego wzoru:

1. Nazwa zabawki.
2. Jakie prawo prezentuje?

3. Jak działa?

4. Dlaczego wykonałeś tą zabawkę?

Zaprojektujcie własną nową zabawkę.

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

Prezentacja

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

Linkoteka

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

Podsumowanie

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

I. Jakość wytworu projektowego

Badania pilotażowe

1. Karta projektu Portfolio

I Temat projektu:

II Skład zespołu: *(imię i nazwisko ucznia)*

III Nauczyciel opiekun projektu:

IV Cele projektu:

V Opis czynności:

VI Harmonogram prac nad projektem oraz informacje o stanie realizacji

Działania	Uczniowie odpowiadający za realizację	Terminy wykonania prac	Informacje o stanie realizacji
1.		Rozpoczęcie: Zakończenie:	

VII Konsultacje z opiekunem projektu

Termin konsultacji	Cel konsultacji	Wnioski po konsultacji	Podpisy uczniów uczestniczących w konsultacji
1.			

VIII Prezentacja projektu

Termin prezentacji:

Miejsce prezentacji:

Forma prezentacji:

Skład zespołu prezentującego projekt:

Odbiorcy:

Sprawozdanie z projektu

1. Strona tytułowa

tytuł /temat projektu

skład zespołu; imię i nazwisko nauczyciela opiekuna projektu

2. Spis treści

3. Opis projektu

najważniejsze informacje o projekcie; cele projektu

4. Wstęp

uzasadnienie wyboru tematu; przedstawienie problemu

5. Rozwinięcie

przedstawienie działań, które umożliwiły osiągnięcie założonych celów, opisanie metod dojścia do celu

6. Podsumowanie

podanie wniosków

7. Załączniki

8. Bibliografia

II. Ankiety i kwestionariusze dotyczące wyników uczenia się

1. Autorefleksja

Autorefleksja ucznia związana z wykonywanym projektem, sformułowana w postaci odpowiedzi na standardowe pytania

Wykonując projekt nauczyłem się, że:

W projekcie:

1. Zaciekało mnie

2. Udało mi się /Nie udało mi się

3. Chciałabym/Chciałbym wiedzieć więcej

4. Zauważyłam/Zauważyłem również

2. Karta samooceny ucznia

Zastanów się nad swoim udziałem w projekcie i dokonaj samooceny, stawiając krzyżyk w odpowiedniej rubryce.

Co oceniam?	Radzę sobie świetnie	Radzę sobie dobrze	Muszę nad tym popracować
Aktywność			
Pomysłowość			
Staranność			
Samodzielność			
Pomoc innym			
Współpraca w grupie			
Wywiązywanie się z przydzielonych zadań			

3. Karta oceny pracy w grupie

Oceń pracę w swojej grupie

Wyszczególnienie	Całkowicie się zgadzam	Raczej się zgadzam	Częściowo się zgadzam	Raczej się nie zgadzam	Całkowicie się nie zgadzam
Moja grupa					
Miała jasne cele					
Dążyła do realizacji celów					
Podejmowała decyzje, biorąc pod uwagę zdanie wszystkich					
Członkowie mojej grupy					
Słuchali siebie nawzajem					
Pomagali sobie nawzajem					
Szanowali odmienne punkty widzenia					
Wszyscy byli zaangażowani w pracę					

4. Ankieta dla ucznia

Jak oceniasz swój udział w projekcie? W każdym punkcie zaznacz (podkreśl) jedno z wymienionych zdań.

1. Pewność siebie.

Byłem z siebie zadowolony.

Czułem się dość pewnie i bezpiecznie.

Nie potrafię tego ocenić.

Nie czułem się zbyt pewnie.

Czułem, że jestem do niczego, zły albo niemądry.

2. Zaangażowanie.

Cały czas czułem się pełen energii i zajęty.

Przez większość czasu czułem się pełen energii i zajęty.

Nie potrafię tego ocenić.

Nie wkładałem zbyt wiele energii w pracę.

Czułem się bezsilny i ospały albo niespokojny i napięty.

3. Samodzielność.

Wiele razy decydowałem o sobie i czułem się odpowiedzialny za swój wybór.

Czasem decydowałem o sobie i czułem się trochę odpowiedzialny.

Nie potrafię tego ocenić.

Dałem się prowadzić innym osobom, nie wkładałem w realizację projektu zbyt wiele własnej woli.

Cały czas czułem się kontrolowany i sterowany. Wcale nie miałem poczucia odpowiedzialności za to, co robię.

4. Współpraca.

Czułem, że należę do grupy, że jestem w pełni akceptowany.

Czułem się w grupie raczej dobrze.

Nie potrafię tego ocenić.

Nie czułem się w pełni akceptowany przez kolegów i koleżanki.

Czułem się odrzucony przez grupę.

5. Świadomość uczenia się.

Przez cały czas realizacji projektu byłem skupiony na zadaniach i zaangażowany.

Przez większą część projektu byłem skupiony i zaangażowany.

Nie potrafię tego ocenić.

Często czułem znudzenie i rzadko angażowałem się w realizację projektu.

Nie angażowałem się i cały czas się nudziłem.

5. Ankieta dotycząca zainteresowania fizyką AZF

Ankieta składała się z 50 pytań zamkniętych i 1 otwartego, dotyczącego wyboru zawodu w wieku 30 lat. Na wypełnienie ankiety uczniowie potrzebowali nie więcej niż 15 minut.

Ostatecznej analizie w badaniach pilotażowych poddano odpowiedzi 10 uczniów.

W ankiecie wyróżniono cztery skale:

1. Nauka i zainteresowanie fizyką (pierwszych 16 odpowiedzi).

2. Przyszłość zawodowa i jej możliwe powiązania z naukami przyrodniczymi (kolejnych 12 odpowiedzi – na pytania od nr 17 do 28 włącznie).

3. Zainteresowanie fizyką poza szkołą (6 kolejnych odpowiedzi – na pytania od nr 29 do 34 włącznie).

4. Nauczanie i uczenie się nauk przyrodniczych (16 kolejnych odpowiedzi – na pytania od nr 35 do 50).

Dodatkowo wyróżniono pod-skalę krótką dla skali „Nauka i zainteresowanie fizyką” (6 pierwszych odpowiedzi).

Aby dokonać podsumowania odpowiedzi uczniów zakodowano na skali porządkowej od:

- 1 – „zdecydowanie tak”;
- 2 – „raczej tak”;
- 3 – „trudno powiedzieć, nie mam zdania”;
- 4 – „raczej nie”;
- 5 – „zdecydowanie nie” w przypadku pierwszych dwóch skal.

W przypadku dwóch kolejnych skal kodowanie odbywało się na skalach porządkowych – określających przedziały czasowe.

W przypadku trzeciej skali mieliśmy:

- 1 – „nigdy”;
- 2 – „rzadziej niż raz w miesiącu”;
- 3 – „raz w tygodniu lub rzadziej”;
- 4 – „kilka razy w tygodniu”;
- 5 – „prawie codziennie”;

a czwarta skala była kodowana: wpisz wartość odpowiedzi:

- 1 – „nigdy”;
- 2 – „prawie nigdy”;
- 3 – „na niektórych lekcjach”;
- 4 – „na większości lekcji”;
- 5 – „na wszystkich lekcjach”.

Następnie sumowano wyniki w obrębie skal lub pod-skali. Otrzymany tym sposobem wynik może przyjmować wartości:

1. Od 16 do 80 w przypadku skali pierwszej (nauka i zainteresowanie fizyką),
 - a) w przypadku krótkiej skali (wartości od 6 do 30).
2. Od 12 do 60 w przypadku skali drugiej (przyszłość zawodowa i jej możliwe powiązania z naukami przyrodniczymi).
3. Od 6 do 30 w przypadku 3 skali (zainteresowanie fizyką poza szkołą).
4. Od 16 do 80 w przypadku skali czwartej (nauczanie i uczenie się nauk przyrodniczych).

Dla porównania otrzymanych wyników z badaniami PISA 2006 wyprowadzono z ankiety na zainteresowania fizyką 6 skal porównawczych:

1. Radość uczenia się (pierwszych 6 odpowiedzi).
2. Związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową (kolejnych 5 odpowiedzi – na pytania od nr 7 do 11 włącznie).
3. Pewność siebie w naukach przyrodniczych (5 kolejnych odpowiedzi – na pytania od nr 12 do 16 włącznie).

4. Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi (odpowiedzi – na pytania od nr 25 do 28).

5. Zainteresowanie fizyką poza szkołą (odpowiedzi – na pytania od nr 29 do 34).

6. Wybór konkretnych zawodów.

Lp.	Stwierdzenia	Zdecydowanie TAK	Raczej tak	Raczej nie	Zdecydowanie nie	Trudno powiedzieć / nie mam zdania
I Twoja nauka i zainteresowania fizyką						
1.	Lekcje w szkole to ciekawie spędzony czas					
2.	Chcę wiedzieć jak najwięcej o świecie					
3.	Sprawia mi radość nauczenie się czegoś nowego					
4.	Z przyjemnością uczę się teorii z fizyki					
5.	Z przyjemności rozwiązuję zadania z fizyki					
6.	Lubię zdobywać nową wiedzę z fizyki					
Na ile zgadzasz się z poniższymi stwierdzeniami?						
7.	Warto włożyć wysiłek w naukę fizyki, bo to mi pomoże w pracy, którą chcę wykonywać w przyszłości					
8.	To, czego się uczę na fizyce jest dla mnie ważne, ponieważ będzie mi potrzebne w dalszej nauce					
9.	Uczę się fizyki, ponieważ wiem, że jest to dla mnie użyteczne					
10.	Warto się uczyć fizyki, bo to, czego się nauczę, zwiększy w przyszłości moje szanse zawodowe					
11.	Na fizyce nauczę się wielu rzeczy, które pomogą mi dostać pracę.					
12.	Uczenie się złożonych zagadnień z fizyki byłoby dla mnie łatwe					
13.	Zazwyczaj potrafię dobrze odpowiedzieć na pytania na sprawdzianie z fizyki					
14.	Szybko przyswajam zagadnienia z fizyki					
15.	Zadania z fizyki są dla mnie łatwe. Na lekcjach fizyki dobrze rozumiem przedstawiane pojęcia					
16.	Nie mam kłopotu ze zrozumieniem nowych zagadnień z fizyki					
II Twoja przyszłość zawodowa i jej możliwe powiązania z naukami przyrodniczymi						
Na ile zgadzasz się z poniższymi stwierdzeniami?						
17.	Przedmioty, które są dostępne w szkole, dostarczają uczniom podstawowej wiedzy i umiejętności potrzebnych w zawodach związanych z naukami przyrodniczymi					
18.	Przedmioty przyrodnicze, które mamy w szkole, dostarczają uczniom wiedzy i umiejętności, potrzebnych w wielu różnych zawodach					
19.	Przedmioty, których się uczę, dostarczają mi wiedzy, umiejętności, potrzebnych do wykonywania zawodu związanego z naukami przyrodniczymi					
20.	Dzięki moim nauczycielom nabywam wiedzę i umiejętności, których potrzebuję do wykonywania zawodu związanego z naukami przyrodniczymi					
Na ile czujesz się poinformowana/poinformowany o poniższych kwestiach?						
21.	Jakie zawody związane z naukami przyrodniczymi istnieją na rynku pracy					
22.	Gdzie znaleźć informacje o zawodach związanych z naukami przyrodniczymi					
23.	Jakie kroki podjąć, jeśli się chce pracować w zawodzie związanym z naukami przyrodniczymi					
24.	Jacy pracodawcy i jakie firmy zatrudniają ludzi w zawodach związanych z naukami przyrodniczymi					

Na ile zgadzasz się z poniższymi stwierdzeniami?						
25.	Chciałabym/chciałbym pracować w zawodzie związanym z naukami przyrodniczymi					
26.	Chciałabym/chciałbym studiować nauki przyrodnicze lub pokrewne dyscypliny po skończeniu szkoły średniej					
27.	Chciałabym/chciałbym spędzić życie na zgłębianiu zagadnień z zakresu nauk przyrodniczych					
28.	Jako osoba dorosła chciałabym/chciałbym uczestniczyć w badaniach z zakresu nauk przyrodniczych					
III Zainteresowanie fizyką poza szkołą						
Lp.	Stwierdzenia	Nigdy	Rzadziej niż raz w miesiącu	Raz w tygodniu lub rzadziej	Kilka razy w tygodniu	Prawie codziennie
Jak często zdarza Ci się robić poniższe rzeczy?						
29.	Oglądać w telewizji programy i filmy naukowe					
30.	Pożyczać lub kupować książki o odkryciach naukowych					
31.	Przeglądać strony internetowe poświęcone tematom przyrodniczym					
32.	Słuchać programów radiowych o odkryciach w naukach przyrodniczych					
33.	Czytać czasopisma naukowe albo artykuły w gazetach lub Internecie poświęcone tematom przyrodniczym					
34.	Chodzić na kółko przyrodnicze					
IV Nauczanie i uczenie się nauk przyrodniczych						
Lp.	Stwierdzenia	Nigdy	Prawie nigdy	Na niektórych lekcjach	Na większości lekcji	Na wszystkich lekcjach
Jak często na lekcjach biologii, chemii lub fizyki mają miejsce opisane poniżej sytuacje?						
35.	Uczniowie mają możliwość wyjaśnić swoje pomysły					
36.	Uczniowie spędzają czas w laboratorium, robiąc doświadczenia					
37.	Od uczniów wymaga się, żeby zaplanowali, w jaki sposób zagadnienie z biologii, chemii lub fizyki można zbadać w laboratorium					
38.	Uczniowie są proszeni, by odnieśli zagadnienia z biologii, chemii lub fizyki do problemów życia codziennego					
39.	Na lekcjach wymaga się od uczniów wyrażenia opinii na dany temat					
40.	Uczniowie są proszeni o wyciągnięcie wniosków z doświadczenia, które przeprowadzili					
41.	Nauczyciel wyjaśnia, w jaki sposób zagadnienia z biologii, chemii lub fizyki mogą być zastosowane do różnych zjawisk (np. ruch ciał, substancje o podobnych właściwościach)					
42.	Uczniom pozwala się planować swoje własne doświadczenia					
43.	Podczas lekcji w klasie mają miejsce debaty i dyskusje					
44.	Nauczyciel demonstruje uczniom doświadczenia					
45.	Nauczyciel stwarza uczniom okazję przeprowadzenia ich własnych doświadczeń					
46.	Nauczyciel wykorzystuje biologię, chemię i fizykę, by pomóc uczniom zrozumieć świat poza szkołą					
47.	Uczniowie dyskutują na temat omawianych zagadnień Uczniowie robią doświadczenia według poleceń nauczyciela					
48.	Nauczyciel jasno tłumaczy związek pomiędzy pojęciami z nauk przyrodniczych, a naszym życiem					
49.	Uczniowie są zachęceni do przeprowadzania doświadczeń w celu sprawdzenia swoich pomysłów					

50.	Nauczyciel wykorzystuje przykłady zastosowań technologicznych do pokazania, w jaki sposób biologia, chemia, fizyka są ważne dla społeczeństwa					
-----	---	--	--	--	--	--

51. Jak sądzisz, jaki zawód będziesz wykonywała/wykonywał w wieku 30 lat?

Wpisz nazwę zawodu _____

Dziękuję za wypełnienie kwestionariusza.

PRZEDSTAWIENIE NARZĘDZI BADAWCZYCH BADAŃ WŁAŚCIWYCH

Opis lekcyjnego zadania projektowego

LZP jako propozycja praktycznego rozwijania rozumowania naukowego

Zajęcia z lekcyjnym zadaniem projektowym (LZP) nawiązują do nauczania z pytaniem problemowym sformułowanym przez Deweya.

LZP ma za zadanie mobilizować uczniów do aktywnego udziału w realizacji projektu, a zarazem uczyć krytycznego myślenia podczas sprawdzania hipotez.

Zaprojektowane LZP wzorowane jest na karcie pracy Marka Piotrowskiego z Akademii Uczniowskiej oraz modelu 5E promowanego przez NASA.

Zakodowane lekcyjne zadanie projektowe

To narzędzie badawcze, którego bazą było powyższe lekcyjne zadanie projektowe, z tą różnicą, iż do każdego elementu LZP została dopisana ewaluacja wszystkich działań podjętych przez uczniów wykonujących LZP i każde działanie oraz całe LZP były oceniane punktowo.

Ankieta zainteresowania fizyką (AZF)

Ankieta składała się z 25 pytań zamkniętych i 1 otwartego, dotyczącego wyboru zawodu w wieku 30 lat. Na wypełnienie ankiety uczniowie potrzebowali nie więcej niż 15 minut.

Ostatecznej analizie poddano odpowiedzi 125 uczniów.

W ankiecie wyróżniono 5 skal:

1. Radość z uczenia się z nauk przyrodniczych (pierwszych 5 odpowiedzi).
2. Motywacja uczenia się nauk przyrodniczych (kolejnych 5 odpowiedzi – na pytania od nr 6 do 10 włącznie).
3. Pewność siebie w naukach przyrodniczych (5 kolejnych odpowiedzi – na pytania od nr 11 do 15 włącznie).
4. Twoja przyszłość zawodowa i jej możliwe powiązania z naukami przyrodniczymi (kolejne odpowiedzi – na pytania od nr 16 do 19).
5. Zainteresowania naukami przyrodniczymi poza szkołą kolejnych (ostatnie 6 odpowiedzi zamkniętych – na pytania od nr 20 do 25 włącznie).

Aby dokonać podsumowania odpowiedzi uczniów zakodowano na skali porządkowej od:

- 1 – „zdecydowanie tak”;
- 2 – „raczej tak”;
- 3 – „raczej nie”;

4 – „zdecydowanie nie”;

5 – „trudno powiedzieć, nie” w przypadku pierwszych 4 skal.

W przypadku ostatniej 5 skali kodowanie odbywało się na skalach porządkowych – określających przedziały czasowe.

W przypadku 5 skali mieliśmy:

1 – „nigdy”;

2 – „rzadziej niż raz w miesiącu”;

3 – „raz w tygodniu lub rzadziej”;

4 – „kilka razy w tygodniu”;

5 – „prawie codziennie”.

Uwaga do obliczeń statystycznych. Opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili.

Opracowanie: Na podstawie badań PISA.

Test Lawsona

Test na rozumowanie naukowe Lawsona składa się z 24 pytań jednokrotnego wyboru. Ocenia on zdolności uczniów w sześciu wymiarach:

- zachowanie materii i objętości – 4 pierwsze pytania od 1 do 4,
- rozumowanie proporcjonalne – 4 następne pytania od 5 do 8,
- kontrolę zmiennych – 6 następnych pytań od 9 do 14,
- rozumowanie probabilistyczne – 4 następne pytania od 15 do 18,
- rozumowanie korelacyjne – 2 następne pytania od 19 do 20,
- rozumowanie hipotetyczno-dedukcyjne – ostatnie 4 pytania od 21 do 24.

1. Lekcyjne zadanie projektowe (LZP) według cyklu 5E

1. Zainteresuj i zaangażuj się.
2. Zbadaj.
3. Wyjaśnij.
4. Rozwiń.
5. Oceń, czego się nauczyłeś?

Określ zakres tematyczny

A. Temat – w formie pytania badawczego lub problemowego, na które ma dać odpowiedź doświadczenie

A1. Podstawowe pojęcia.

Zbadaj

B. Hipoteza – odpowiedź na pytanie badawcze

B1. Opis doświadczenia (napisz, jakie doświadczenie przeprowadzić, aby potwierdzić lub obalić zaproponowaną przez Ciebie odpowiedź na pytanie badawcze – hipotezę)

Celem doświadczenia jest sprawdzenie – zweryfikowanie poprawności Twojej odpowiedzi na pytanie badawcze lub problemowe

B.2. Przebieg doświadczenia (opisz kolejne etapy, jakie są niezbędne do wykonania doświadczenia; określ potrzeby materialne i BHP)

Instrukcja
BHP

Wyjaśnij

C. Zmienne występujące w doświadczeniu

1. Jaką zmienną/wielkość będziemy zmieniać? (zmienna niezależna)
2. Jaką zmienną/wielkość będziemy mierzyć – obserwować? (zmienna zależna)
3. Czego w naszym eksperymencie nie będziemy zmieniać, ale będziemy kontrolować? (zmienne kontrolne)

C.1. Odnosiniki literaturowe

Rozwiń

D. Uczniowska dokumentacja doświadczenia (wyniki pomiarów, tabelki, rysunki, obliczenia)

D.1. Wnioski z doświadczenia

Czy wyniki doświadczenia potwierdzają hipotezę?

TAK ☐

NIE ☐

Wypowiedź uzasadnij

Oceń czego się nauczyłeś?

E. Podsumowanie.

Nauczyłam / Nauczyłem się, że:

--

Dokończ zdania:

- Zaciekawiło mnie
- Udało mi się
- Chciałabym / Chciałbym wiedzieć więcej
- Zauważyłem również

E.1. Praca domowa

--

Dodatkowe komentarze dla osób pragnących skorzystać z Waszego pomysłu na doświadczenie

Propozycja tematyczna lekcyjnych zadań projektowych LZP w praktyce szkolnej

I "Od Archimedesesa do Paskala"

Zadanie

1. Dobierzcie się w kilkusobowe grupy.
2. Wybierzcie jeden z poniższych tematów projektu, wypełnijcie kartę pracy do doświadczeń i wykonajcie doświadczenie.
 - a) czy siła wyporu zależy od objętości zanurzonego ciała?
 - b) czy siła wyporu zależy od kształtu zanurzonego ciała?
 - c) czy siła wyporu zależy od rodzaju substancji, z której zbudowane jest ciało?
 - d) czy gęstość substancji ma wpływ na unoszenie się ich na powierzchni wody?
3. Poproście nauczyciela o potrzebne materiały do doświadczenia, możecie korzystać z wszystkich dostępnych podręczników oraz Internetu.
4. Przedstawcie klasie Wasze wnioski z eksperymentu, prezentując się jak najlepiej.

II "Jak zmierzyć ciepło właściwe wody?"

Zadanie

1. Dobierzcie się w kilkusobowe grupy.
2. Zapiszcie temat w Karcie projektu 5E i zastanówcie się, jak wypełnić całą kartę.
3. Poproście nauczyciela o potrzebne materiały do doświadczenia, możecie korzystać z wszystkich dostępnych podręczników oraz Internetu.

4. Przedstawcie klasie wynik Waszego pomiaru ciepła właściwego oraz Wasze wnioski z eksperymentu, prezentując się jak najlepiej.

III "Fizyka wokół nas"

Zadanie

1. Dobierzcie się w kilkusobowe grupy.
2. Zapiszcie temat w formie pytania badawczego w Karcie projektu 5E i zastanówcie się, jak wypełnić całą kartę.
3. Wykonajcie dowolne doświadczenie z fizyki zgodne z tematyką Waszego projektu i wypełnijcie dokładnie Kartę projektu 5E. Możecie korzystać z wszystkich dostępnych podręczników oraz Internetu.
4. Wypełnioną kartę wyślijcie na e – mail: festiwal@osw.pl.
5. Przedstawcie za tydzień klasie Wasze doświadczenie, prezentując się jak najlepiej.

IV „Konkurs – Jak zrzucić jajko, aby go nie rozbić?”¹⁴³

Po prostu wyobraźcie sobie, że jest późne popołudnie, wszyscy nauczyciele i uczniowie wyszli. Nadal jesteście zajęci Waszym projektem z jajkiem, kiedy odkrywacie, że jesteście zamknięci na drugim piętrze. Krzyczycie głośno z okna i nagle dozorca – jedna z kilku osób, których nigdy nie chcielibyście spotkać w ciemności – przechodzi obok. On obiecuje uwolnić Ciebie po tym, jak ugotujesz swoje jajka na obiad. Ponieważ nie jest chętny do wspinaczki po schodach, jesteście poproszeni o upuszczenie Waszego ostatniego jajka. Nie ma wyboru – będziecie musieli je upuścić, ale nie może ono pęknąć, ponieważ dozorca zjada jedynie jajka na twardo. Przeglądając laboratorium naukowe, znajdujecie wystarczająco materiału, aby zawinąć swoje jajko:

- słomki,
- różnego rodzaju plastikową folię,
- styropian (jeżeli jest dostępny),
- gotowy popcorn,
- drewniane patyczki,
- gazetę,
- taśmę klejącą,
- metalowy drut i przędzę,

¹⁴³ Lekcyjne zadanie projektowe realizowane podczas Projektu Comenius w Darmstademie 29 października 2013 roku przez uczniów gimnazjum G.

- papierowy ręcznik,
- jajka w pudełku.

Teraz wiecie, co macie zrobić. Macie szczęście, że słuchaliście uważnie Waszego nauczyciela od fizyki na poprzednich lekcjach!

Zadania

- Pracujcie w grupach dwuosobowych.
- Zaprojektujcie „opakowanie”, aby ochronić jajko przed rozbiciem. Im lżejsze, tym lepiej!
- Najpierw zaprojektujcie plan działania. Weźcie pod uwagę zasady bezpieczeństwa.

Pokażcie swój plan nauczycielowi, aby mógł jedynie sprawdzić, czy jest on bezpieczny. Wypełnijcie kartę lekcyjnego zadania projektowego.

- Wypróbujcie doświadczenie, poprawcie swój projekt (macie 3 jajka do wykonania prób).
- Przygotujcie swoją prezentację wyjaśniając swój projekt i jego udoskonalenia.

Grupa, która potrafi upuścić jajko z najwyższej wysokości bez jego rozbicia i w najlżejszym opakowaniu wygra ten konkurs.

V „Ruch wokół nas”¹⁴⁴

Cel projektu: badanie ruchu ciał w otoczeniu i ich matematyczny opis.

I Rowerzysta

Propozycja doświadczenia

1. Przygotujcie rower, taśmę mierniczą i kilka stoperów. Wybierzcie miejsce, w którym przeprowadzicie doświadczenie; może to być bieżnia, spokojny miejski deptak lub alejka w parku.
2. Ustalcie miejsce startu rowerzysty i odmierzcie oraz zaznaczcie punkty na trasie przejazdu odległe od siebie o 10 m. W każdym punkcie powinno się znaleźć 2–3 uczniów ze stoperami.
3. Ruszając z miejsca, rowerzysta daje sygnał do rozpoczęcia pomiaru czasu. Mierniczy wyłącza stoper, gdy rowerzysta go mija.

Opracowanie wyników pomiarów

1. Zaplanujcie i sporządźcie tabelę pomiarów. Wpiszcie do niej: przebytą drogę, odpowiadający jej czas przejazdu i średni czas potrzebny na przebycie każdego odcinka.
2. Przedstawcie na wykresie zależność drogi rowerzysty od czasu.
3. Jak zmieniała się prędkość rowerzysty? Oszacujcie jej wartość na poszczególnych odcinkach. Sporządźcie wykres zależności prędkości rowerzysty od czasu.

¹⁴⁴ Projekt z klasą, Wydawnictwo Nowa Era, www.nowaera.pl.

4. Na podstawie wyników pomiarów oraz wykresów wyjaśnijcie, jakim ruchem poruszał się rowerzysta. Przedyskutujcie uzyskane wyniki.

II Spadochroniarz

Spadochroniarz z zamkniętym spadochronem wyskoczył z samolotu. W tabeli zamieszczono jego prędkość w kolejnych sekundach ruchu.

t [s]	v [m/s]
0	0,00
1	9,81
2	19,02
3	26,57
4	31,97
5	35,39
6	37,37
7	38,45
8	39,02
9	39,31
10	39,46
11	39,54
12	39,58
13	39,60
14	39,61
15	39,61
16	39,62
17	39,62
18	39,62

Na spadochroniarza działały dwie siły: siła ciężkości i siła oporu powietrza $F = bv^2$, wprost proporcjonalna do kwadratu prędkości skoczka, gdzie b jest współczynnikiem proporcjonalności. Przyjmijmy, że dla spadochroniarza, którego łączna masa ze spadochronem była równa 80 kg, wartość tego współczynnika wynosi 0,5 kg/m.

Zadania do wykonania z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego

1. Sporządź wykres zależności prędkości spadochroniarza od czasu. Opisz zmiany tej prędkości. Co jest ich przyczyną?
2. Jakim ruchem poruszał się spadochroniarz?
3. Oblicz wartość siły oporu w poszczególnych odstępach czasu. Sporządź wykresy zależności siły oporu od czasu oraz siły oporu od prędkości i wyjaśnij ich przebieg.

VI "Jak powstaje burza?"

Zadanie

1. Dobierzcie się w kilkusobowe grupy.
2. Zapiszcie temat w Karcie projektu 5E i zastanówcie się, jak wypełnić całą kartę.
3. Poszukajcie w dostępnych źródłach informacji o zjawisku burzy.
4. Przedstawcie klasie Wasze rozważania o powstawaniu burzy.

VII "Jak działa ksero?"

Zadanie

1. Dobierzcie się w kilkusobowe grupy.
2. Zapiszcie temat w Karcie projektu 5E i zastanówcie się, jak wypełnić całą kartę.
3. Poszukajcie informacji o działaniu ksero.
4. Przedstawcie klasie Wasze rozważania o sposobie działania ksero.

VIII "Rakieta na wodę"¹⁴⁵ – praca badawcza

Zadanie

1. Kup dwie strzykawki pojemności 20 cm³, ale o nieco różnej średnicy tak, aby po wyjęciu tłoczka z grubszej dało się w nią włożyć cieńszą.

2. Wyjmij tłoczek z grubszej strzykawki, obetnij „skrzydełka”, a następnie zaklej dzióbek mocnym klejem. Po zaschnięciu kleju sprawdź, czy zaklejenie jest szczelne. Grubsza strzykawka będzie rakieta.

3. Zobacz, czy cieńszą strzykawkę wkłada się „na wcisk”, czy luźno. Jeśli luźno, oklej ją odpowiednio taśmą klejącą. Cieńsza strzykawka będzie pełnić rolę wyrzutni.

Uwaga. Dalszą część doświadczenia prowadzić trzeba w ciepły dzień na otwartej przestrzeni, tak aby wylatująca rakietą nie wyrządziła żadnych szkód, a Twoje mokre ubranie nie stało się przyczyną zaziębienia.

4. Nalej do rakiety 15 cm³ wody. Napełnij wyrzutnię powietrzem i włóż ją w rakieta tak daleko, jak potrafisz. Ustaw rakieta w stronę, w którą ma polecieć, a następnie wciśnij tłoczek wyrzutni. Rakietą powinna wystartować.

¹⁴⁵ M. Braun, W. Śliwa, *To jest fizyka*, podręcznik do gimnazjum, część 1, Nowa Era, Warszawa 2009.

5. Wyjaśnij, co wspólnego ma napęd Twojej rakiety z napędem prawdziwych rakiet kosmicznych. Jaką rolę pełni powietrze, a jaką woda? Czy dałoby się w ogóle wyeliminować wodę lub powietrze? Sprawdź doświadczalnie, co się wtedy dzieje.

6. Jaki zasięg ma Twoja rakieta, tzn. jak daleko może dolecieć od miejsca startu? Zbadaj, od czego zależy jej zasięg i kiedy jest największy. Pamiętaj, że gdy badasz zależność zasięgu, np. od ilości nalanej wody, pozostałe czynniki nie powinny się zmieniać.

7. Twoja rakieta to stosunkowo niewielki model rakiety wodnej. Zbierz w Internecie informacje o większych rakietach tego typu, ich budowie i zasięgu lotu. W wyszukiwarce możesz wpisać hasło: rakieta wodna lub water rocket.

Uwaga. Doświadczenia nad większymi rakietami wodnymi możesz prowadzić tylko pod kontrolą nauczyciela lub innych osób o odpowiednich kwalifikacjach. Tuż po wystrzale rakieta ma tak dużą energię, że może nawet zabić człowieka.

IX "Głośnik"¹⁴⁶ – praca badawcza

Zadanie

1. Weź kilkanaście metrów cienkiego drutu, takiego, z jakiego nawija się transformatory. Możesz uzyskać go, np. z wypalonej świetlówki kompaktowej lub zasilacza od zgubionego telefonu.

2. Zmierz omomierzem opór tego drutu. Powinien być nieco większy od oporu głośników podłączanych do Twojego magnetofonu lub wieży (opór głośników zawsze jest podany na obudowie tych urządzeń lub w instrukcji. Można go także zmierzyć).

3. Weź magnes neodymowy w kształcie pastylki.

4. Zwiń z papieru rurkę o średnicy nieco większej od średnicy tego magnesu i długości kilku centymetrów. Ciasno (zwój przy zwoju) nawiń na nią drut, pozostawiając wolne odcinki po kilka centymetrów na końcach. Odizoluj końce.

5. Weź dwa jednakowe kubeczki po serkach lub jogurtach. Jeden kubeczek powinien wchodzić w drugi.

6. Do dna jednego z kubeczków (od zewnętrznej strony) przyklej taśmą klejącą zwój drutu (zdejmij go przedtem ostrożnie z papierowej rurki).

7. Do dna drugiego z kubeczków (od wewnętrznej strony) przyklej magnes. Włóż jeden kubeczek w drugi, zgodnie z ilustracją. Magnes powinien znaleźć się w środku zwojów. Głośnik jest gotowy. Daj go teraz do sprawdzenia nauczycielowi albo zawodowemu elektronikowi.

¹⁴⁶ Tamże.

Po sprawdzeniu możesz podłączyć Swój głośnik do magnetofonu, wieży czy radia. Jeśli masz wyjście głośnikowe z zaciskami, przewody można podłączyć bezpośrednio. Jeśli potrzebna jest wtyczka, możesz kupić ją w sklepie z częściami elektronicznymi. Nie gwarantuje się jakości, ale jeśli wszystko zrobiłeś starannie, będziesz mógł słuchać muzyki. Nasz głośnik najgorzej przenosił dźwięki gitary, ale piosenki było słychać zupełnie nieźle. Spróbuj zbudować kilka głośników z różnej wielkości kubeczków, a także z innych materiałów; modyfikując nasz projekt. W jaki sposób uzyskać głośnik, który dobrze przenosi dźwięki wysokie, a w jaki – głośnik do basów?

2. Ankieta dotycząca zainteresowania fizyką AZF (po korekcie z badań pilotażowych)

Lp.	Stwierdzenia	Zdecydowanie TAK	Raczej tak	Raczej nie	Zdecydowanie nie	Trudno powiedzieć / nie mam zdania
I. Radość z uczenia się z nauk przyrodniczych						
Na ile zgadzasz się z poniższymi stwierdzeniami?						
1.	Lubię zdobywać nową wiedzę naukową					
2.	Odczuwam wielką radość, podczas uczenia się na tematy związane z nauką					
3.	Jestem zainteresowany uczeniem się o nauce					
4.	Lubię czytać o zagadnieniach naukowych					
5.	Lubię rozwiązywać problemy naukowe					
II. Motywacja uczenia się nauk przyrodniczych						
6.	Warto włożyć wysiłek w naukę fizyki, bo to mi pomoże w pracy, którą chcę wykonywać w przyszłości					
7.	To, czego się uczę na fizyce jest dla mnie ważne, ponieważ będzie mi potrzebne w dalszej nauce					
8.	Uczę się fizyki, ponieważ wiem, że jest to dla mnie użyteczne					
9.	Warto się uczyć fizyki, bo to, czego się nauczę, zwiększy w przyszłości moje szanse zawodowe					
10.	Na fizyce nauczę się wielu rzeczy, które pomogą mi dostać pracę.					
III. Pewność siebie w naukach przyrodniczych						
11.	Uczenie się złożonych zagadnień z fizyki byłoby dla mnie łatwe					
12.	Zazwyczaj potrafię dobrze odpowiedzieć na pytania na sprawdzianie z fizyki					
13.	Szybko przyswajam zagadnienia z fizyki					
14.	Zadania z fizyki są dla mnie łatwe. Na lekcjach fizyki dobrze rozumiem przedstawiane pojęcia					
15.	Nie mam kłopotu ze zrozumieniem nowych zagadnień z fizyki					
IV. Twoja przyszłość zawodowa i jej możliwe powiązania z naukami przyrodniczymi						
16.	Chciałabym/chciałbym pracować w zawodzie związanym z naukami przyrodniczymi					
17.	Chciałabym/chciałbym studiować nauki przyrodnicze lub pokrewne dyscypliny po skończeniu szkoły średniej					
18.	Chciałabym/chciałbym spędzić życie na zgłębianiu zagadnień z zakresu nauk przyrodniczych					
19.	Jako osoba dorosła chciałabym/chciałbym uczestniczyć w badaniach z zakresu nauk przyrodniczych					

V. Zainteresowanie fizyką poza szkołą						
Lp.	Stwierdzenia	Nigdy	Rzadziej niż raz w miesiącu	Raz w tygodniu lub rzadziej	Kilka razy w tygodniu	Prawie codziennie
Jak często zdarza Ci się robić poniższe rzeczy?						
20.	Oglądać w telewizji programy i filmy naukowe					
21.	Pożyczać lub kupować książki o odkryciach naukowych					
22.	Przeglądać strony internetowe poświęcone tematom przyrodniczym					
23.	Słuchać programów radiowych o odkryciach w naukach przyrodniczych					
24.	Czytać czasopisma naukowe albo artykuły w gazetach lub Internecie poświęcone tematom przyrodniczym					
25.	Chodzić na kółko przyrodnicze					

26. Jak sądzisz, jaki zawód będziesz wykonywała/wykonywał w wieku 30 lat?

Wpisz nazwę zawodu _____

Dziękuję za wypełnienie kwestionariusza.

3. Test Lawsona

TEST NA ROZUMOWANIE NAUKOWE

Wersja 24 pytań jednokrotnego wyboru

Wskazówki dla uczniów:

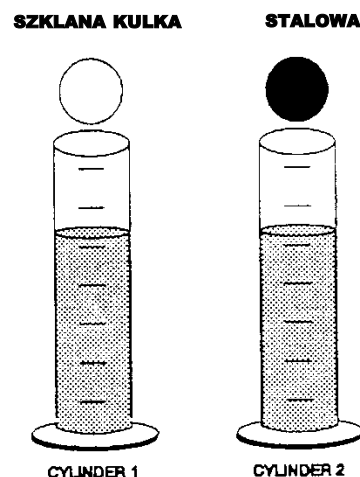
To jest test Waszych zdolności stosowania elementów naukowego i matematycznego rozumowania w sytuacjach konstruowania przewidywań (hipotez) lub rozwiązywania problemu. Dla każdego zadania zaznacz czarnym znaczkiem na karcie odpowiedzi jedną, najlepszą według Ciebie odpowiedź. Jeśli w pełni nie rozumiesz danej kwestii, zapytaj zarządzającego testem nauczyciela o wyjaśnienie.

NIE OTWIERAJ TEJ BROSZURY
DOPÓKI NIE ZOSTANIESZ O TO POPROSZONY/A

1. Przypuśćmy, że masz 2 gliniane kule o równym rozmiarze i kształcie. Obydwie gliniane kule ważą również tyle samo. Jedna z nich zostaje spłaszczona na kształt naleśnika. *Które ze stwierdzeń jest właściwe:*
 - a) kula spłaszczona na kształt naleśnika waży więcej niż druga kula,
 - b) obydwa przedmioty wciąż ważą tyle samo,
 - c) kula waży więcej niż kula spłaszczona na kształt naleśnika.
2. Ponieważ:
 - a) spłaszczona kula pokrywa większy obszar,
 - b) kula bardziej naciska w jednym miejscu,
 - c) kiedy coś jest spłaszczone to traci na wadze,
 - d) glina nie została ani dodana ani zabrana,
 - e) kiedy coś jest spłaszczone to zyskuje na wadze.

3. Rysunki po prawej stronie przedstawiają dwa cylindry wypełnione wodą do tego samego poziomu. Cylindry te mają identyczny kształt i rozmiar.

Po prawej stronie pokazano także dwie kulki – jedną szklaną i jedną stalową. Kulki te są tego samego rozmiaru, ale stalowa kulka jest znacznie cięższa od szklanej. Kiedy włożymy szklaną kulkę do cylindra nr 1, to opada ona na dno i poziom wody podnosi się do szóstej kreski.



Jeśli włożymy stalową kulkę do cylindra nr 2, to poziom wody podniesie się:

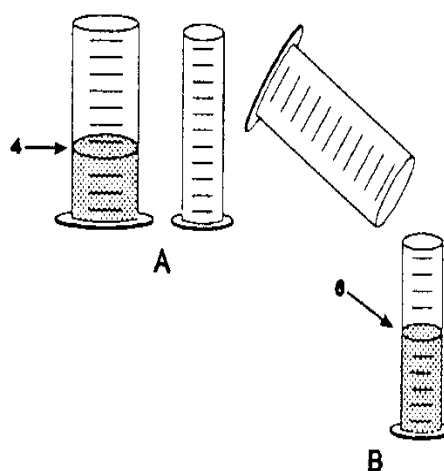
- a) do tego samego poziomu jak w cylindrze nr 1,
 - b) do wyższego poziomu niż w cylindrze nr 1,
 - c) do niższego poziomu niż w cylindrze nr 1.
4. Ponieważ:
 - a) stalowa kulka opadnie na dno szybciej,
 - b) kulki są zrobione z różnych materiałów,
 - c) kulka stalowa jest cięższa niż szklana,
 - d) szklana kulka powoduje mniejszy nacisk,
 - e) kulki są tego samego rozmiaru.

5. Po prawej stronie znajdują się rysunki przedstawiające szeroki i wąski cylinder. Cylindry te mają równo zaznaczone poziomy. Do szerszego cylindra wiano wodę do poziomu 4 (rys. A).

Ta sama ilość wody podnosi się do poziomu 6, kiedy wlana jest do wąskiego cylindra (rys. B).

Oba cylindry zostają opróżnione (nie pokazano na rysunku), a następnie woda zostaje wlana do szerokiego cylindra do poziomu 6.

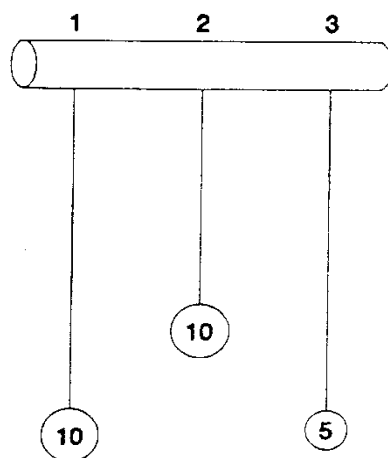
Jak wysoko podniósłby się poziom tej wody, gdyby została wlana do pustego wąskiego cylindra?



- a) do poziomu 8,
 - b) do poziomu 9,
 - c) do poziomu 10,
 - d) do poziomu 12,
 - e) żadna z odpowiedzi nie jest właściwa.
6. Ponieważ:
- a) nie można udzielić odpowiedzi za pomocą przedstawionych danych,
 - b) woda wcześniej podniosła się o 2 poziomy, to ponownie podniesie się o następne 2 poziomy,
 - c) woda podnosi się o 3 poziomy we wąskim cylindrze, a o 2 w szerokim,
 - d) drugi cylinder jest węższy,
 - e) właściwie należy wlać wodę i obserwować co się stanie.
7. Następnie woda jest wlana do wąskiego cylindra (takiego samego jak w zadaniu 5 powyżej) do poziomu 11. *Do jakiego poziomu podniosłaby się ta woda gdybyśmy włąli ją do pustego szerokiego cylindra?*
- a) do 7 i $\frac{1}{2}$,
 - b) do 9,
 - c) do 8,
 - d) do 7 i $\frac{1}{3}$,
 - e) żadna z odpowiedzi nie jest właściwa.
8. Ponieważ:
- a) proporcje muszą pozostać takie same,
 - b) właściwie należy wlać wodę i obserwować co się stanie,
 - c) nie można udzielić odpowiedzi za pomocą przedstawionych danych,

- d) woda wcześniej opadła o 2 poziomy, to teraz znowu opadnie o 2,
- e) odejmujemy 2 poziomy w szerokim cylindrze, dla każdego 3 poziomów w wąskim cylindrze.

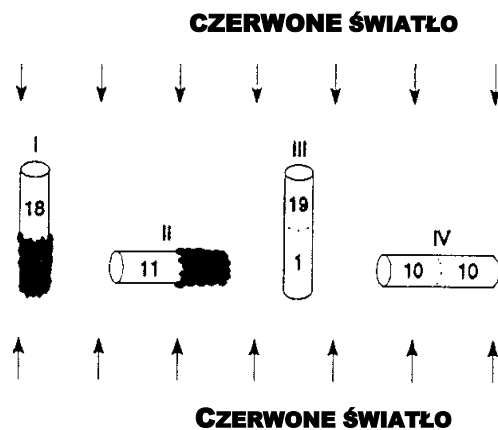
9. Po prawej stronie znajdują się rysunki trzech sznurków wiszących na drążku. Mają one metalowe odważniki przyłączone do swoich końców. Sznurek nr 1 i sznurek nr 3 mają taką samą długość. Sznurek nr 2 jest krótszy. Do końca sznurka nr 1 oraz sznurka nr 2 przyłączono odważniki o 10 jednostkach. Odważnik o 5 jednostkach jest przyłączony do końca sznurka nr 3. Sznurki (z przyłączonymi odważnikami) mogą być rozkołysane do przodu i do tyłu i czas, który potrzebny jest do rozkołysania może być zmierzony.



Przypuśćmy, że chcesz się dowiedzieć, czy długość sznurka ma wpływ na czas rozkołysania sznurków do przodu i do tyłu. *Których sznurków użył(a)byś, aby to sprawdzić?*

- a) tylko jednego sznurka,
 - b) wszystkich trzech sznurków,
 - c) 2 i 3,
 - d) 1 i 3,
 - e) 1 i 2.
10. Ponieważ:
- a) musisz użyć najdłuższych sznurków,
 - b) musisz porównać sznurki zarówno z lekkimi, jak i cięższymi odważnikami,
 - c) tylko długości się różnią,
 - d) aby wykonać wszystkie możliwe porównania,
 - e) odważniki się różnią.

11. Dwadzieścia muszek owocowych jest umieszczonych w każdej z czterech szklanych probówek, które są zaplombowane. Probówki nr 1 i 2 są częściowo pokryte czarnym papierem, a probówki nr 3 i 4 nie są niczym przykryte. Probówki są rozmieszczone tak, jak pokazano na rysunku poniżej. Następnie są one wystawione na czerwone światło na 5 min. Liczba muszek w nieprzykrytych częściach każdej z probówek jest pokazana na rysunku.



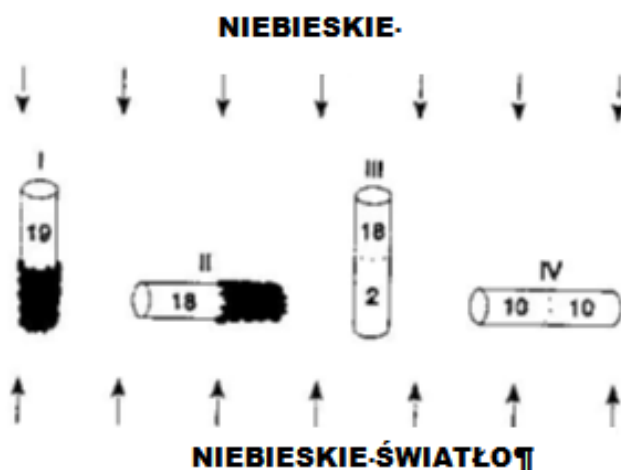
Ten eksperyment pokazuje, że muszki reagują (reagowanie oznacza poruszanie się w kierunku lub od) na:

- a) czerwone światło, ale nie grawitację,
- b) grawitację, ale nie czerwone światło,
- c) zarówno grawitację, jak i światło,
- d) nie reagują ani na grawitację, ani na światło.

12. Ponieważ:

- a) większość muszek znajduje się w górnym końcu probówki nr 3, ale rozprzestrzeniają się równomiernie w probówce nr 2,
- b) większość muszek nie przeszła do dolnej części w probówkach nr 1 i 3,
- c) muszki potrzebują światła, aby widzieć i muszą latać wbrew grawitacji,
- d) większość muszek znajduje się w górnych końcach probówek i oświetlonych końcach probówek,
- e) niektóre muszki znajdują się w obu końcach każdej probówki.

13. W drugim eksperymencie został użyty inny rodzaj muszek i niebieskie światło. Wyniki pokazane są na rysunku.



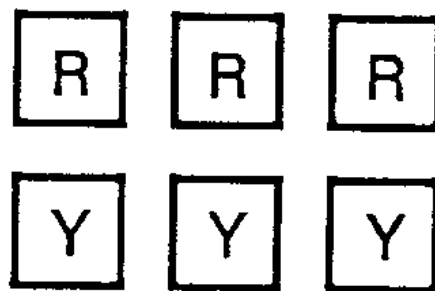
Te dane pokazują, że te muszki reagują (reagowanie oznacza poruszanie się w kierunku do lub od) na:

- a) niebieskie światło, ale nie grawitację,
- b) grawitację, ale nie niebieskie światło,
- c) zarówno niebieskie światło, jak i grawitację,
- d) nie reagują ani na niebieskie światło, ani na grawitację.

14. Ponieważ:

- a) niektóre muszki znajdują się w obydwóch końcach każdej probówki,
- b) muszki potrzebują światła, aby widzieć i muszą latać wbrew grawitacji,
- c) muszki są rozprzestrzenione równomiernie w probówce nr 4 i w górnym końcu probówki nr 3,
- d) większość muszek znajduje się w oświetlonym końcu probówki nr 2, ale nie schodzą w dół w probówkach nr 1 i 3,
- e) większość muszek znajduje się w górnym końcu probówki nr 1 i oświetlonym końcu probówki nr 2.

15. Sześć kwadratowych kawałków drewna zostaje włożonych do materiałowej torby, a następnie zostają one wymieszane. Te sześć kawałków ma identyczny rozmiar i kształt. Jednakże, trzy kawałki są czerwone, a trzy pozostałe są żółte. Przypuśćmy, że ktoś (bez zaglądania) sięga do torby i wyciąga jeden kawałek.



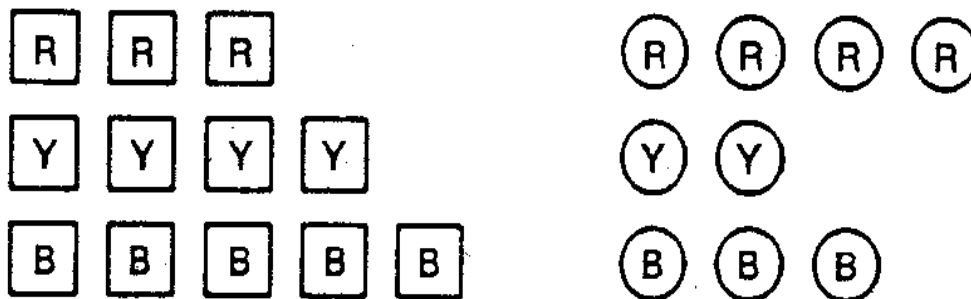
Jakie są szanse, że będzie on czerwony?

- a) 1 na 6,
- b) 1 na 3,
- c) 1 na 2,
- d) 1 na 1,
- e) nie można tego określić.

16. Ponieważ:

- a) 3 kawałki z 6 są czerwone,
- b) nie ma sposobu na określenie, który kawałek zostanie wyciągnięty,
- c) tylko 1 kawałek z 6 w torbie jest wyciągnięty,
- d) wszystkie sześć kawałków ma identyczny rozmiar i kształt,
- e) tylko 1 czerwony kawałek może być wyciągnięty z 3 czerwonych.

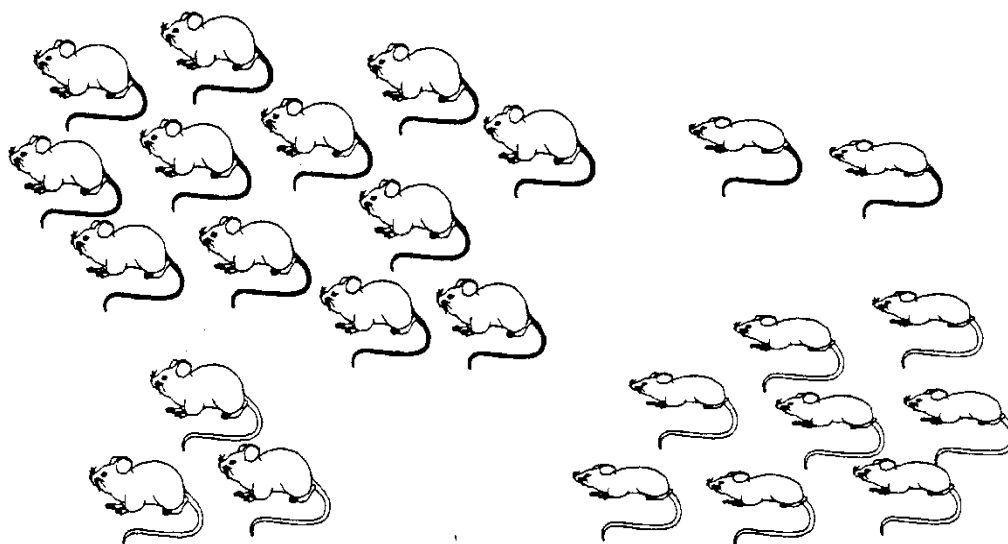
17. Trzy czerwone kwadratowe kawałki drewna, cztery żółte kwadratowe kawałki oraz pięć niebieskich kwadratowych kawałków są włożone do materiałowej torby. Cztery czerwone okrągłe kawałki, dwa żółte okrągłe kawałki i trzy niebieskie okrągłe kawałki są również włożone do tej samej torby. Następnie wszystkie kawałki są wymieszane.



Przypuśćmy, że ktoś sięga do torby (bez zaglądania i chęci wyciągnięcia konkretnego kształtu) i wyciąga jeden kawałek.

Jakie są szanse, że kawałek jest czerwony i okrągły lub niebieski i okrągły?

- a) nie można tego określić,
 - b) 1 na 3,
 - c) 1 na 21,
 - d) 15 na 21,
 - e) 1 na 2.
18. Ponieważ:
- a) 1 z 2 kształtów jest okrągły,
 - b) 15 z 21 kształtów jest czerwone lub niebieskie,
 - c) nie ma sposobu na określenie, który kawałek zostanie wyciągnięty,
 - d) tylko 1 z 21 kawałków jest wyciągnięty z torby,
 - e) co trzeci kawałek jest czerwonym albo niebieskim okrągłym kawałkiem.
19. Rolnik Brown obserwował myszy mieszkające na jego polu. Odkrył on, że wszystkie te myszy były albo grube, albo chude. Wszystkie też miały czarne albo białe ogonki. Zaciekało go, czy istnieje powiązanie między rozmiarem myszy, a kolorem ich ogonków. Tak, więc złapał wszystkie myszy w jednej części pola i obserwował je. Poniżej widoczne są złapane przez rolnika myszy.



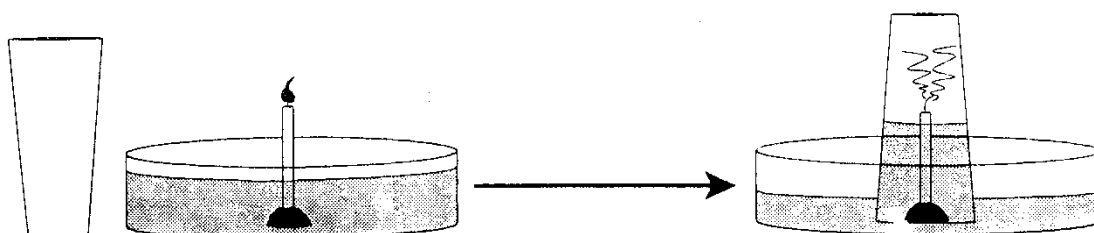
Czy sądzisz, że istnieje powiązanie między rozmiarem myszy a kolorem ich ogonków?

- a) wydają się, że istnieje powiązanie,
- b) wydają się, że nie istnieje powiązanie,
- c) nie można odgadnąć racjonalnie.

20. Ponieważ:

- a) znajduje się tam kilka z każdego rodzaju myszy,
- b) może istnieć genetyczne powiązanie między rozmiarem myszy a kolorem ogona,
- c) nie było wystarczająco dużo złapanych myszy,
- d) większość grubych myszy ma czarne ogony podczas, gdy większość chudych myszy ma białe ogony,
- e) gdy myszy stały się grubsze, ich ogony pociemniały.

21. Rysunek poniżej z lewej strony przedstawia szklankę do picia i palącą się świeczkę urodzinową utknietą w małym kawałku gliny i postawioną w garnku z wodą. Kiedy obrócimy szklankę do góry nogami, nałożymy ją na świeczkę i umieścimy w wodzie, to świeczka szybko gaśnie, a poziom wody w szklance podnosi się szybko do góry (jak pokazano na rysunku po prawej stronie).



Ta obserwacja nasuwa interesujące pytanie: *Dlaczego woda w szklance podnosi się szybko do góry?*

Oto możliwe wytłumaczenie. Płomień zamienia tlen w dwutlenek węgla. Ponieważ tlen nie rozpuszcza się szybko w wodzie, a dwutlenek węgla tak, to nowo wytworzony dwutlenek węgla szybko rozpuszcza się w wodzie obniżając ciśnienie powietrza w szklance. Przypuśćmy, że masz materiały wspomniane powyżej oraz zapalki i trochę suchego lodu (suchy lód jest zamrożonym dwutlenkiem węgla). *Używając trochę lub wszystkich materiałów, jak moglibyście przetestować to możliwe wytłumaczenie?*

- a) nasącz wodę dwutlenkiem węgla i wykonaj eksperyment ponownie notując wzrost ilości wody,
 - b) woda podnosi się ponieważ tlen jest zużyty, więc wykonaj eksperyment ponownie w ten sam sposób, aby pokazać, że woda podnosi się z powodu obniżenia się poziomu tlenu,
 - c) przeprowadź kontrolowany eksperyment zmieniając tylko liczbę świeczek, aby zobaczyć, czy zaistnieje jakaś różnica,
 - d) ssanie jest odpowiedzialne za wzrost poziomu wody, więc umieść balon na górze otwartego cylindra i ustaw cylinder nad palącą się świeczką,
 - e) powtórz eksperyment, ale upewnij się, że jest on kontrolowany poprzez zachowanie stałych wartości wszystkich zmiennych niezależnych; potem zmierz wzrost ilości wody.
22. Który wynik twojego testu (wymienionego w zadaniu nr 21) pokazałby, że Twoje wytłumaczenie jest prawdopodobnie niepoprawne?
- a) woda podnosi się tak jak poprzednio,
 - b) woda podnosi się mniej niż poprzednio,
 - c) balon się rozszerza,
 - d) balon zostaje wessany.
23. Uczeń położył kroplę krwi na szkiełku mikroskopowym, a następnie popatrzył na tą krew przez mikroskop. Jak widać na poniższym schemacie, powiększone komórki krwinek czerwonych wyglądają jak małe okrągłe kulki. Po dodaniu kilku kropelek słonej wody do kropelki krwi, uczeń zauważył, że komórki jakby zmniejszyły się.



Powiększone czerwone krwinki

Po dodaniu słonej wody

Ta obserwacja nasuwa interesujące pytanie: *Dlaczego komórki krwinek czerwonych wydają się być mniejsze?* Oto dwa możliwe wytłumaczenia:

- I. Jony soli (Na^+ i Cl^-) naciskają na membrany komórki i powodują, że komórki wydają się mniejsze.
- II. Molekuły wody są przyciągane do jonów soli, więc molekuły wody wydobywają się z komórek i powodują, że komórki zmniejszają się.

Aby przetestować te wytłumaczenia uczeń użył trochę słonej wody, bardzo dokładnego przyrządu do pomiaru wagi i kilka plastikowych toreb wypełnionych wodą. Doszedł do wniosku, że plastik zachowuje się tak jak membrany komórek krwinek czerwonych. Test wymagał dokładnego zważenia torby wypełnionej wodą, umieszczenia jej w słonym roztworze na 10 min., a potem ponownego zważenia tej torby.

Który wynik eksperymentu najlepiej pokazałby, że wyjaśnienie I jest prawdopodobnie niepoprawne?

- a) torba traci na wadze,
- b) torba waży tyle samo,
- c) torba wydaje się mniejsza.

24. *Który wynik testu najlepiej pokazałby, że wyjaśnienie II jest prawdopodobnie niepoprawne?*

- a) torba traci na wadze,
- b) torba waży tyle samo,
- c) torba wydaje się mniejsza.

Instrukcje opracowania wyników

Instrukcja opracowania wyników została sformułowana analogicznie do instrukcji opracowania wyników egzaminów gimnazjalnych i na tej podstawie zostały wyłonięte najważniejsze elementy opracowania wyników umieszczone w poniższej tabeli.

Tabela. Instrukcja opracowania wyników ogólnych (efektów realizacyjnych i kształcących)

Przedmiot badania	Przebieg i efekty uczenia się uczniów w procesie dydaktycznym prowadzonym metodą projektów
Cele badania	określenie poziomu skuteczności pedagogicznej metody projektów wyjaśnienie mechanizmu powstawania zmian w przebiegu i efektach uczenia się wyprowadzenie wniosków praktycznych do pracy na lekcjach w szkole ustalenie mocnych i słabych stron metody projektów w procesie dydaktycznym
Metoda badawcza	eksperyment pedagogiczny jednej grupy analiza dokumentów
Wykaz dokumentów uwzględnionych w analizie	wyniki uczniów osiągnięte podczas pisania pretestów i posttestów, wyniki punktowe i procentowe uczniów z Testu Lawsona oraz łatwość zadań wyniki ankiety na zainteresowania fizyką wyniki osiągnięte podczas wypełniania lekcyjnych zadań projektowych
Zakres badania	analiza rozkładu wyników Testu Lawsona analiza rozkładu wyników ankiety na zainteresowania fizyką (AZF) analiza łatwości zadań/czynności w kontekście sprawdzanych umiejętności, postaw i rozumowania naukowego porównanie wyników pretestów i posttestów
Kryteria oceny	wysokość wskaźników łatwości sprawdzanych czynności i zadań liczba wyników średnich, poniżej i powyżej średnich liczba wyników najniższych, najwyższych wysokość podstawowych miar i wskaźników statystycznych
Charakterystyka badanej populacji	nazwa szkoły i opis środowiska edukacyjnego (typ i rodzaj szkoły, środowisko, w którym działa, wielkość szkoły, przeciętna liczebność klas, kierunki kształcenia, dodatkowe zajęcia dla uczniów, inne istotne informacje o szkole) liczba klas, liczba badanych uczniów, podstawowe dane socjodemograficzne: płeć

Opracowanie własne.

1. Analiza efektów realizacyjnych dla grupy LZP

A. Instrukcja opracowania wyników efektów realizacyjnych

Podobnie jak zostało przedstawione powyżej opracowanie ogólnych wyników, poniżej skupiono się tylko na efektach realizacyjnych.

Tabela. Instrukcja opracowania wyników efektów realizacyjnych

Przedmiot badania	Efekty realizacyjne uczenia się uczniów w procesie dydaktycznym prowadzonym metodą projektów
Cele badania	określenie poziomu skuteczności pedagogicznej dotyczącej efektów realizacyjnych metody projektów wyprowadzenie wniosków praktycznych do pracy na lekcjach w szkole ustalenie mocnych i słabych stron metody projektów w procesie dydaktycznym w osiąganiu efektów realizacyjnych
Metoda badawcza	analiza dokumentów
Wykaz dokumentów uwzględnionych w analizie	wyniki osiągnięte podczas wypełniania lekcyjnych zadań projektowych LZP oraz ZLZP
Zakres badania	analiza łatwości zadań/czynności w kontekście sprawdzanych jakości, ilości i rodzaju projektów oraz praktycznego nabywania umiejętności, zmiany postaw i praktycznego rozwijania rozumowania naukowego poprzez procedurę LZP porównanie wyników w grupie LZP
Kryteria oceny	wysokość wskaźników łatwości sprawdzanych czynności i zadań liczba wyników średnich, poniżej i powyżej średnich liczba wyników najniższych, najwyższych wysokość podstawowych miar i wskaźników statystycznych
Charakterystyka badanej populacji	nazwa szkoły i opis środowiska edukacyjnego (typ i rodzaj szkoły, środowisko, w którym działa, wielkość szkoły, przeciętna liczebność klas, kierunki kształcenia, dodatkowe zajęcia dla uczniów, inne istotne informacje o szkole) liczba klas, liczba badanych uczniów, podstawowe dane socjodemograficzne: płeć

Opracowanie własne.

B. Opracowanie wyników efektów kształcących w grupie LZP

Tabela. Opracowanie wyników efektów kształcących dla grup LZP

Przedmiot badania	Efekty kształcące 1) konstruowanie wiedzy, 2) nabywanie umiejętności, 3) zmiana postaw uczenia się uczniów w procesie dydaktycznym prowadzonym metodą projektów
Cele badania	określenie poziomu skuteczności pedagogicznej dotyczącej efektów kształcących w procesie dydaktycznym prowadzonym metodą projektów wyjaśnienie mechanizmu powstawania zmian w przebiegu i efektach kształcących uczenia się metodą projektów wyprowadzenie wniosków praktycznych do pracy na lekcjach w szkole ustalenie mocnych i słabych stron metody projektów w procesie dydaktycznym
Metoda badawcza	eksperyment pedagogiczny jednej grupy analiza dokumentów
Wykaz dokumentów uwzględnionych w analizie	wyniki uczniów osiągnięte podczas pisania pretestów i posttestów ankiety na zainteresowania fizyką AZF oraz AZF PISA 2006
Zakres badania	analiza rozkładu wyników AZF PISA 2006 analiza rozkładu wyników ankiety na zainteresowania fizyką (AZF) analiza procentowa opinii i czynności w kontekście sprawdzanych umiejętności i postaw porównanie wyników pretestów i posttestów
Kryteria oceny	wysokość wskaźników procentowych sprawdzanych opinii i czynności liczba wyników średnich, poniżej i powyżej średnich liczba wyników najniższych, najwyższych wysokość podstawowych miar i wskaźników statystycznych
Charakterystyka badanej populacji	nazwa szkoły i opis środowiska edukacyjnego (typ i rodzaj szkoły, środowisko, w którym działa, wielkość szkoły, przeciętna liczebność klas, kierunki kształcenia, dodatkowe zajęcia dla uczniów, inne istotne informacje o szkole) liczba klas, liczba badanych uczniów, podstawowe dane socjodemograficzne: płeć

Opracowanie własne.

Uczniowie wykonali różne produkty projektów, np.:

- opakowanie zrzutowe na jajko, które miało się nie rozbić,
- zmierzili ciepło właściwe wody,
- wykonali silnik elektryczny,
- wykonali elektroskop,
- wykonali samoloty z papieru,
- rozważali, dlaczego statki pływają i samoloty latają,
- wyjaśniali, jak powstaje burza,
- przedstawiali świecącego ogórka,
- sprawdzali, od czego zależy pływanie ciał, formułując prawo Archimedesesa,
- wykonali rakietę na wodę,
- wyjaśniali, co to są liczby firankowe,
- złożyli zestaw wędkarski (3 badanych uczniów przeciwnych uczeniu się fizyki i nie wykonujących projektów z fizyki postanowiło wykonać projekt na lekcjach techniki „Jak złożyć zestaw wędkarski?”).

Uczniowie postawili następujące pytania badawcze:

- jak otrzymać kryształy soli, która została rozmieszana w wodzie?
- czy możemy wyznaczyć gęstość w ciele o regularnych kształtach (prostopadłościan)?
- jaka jest gęstość cukru i ołowiu?
- jak wyznaczyć gęstość dowolnej bryły?
- czy siła wyporu zależy od kształtu zanurzonego ciała?
- czy siła wyporu zależy od objętości zanurzonego ciała?
- jak przedstawić ruch wokół nas? – rowerzysta, spadochroniarz
- jak wyznaczyć ciepło właściwe wody?
- czy można z dwóch strzykawek zrobić prymitywny model wyrzutni rakiety?
- dlaczego lód pływa po powierzchni wody?
- jak wykonać sztuczkę z atramentem?
- dlaczego samoloty latają?
- dlaczego statek nie tonie?
- czy ciało uniesie się na wodzie?
- czy woda ma wpływ na zanurzenie się ciała?
- jak możemy dokonać pomiaru temperatury wody?
- jak działa składnia sił?
- czy liczba 257 jest liczbą firankową?
- jak powstaje burza?
- dlaczego samoloty i śmigłowce latają?

Konstruowanie hipotez

Uczniowie postawili następujące hipotezy:

- Kryształy soli osadzą się na nici, która jest zanurzona w solonej wodzie.
- W ciele o regularnych kształtach możemy wyznaczyć gęstość.
- Według tabeli gęstość cukru wynosi $1\,520\text{ kg/m}^3$, a ołowiu $11\,336\text{ kg/m}^3$.
- Aby obliczyć gęstość cieczy bryły (np. gumki do mazania) należy wykorzystać wzór na gęstość, czyli $d=m/v$.
- Siła wyporu zależy od objętości zanurzonego ciała.
- Siła wyporu zależy od objętości zanurzonego ciała (w tym wypadku gumki).
- Siła wyporu w 100% nie zależy od kształtu ciała.
- Kamień opadnie na dno, bo jest ciężki.
- Połówka piłki od ping – ponga zostanie na wierzchu wody, ponieważ jest lekka.
- Siła wyporu zależy od zanurzonego ciała.
- Siła wyporu w 100% nie zależy od kształtu danego ciała lecz od objętości i ciężaru.
- Przypuszczam, że jajko nie rozbije się w styropianowym prostokącie o wymiarach $15 \times 5,5$. Na dnie tego prostokąta będzie złożona folia ochronna.
- Odpowiednio zabezpieczone jajko może przetrwać upadek z dużej wysokości. Tak samo jak kierowca zabezpieczony w samochodzie może przeżyć wypadek.
- Przy odpowiednim doborze strzykawek napełnionych wodą i powietrzem można skonstruować rakietę na wodę.
- Ciepło właściwe możemy wyznaczyć dzięki czajnikowi elektrycznemu.
- Burza powstaje dzięki chmurom burzowym w odpowiednich temperaturach.
- Łód pływa po powierzchni wody, bo jest lżejszy od wody. Łód pływa, bo działa na niego siła wyporu, która jest większa niż ciężar lodu.
- Jak ciało jest większe to siła wyporu też jest większa.
- Samolot sam nie podniesie się do góry, bo potrzebuje do tego siły nośnej oraz siły pędu, aby nabrać odpowiedniej prędkości do uniesienia się w powietrze. Samolot nie poleciałby bez skrzydeł, bo na skrzydłach znajdują się silniki oraz skrzydła potrzebne są do stabilnego lotu, aby nie okręcało samolotem na prawo i lewo. Samolot jest zbudowany w taki sposób, aby był aerodynamiczny, czyli aby przez niego lepiej przepływało powietrze, oczywiście aby samolot mógł latać z lotniska do lotniska potrzebuje również doświadczanego pilota, który będzie w stanie nim sterować!
- Gdy przedmiot znajduje się na wodzie, wypycha on ciecz, w której się znajduje, wytwarzając podtrzymującą go siłę wyporu. Jest ona skierowana przeciwnie do siły ciężenia, czyli w górę. Jej wartość jest równa ciężarowi płynu wypartego przez dane ciało. Jeśli siła wyporu

zrównoważy ciężar przedmiotu, może on utrzymać się na wodzie. Ta sama siła odpowiedzialna jest za unoszenie się balonów, czy sterowców w powietrzu. Po zanurzeniu (w tym przypadku) butelki w wodzie, woda wleje się do środka, zapełni butelkę i zatopi ją. Lecz gdy butelkę swobodnie położy się na wodzie butelka będzie się unosić.

- Woda przyjmie temperaturę nagrzanej grzałki, następnie temperatura będzie tylko spadać.
- Ciepło właściwe wody będzie miało wartość $4712,5 \text{ J/kg} \times ^\circ\text{C}$. Jednak ciepło właściwe może być w każdym razie inne, ponieważ część ciepła zostaje oddana do otoczenia.
- Aby wyznaczyć ciepło właściwe należy wykonać doświadczenie i znać wzór.
- Im większy kąt, tym szybsze przesunięcie.
- Istnieje wzór na obliczanie liczb „firankowych”.
- Grzałka powinna przez określony czas rozgrzać wodę do odpowiedniej temperatury.
- Znając moc i czas grzania wody można określić ciepło właściwe wody.
- Burza powstaje, gdy się zetkną ze sobą ciepłe powietrze z zimnym. Wtedy powstaje naładowanie atmosferyczne i burze.
- Na wydłużone ciało siła wyporu jest mniejsza.
- Samoloty i śmigłowce są lżejsze od powietrza.
- Burza powstanie, gdy zimne powietrze zmiesza się z ciepłym.
- Światło się odbija, rozprasza w kroplach wody.

Na pytanie skierowane do uczniów: „czego się nauczyłeś podczas wykonywania projektu?”, odpowiedzieli: „nauczyłem się”:

- jak robić doświadczenie z kryształami soli;
- jeśli będziemy znali wzory i będziemy wiedzieć, jak je zastosować w praktyce, będziemy potrafili zwizualizować bryłę, np. prostopadłościan (jeśli nie będziemy mieli go podanego) to bez najmniejszego problemu będziemy potrafili obliczyć gęstość danej bryły i dokładnie sformułować odpowiednią hipotezę;
- jak zmierzyć gęstość substancji. Jednak do takich doświadczeń potrzeba dokładnych przyrządów pomiarowych. W przeciwnym wypadku wyniki odbiegają od danych oczekiwanych;
- aby zmierzyć gęstość cieczy należy skorzystać ze wzoru „ $d = m/v$ ”. By móc korzystać z podanego wzoru należy znać masę i objętość substancji, którą możemy też samodzielnie obliczyć;
- siła wyporu nie zależy w 100% od kształtu zanurzonego ciała;
- jak wykonać doświadczenie z wyznaczaniem gęstości;
- jeżeli przedmioty mają taką samą wagę i objętość, to niezależnie od kształtu wyprą tyle samo wody;
- siła wyporu nie zależy od ciężaru, lecz od objętości;

- siła wyporu nie zależy od danego ciała;
- nauczyłem się, jak zmienia się siła uderzenia o podłoże w zależności od wysokości (i szybkości), z jakiej (z jaką) spada przedmiot na ziemię;
- dowiedziałem się, jak działa siła ciągu w rakiecie. Jest to co prawda inna zasada, niż w prawdziwej rakiecie (tam siłę ciągu nadają gazy powstające przy spalaniu paliwa w komorach spalania). Jednak woda wypchnięta przez powietrze też może nadać napęd przedmiotom;
- jak wyznaczyć ciepło właściwe wody;
- jak powstaje burza;
- woda i lód zachowują się wyjątkowo, ponieważ lód jest ciałem stałym, więc powinien mieć większą gęstość niż woda, a jest odwrotnie – lód ma mniejszą gęstość od wody, dlatego pływa po jej powierzchni;
- siła wyporu zależy od objętości zanurzonego ciała;
- nauczyłem się, że samolot sam nie uniesie się w powietrze, ponieważ potrzebuje siły pędu oraz siły nośnej oraz musi być aerodynamiczny!
- że objętość przedmiotu też ma znaczenie podczas pływania;
- nauczyłem się, że woda potrafi zatopić butelkę za pomocą małej ilości wody, dlatego że ta mała ilość wody spowoduje, że butelka zacznie się coraz to bardziej zatapiać, aż dojdzie do całego zatopienia;
- jakie jest ciepło właściwe wody; ciepło właściwe wody wynosi $4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$;
- jak zmierzyć ciepło właściwe wody;
- wzoru na wyznaczenie ciepła właściwego;
- na jakiej zasadzie działa składnia sił;
- jak można obliczyć liczbę pomocną w wieszaniu firanek na żabki;
- że aby rozgrzać wodę do danej temperatury przy określonej mocy grzałki możemy ją rozgrzać do dowolnej temperatury;
- nauczyłem się wyznaczać ciepło wody;
- jak powstaje burza;
- siła wyporu nie zależy od kształtu ciała zanurzonego w wodzie;
- śmigłowce i samoloty wytwarzają siłę nośną, dzięki czemu samoloty i śmigłowce latają;
- szczegółowych informacji o tym, co dzieje się w atmosferze podczas powstawania burzy, oraz jak zachować się podczas wyładowań atmosferycznych;
- zjawisko tęczy jest związane z rozszczepianiem światła słonecznego. Światło to przechodzi przez krople wody i w wyniku tego zostaje rozbite na fale o różnych długościach.

Rafał Jakubowski

Konsultacja

Stanisław Plebański

**RADOŚĆ UCZENIA SIĘ RZECZY NOWYCH
Z FIZYKI W GIMNAZJUM – CZYLI JAK ROZWIJAĆ
ROZUMOWANIE NAUKOWE**

**Innowacja pedagogiczna w gimnazjum
w klasie III
w roku szkolnym 2014/2015**

Opis zasad innowacji

Modernizacja treści i metod kształcenia.

Uzasadnienie potrzeby zmian

Celem głównym innowacji jest zwiększenie efektywności kształcenia w ramach III etapu edukacyjnego w zakresie fizyki w gimnazjum poprzez opracowanie i upowszechnianie gimnazjalnej Innowacji Nauczania (GIN) w okresie od 1 września 2014 r. do 30 czerwca 2015 r.

Gimnazjalna Innowacja Nauczania jest zgodna z rozporządzeniem MEN z dnia 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół (Dz.U. z 2012 r., poz. 977).

Założenia: na czym polega nowatorski charakter?

Celami szczegółowymi innowacji jest:

- wzrost umiejętności wykorzystywania wiedzy w praktyce wśród uczniów gimnazjum poprzez udział w lekcjach prowadzonych według GIN,
- zmiana postawy uczniów, którzy nie lubią i nie chcą się uczyć, na postawę pełną zaangażowania i radości podczas uczenia się rzeczy nowych oraz zaangażowanie młodzieży w działania naukowe na rzecz najbliższego otoczenia,
- rozwijanie postawy badawczej oraz rozumowania naukowego.

Innowacyjność projektu polega na:

- 1) wzmocnieniu części praktycznej (ćwiczenia i eksperymenty) w kształceniu z fizyki poprzez zastosowanie nowoczesnych metod uczenia się – lekcyjnego zadania projektowego LZP;
- 2) realizacji ćwiczeń i eksperymentów w formie interdyscyplinarnej. Eksperymenty opierać się będą na wykorzystaniu materiałów codziennego użytku do pomiarów wielkości fizycznych i obserwacji przyrodniczych z obliczeniami matematycznymi i oprogramowaniem IT.

Realizacja, spodziewane efekty

Pracujący w kilkusobowych zespołach (od 2 do 4 osób) uczniowie podzielą się zadaniami, otrzymają do zbadania i przeanalizowania po jednym lekcyjnym zadaniu projektowym LZP w miesiącu z fizyki. Projekty przeprowadzać będą zgodnie z zaplanowaną przez siebie instrukcją, wykonają obliczenia, porównają wyniki z innymi dostępnymi w Internecie, sformułują wnioski i zaprezentują rezultaty podczas prezentacji LZP.

LZP uczniowie wykonają w domu przed lekcją prezentującą wykonane doświadczenie.

LZP zostanie umieszczone na platformie www.fizyka.osw.pl i tam uczniowie będą je wypełniali. Będzie także możliwość pobrania LZP w pliku Worda lub PDF i przesłanie go wypełnionego do nauczyciela fizyki.

W innowacji przewiduje się nauczanie i uczenie się z zastosowaniem metody projektów, co spowoduje, że uczniowie będą dobrze rozumieć cel swoich działań. Sami będą planować kolejność ich wykonania i realizować zadania w konsultacji z nauczycielem, a nie na jego polecenie; w rezultacie będą konstruktorem (twórcą) własnego projektu.

Karty LZP, ukierunkowane na naukowe dochodzenie do wiedzy, wzorowane są na kartach pracy do doświadczeń Akademii Uczniowskiej i pracach Marka Piotrowskiego z Uniwersytetu Warszawskiego. Głównym celem lekcyjnych zadań projektowych będzie zainteresowanie uczniów danym problemem, zaangażowanie ich w jego badanie w sposób naukowy, postawienie hipotezy, sprawdzenie jej i określenie, czego konkretnie się nauczyli.

Poprzez krótkie projekty, uczniowie sami będą konstruowali nową wiedzę wyszukując potrzebne wiadomości na zadany temat. Często będą wykonywali doświadczenia: budując samoloty, spadochrony, silniki elektryczne, czy mierząc ciepło właściwe wody.

W ramach innowacji nie będą realizowane zajęcia pozalekcyjne, zajęcia odbywać się będą w ramach zajęć obowiązkowych.

Zajęcia w oparciu o GIN rozpoczną się od września 2014 r. i będą realizowane przez cały rok szkolny 2014/2015 (w III klasie).

Zasady i sposoby ewaluacji

W trakcie realizacji projektu uczniowie wezmą udział w badaniach ewaluacyjnych weryfikujących umiejętności zastosowania wiedzy w praktyce. Przeprowadzenie badań odbędzie się: na początku roku szkolnego wśród uczniów klas III rozpoczynających zajęcia według GIN w roku szkolnym 2014/2015 oraz na zakończenie klasy III.

Każde LZP zostanie przeanalizowane zgodnie z metodologią opracowaną przez autora innowacji i wyniki zostaną opublikowane na stronie www.fizyka.osw.pl.

Dzięki udziałowi w projekcie, uczniowie będą:

- wykorzystywać na zajęciach nowoczesne metody LZP;
- doskonalić pracę w grupach / zespołach;
- doskonalić umiejętności wykorzystania zdobytej wiedzy w praktyce;
- rozwijać umiejętność logicznego myślenia;
- poznawać współzależności istniejące w różnych dziedzinach nauki.

Uczniowie nie ponoszą żadnych kosztów w związku z uczestnictwem w innowacji.

Zajęcia według Gimnazjalnej Innowacji Nauczania nie wymagają zakupu dodatkowych podręczników.

Opis szczegółowy innowacji „Radość uczenia się rzeczy nowych”

Model uczenia się rozwijający rozumowanie naukowe i postawę badawczą

Aby sprawdzić efekty kształcące innowacji wykonano badania metody projektów rozwijających rozumowanie naukowe na lekcjach fizyki w trzech gimnazjach: gimnazjum G, gimnazjum W oraz gimnazjum O. Badania wykonano od października 2013 roku do końca stycznia 2014 roku. Grupa badawcza wynosiła 125 uczniów.

Uczniowie w ramach badań wykonywali krótkie projekty na jedną lekcję, na następnej lekcji kończyli je i omawiali, a także odpowiadali na pytania ankiety dotyczącej zainteresowania fizyką (AZF) i rozwiązywali testy Lawsons na rozumowanie naukowe (TRN) jako pretesty i posttesty.

Wykorzystanie modelu 5E w projektach edukacyjnych

Ciekawą propozycją do realizacji projektów jest Model 5E (Engage, Explore, Explain, Extend, and Evaluate), rozwinięty przez Rogera Bybee z Zespołu Centrum Edukacyjnego „Biological Science Curriculum Study” (BSCS) w Stanach Zjednoczonych¹⁴⁷.

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

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

- Zainteresuj i zaangażuj się.
- Zbadaj.
- Wyjaśnij.
- Rozwiń.
- Oceń, czego się nauczyłeś.

Opis cykli

Zainteresuj i zaangażuj się: celem etapu „zainteresuj i zaangażuj się” jest osiągnięcie możliwie największego zainteresowania przez ucznia i jego zaangażowanie w projekt lub lekcję,

¹⁴⁷ <http://www.bscs.org/>.

przy równoczesnej ocenie wcześniejszej wiedzy i rozumowania. Podczas tego etapu uczniowie czytają i analizują instrukcję. Następnie analizują i dostrzegają związki pomiędzy swoją wiedzą uprzednią, i terażniejszą, stwarzając podstawę organizacyjną dla nowej wiedzy i zadań, które będą wykonywać.

Zbadaj: celem etapu „zbadać” jest zaangażowanie uczniów w temat, przez stworzenie im możliwości rozwoju własnego rozumowania. W tym etapie uczniowie mają okazję zaangażować się w proces badawczy i maksymalnie wykorzystać dostarczone materiały. Pracując w grupach, uczniowie wspólnie wykonują doświadczenia, dzięki czemu rozwija się komunikacja w grupie oraz pobudza się potrzebę dzielenia się wiedzą z innymi.

Nauczyciel pełni rolę pomocnika dostarczającego materiały i kierującego zainteresowanie uczniów we właściwym kierunku. Proces nauczania i uczenia się jest oparty na pytaniach i badaniach. Uczniowie aktywnie uczą się nauk ścisłych poprzez metodę badawczą i tym samym podejmują nowe wyzwania. Nacisk kładziony jest na: pytania, proces badawczy, analizę danych i krytyczne myślenie. Poprzez samodzielnie zaprojektowany i kontrolowany proces badawczy, uczniowie stawiają pytania badawcze, odpowiadają na nie tworząc hipotezy i je sprawdzając, testują własne przewidywania i wyciągają wnioski.

Wyjaśnij: celem etapu „wyjaśnij” jest zapewnienie uczniom szansy komunikowania się na temat tego, czego już się nauczyli i wywnioskowanie, co to znaczy. Język naukowy dostarcza motywacji, aby układać wydarzenia w logiczną całość. Komunikacja występuje pomiędzy rówieśnikami a nauczycielem i odwrotnie. Gdy uczniowie tworzą własny tok myślenia, wtedy potrafią streścić lub wyjaśnić własne pomysły. Te sekwencje wprowadzają słownictwo w kontekście i poprawiają lub przestawiają błędne przekonania.

Rozwiń: celem etapu „rozwiń” jest rozwinięcie koncepcji uczniów, których się nauczyli oraz innych koncepcji związanych z danym problemem i ich zastosowanie do rozumienia świata zewnętrznego dostępnego uczniom i do rozwiązywania nowych problemów przy użyciu nowych sposobów.

Oceń, czego się nauczyłeś – celem etapu „oceń” zarówno dla uczniów, jak również dla nauczycieli jest określenie przez uczniów i nauczyciela, czego nowego się nauczyli oraz ile czasu zajęło im uczenie się i zrozumienie rzeczy nowych. Ostatnie „E” jest trwającym procesem diagnozującym, który pozwala nauczycielowi określić, czy uczeń zrozumiał pojęcia i posiada nową wiedzę. Rozwijanie i ocenianie może pojawić się we wszystkich etapach cyklu. Niektóre narzędzia, które wspomagają ten proces to: obserwacje, wywiady uczniów, portfolio, karta projektu, kwestionariusze, ankiety i zagadnienia problemowe.

Uwaga: wszystkie narzędzia badawcze innowacji umieszczone zostały w Aneksie A.

Aneks C (Postawy uczniów mierzone w badaniach PISA)

Jeśli obudzi się w dziecku ciekawość, będzie się uczyć bez niczyjej pomocy.

Ken Robinson

Postawy uczniów w niniejszych badaniach zostały zmierzone analogicznie do postaw mierzonych w badaniach PISA 2006¹⁴⁸. Wydaje się konieczne przedstawienie sposobu badań wybranych postaw poczynionych przez OECD w roku 2006. Aspekt kształtowania postaw jest najtrudniejszy do prześledzenia w badaniu efektów kształcących metody projektów, co jednak nie powinno przesłonić jego znaczenia. W niniejszych badaniach podjęto próbę oceny szeroko rozumianych postaw uczniów (także opinii, przekonań itp.). Świadomość tego, w jaki sposób nauka i technika wpływają na nasze otoczenie oraz zainteresowanie sprawami związanymi z nauką jest traktowana jako ważne uzupełnienie umiejętności rozumowania naukowego.

Radość z uczenia się

W badaniu PISA 2006, odnośnie radości uczenia się, uczniowie byli pytani, na ile zgadzają się z pięcioma stwierdzeniami ukazującymi radość z uczenia się nauk przyrodniczych (tab. 1).

Polscy uczniowie odczuwają mniejszą radość z uczenia się nauk przyrodniczych w porównaniu ze średnią w państwach OECD i porównywalną do jej wartości dla Korei, Japonii i Holandii.

Wskaźnik radości uczenia się rzeczy nowych, został tak skonstruowany dla pięciu stwierdzeń, podobnie jak wskaźniki dla pozostałych postaw, że uczniowie, którzy zdecydowanie się zgadzali, mieli wyższy wskaźnik od tych, którzy zdecydowanie się nie zgadzali.

Tabela 1. Odsetek uczniów mających radość z uczenia się przedmiotów przyrodniczych

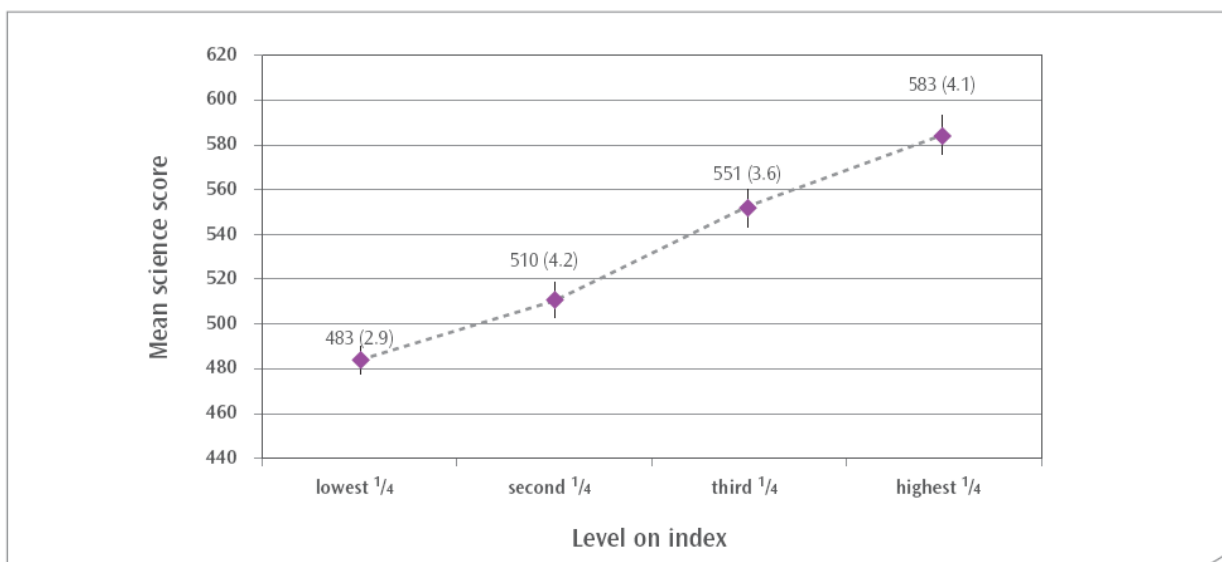
Stwierdzenia uczniów o radości uczenia się	Odsetek uczniów zgadzających się, średnia (%)	
	Polska	OECD
Lubię zdobywać nową wiedzę naukową	60	67
Odczuwam wielką radość, podczas uczenia się na tematy związane z nauką	44	63
Jestem zainteresowany uczeniem się o nauce	44	63
Lubię czytać o zagadnieniach naukowych	47	50
Lubię rozwiązywać problemy naukowe	37	43

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli ukazują tych uczniów, którzy podali stwierdzenia, że zgadzają się i tych, którzy odpowiedzieli zdecydowanie się zgadzam. Opracowanie: PISA.

¹⁴⁸ R. Caygill, *PISA 2006 Student attitudes to and engagement with science, How ready are our 15-year-olds for tomorrow's world?*, Ministry of Education New Zealand.

Jak zaobserwowano dla wyższego wskaźnika radości z uczenia się rzeczy nowych, uczniowie osiągnęli wyższe wyniki w całym teście, w porównaniu z tymi, którzy zdecydowanie nie mają radości z uczenia się rzeczy nowych. Istnieje duża korelacja między radością uczenia się, a wynikami uczniów.

Warto zauważyć, iż w krajach OECD, ze wszystkich zmiennych emocjonalnych wskaźnik radości uczenia się najwyraźniej pokazuje motywację uczniów do uczenia się nauk przyrodniczych.



Uwaga: wskaźnik radości z uczenia się nauk przyrodniczych łączy w sobie odpowiedzi na 5 pytań w tabeli 2. Uczniowie w najniższej 1/4 indeksu nie mają radości z uczenia się nauk przyrodniczych. W nawiasach odchylenie standardowe. Opracowanie: PISA.

Wykres 1. Średni wynik rozumowania naukowego uczniów w każdym kwartale wskaźnika z radości uczenia się

Związek uczenia się nauk przyrodniczych z przyszłą karierą naukową

Tabela 2. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami motywacji instrumentalnej do uczenia się nauk przyrodniczych

Motywacja instrumentalna do uczenia się nauk przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)	
	Polska	OECD
Warto włożyć wysiłek w uczenie się nauk przyrodniczych, bo to mi pomoże w pracy, którą chcę wykonywać w przyszłości	68	63
To, czego się uczę na naukach przyrodniczych jest dla mnie ważne, ponieważ będzie mi potrzebne w dalszej nauce	71	56
Uczę się nauk przyrodniczych ponieważ wiem, że jest to dla mnie użyteczne	73	67
Warto się uczyć nauk przyrodniczych, bo to, czego się nauczę, zwiększy w przyszłości moje szanse zawodowe	73	61
Na naukach przyrodniczych nauczę się wielu rzeczy, które pomogą mi dostać pracę	66	56

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie: PISA.

Uczenie się nauk przyrodniczych ma znaczenie dla przyszłej kariery zawodowej uczniów (motywacja instrumentalna).

Przeciętny wynik Polski na tej skali był wyższy od średniej OECD i wyższy od średnich dla Finlandii, Korei, Japonii i Holandii.

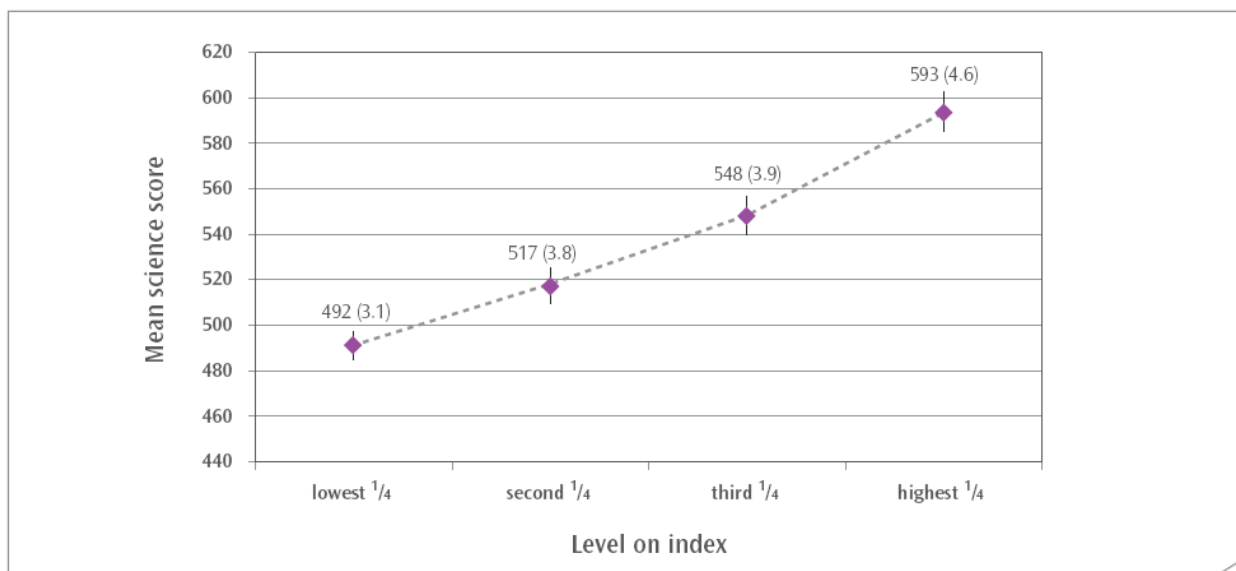
Pewność siebie w naukach przyrodniczych

W badaniach PISA 2006 postawiono sześć stwierdzeń do określenia poziomu uczniów dotyczących wiary we własne możliwości (tab. 3).

Tabela 3. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami dotyczącymi pewności siebie w naukach przyrodniczych

Stwierdzenia uczniów o pewności siebie w naukach przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)	
	POLSKA	OECD
Uczenie się złożonych zagadnień z fizyki byłoby dla mnie łatwe	60	47
Zazwyczaj potrafię dobrze odpowiedzieć na pytania na sprawdzianie z fizyki	70	65
Szybko przyswajam zagadnienia z fizyki	56	56
Zadania z fizyki są dla mnie łatwe. Na lekcjach fizyki dobrze rozumiem przedstawiane pojęcia	64	59
Nie mam kłopotu ze zrozumieniem nowych zagadnień z fizyki	55	55
Tematy z nauk przyrodniczych są dla mnie łatwe	44	47

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego stwierdzenia: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i zdecydowanie nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie się zgodzili. Opracowanie: PISA.



Uwaga: indeks uczniów pewności siebie łączy w sobie odpowiedzi dla sześciu stwierdzeń przedstawionych w tabeli 3. Uczniowie w najniższej 1/4 indeksu zdecydowanie nie zgadzali się z wszystkimi stwierdzeniami pewności siebie. Opracowanie: PISA.

Wykres 2. Wyniki uczniów w teście w każdym kwartale indeksu pewności siebie w naukach przyrodniczych

Przeciętny wynik Polski na skali był wyższy od średniej OECD, oraz wyższy od średniej w niektórych innych krajach o wysokich wynikach, w tym Hongkongu, Chin, Tajwanu, Korei, Japonii i Holandii.

Uczniowie z wyższą samooceną wiary w siebie w naukach przyrodniczych ogólnie mieli wyższe wyniki osiągnięć, niż ci z niższą samooceną, jak pokazano na wykresie 2.

Pozytywny związek między realizacją i własnej koncepcji naukowej stwierdzono we wszystkich krajach realizujących powyżej średniej OECD.

Związek przyszłości zawodowej i jej możliwych powiązań z naukami przyrodniczymi

Jak pokazano w tabeli 4, przeciętny wskaźnik dla Polski na tej skali był wyższy od średniej OECD, i wyższy od średnich dla Australii, Finlandii, Korei, Japonii i Holandii.

Tabela 4. Odsetek uczniów zgadzających się ze stwierdzeniami na temat przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych

Stwierdzenia w sprawie przyszłościowej motywacji do uczenia się nauk przyrodniczych	Odsetek uczniów zgadzających się (%)	
	Polska	OECD
Chciałabym/chciałbym pracować w zawodzie związanym z naukami przyrodniczymi	35	37
Chciałabym/chciałbym studiować nauki przyrodnicze lub pokrewne dyscypliny po skończeniu szkoły średniej	33	31
Chciałabym/chciałbym spędzić życie na zgłębianiu zagadnień z zakresu nauk przyrodniczych	27	21
Jako osoba dorosła chciałabym/chciałbym uczestniczyć w badaniach z zakresu nauk przyrodniczych	34	27

Uwaga: opcje odpowiedzi dla każdego pytania są: zdecydowanie się zgadzam, zgadzam się, nie zgadzam się i nie zgadzam się. Proporcje przedstawione w tabeli łączą tych, którzy zgodzili się i tych, którzy zdecydowanie zgodzili. Opracowanie: PISA.

Niektóre kraje spoza OECD (Tajlandia 71%, Indonezja 73%, Jordania 78%, Kirgistan 78%, i Tunezji 83%) miały więcej niż dwie trzecie uczniów zorientowanych na pracę w charakterze kariery naukowej.

Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą

Zainteresowanie uczniów naukami przyrodniczymi (także fizyką) może być mierzone stopniem, w jakim uczniowie są zaangażowani w działania związane z nauką w czasie wolnym.

Niewielka część uczniów z badań PISA 2006 angażuje się w działania związane z uczeniem się przedmiotów przyrodniczych poza obowiązkowymi lekcjami, tj.:

- 21% uczniów regularnie ogląda programy telewizyjne o nauce,
- 20% uczniów regularnie czyta czasopisma naukowe lub czyta artykuły naukowe w gazetach,

- 13% uczniów regularnie odwiedza strony internetowe na temat nauki,
- 8% uczniów regularnie pożycza książki o nauce,
- 7% uczniów regularnie słucha audycji radiowych z zakresu nauki,
- 4% uczniów regularnie uczestniczy w zajęciach kółek naukowych.

Prawie o połowę więcej polskich uczniów w porównaniu ze średnią OECD regularnie uczestniczy w działaniach pozaszkolnych dotyczących zdobywania wiedzy naukowej:

- 47% uczniów regularnie ogląda programy telewizyjnych o nauce,
- 31% uczniów regularnie czyta czasopisma naukowe lub czyta artykuły naukowe w gazetach,
- 20% uczniów regularnie odwiedza strony internetowe na temat nauki,
- 14% uczniów regularnie pożycza książki o nauce,
- 16% uczniów regularnie słucha audycji radiowych z zakresu nauki,
- 11% uczniów regularnie uczestniczy w zajęciach kółek naukowych.

Tabela 5. Zainteresowanie naukami przyrodniczymi poza szkołą

Aktywność „naukowa” uczniów poza szkołą	Odsetek aktywności uczniów (%)			Średnia	
	regularnie lub bardzo często	czasami	prawie nigdy	PISA 2006	
	OECD	OECD	OECD	Polska	OECD
Ogląda w telewizji programy i filmy naukowe	21	53	26	47	21
Pożycza lub kupuje książki o odkryciach naukowych	8	32	59	14	8
Przegląda strony internetowe poświęcone tematом przyrodniczym	13	36	50	20	13
Słucha programów radiowych o odkryciach w naukach przyrodniczych	7	25	68	16	7
Czyta czasopisma naukowe albo artykuły w gazetach lub Internecie poświęcone tematом przyrodniczym	20	40	40	31	20
Chodzi na kółko przyrodnicze	4	9	86	11	4

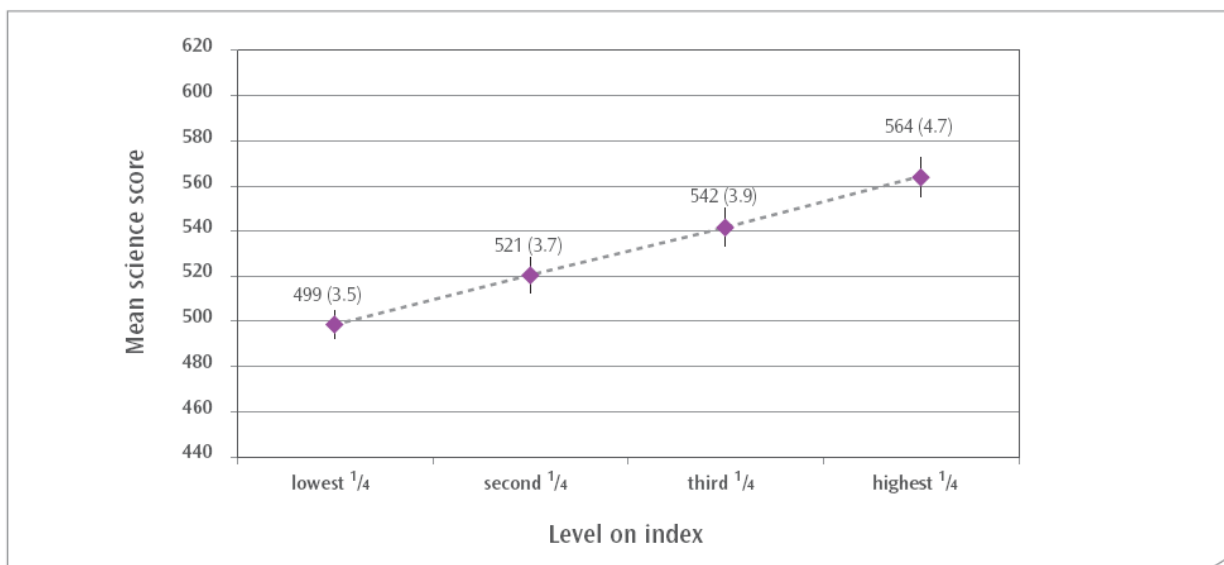
Opracowanie: PISA.

Proporcje Polski nie różnią się od Finlandii, Australii i Wielkiej Brytanii.

Wskaźnik „aktywności naukowej uczniów poza szkołą” został skonstruowany na podstawie odpowiedzi uczniów na sześć kolejnych stwierdzeń.

Wskaźnik aktywności dotyczący zaangażowania w naukę poza szkołą okazał się mieć pozytywny związek z wynikami osiągniętymi przez polskich uczniów, jak pokazano na wykresie 3.

Oznacza to, że uczniowie z większą regularnością zaangażowani w działania związane z nauką w czasie wolnym poza szkołą mieli znacznie lepsze wyniki niż ci, którzy byli mniej skłonni do angażowania się w te działania.



Uwaga: wskaźnik „aktywności naukowej uczniów poza szkołą” łączy w sobie odpowiedzi dla sześciu działań przedstawionych w tabeli 5. Uczniowie w najniższej $\frac{1}{4}$ indeksu nie angażują się w działania, byli mniej skłonni do zaangażowania niż ich koledzy z wyższych grup. Odchylenia standardowe podano w nawiasach. Opracowanie: PISA.

Wykres 3. Średni wynik z testu uczniów w każdym kwartale dla wskaźnika aktywności związanej z nauką poza szkołą