

Urszula Augustyńska

Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

Metoda eksperymentu w szacowaniu efektów projektu edukacyjnego

Wstęp

Wykorzystanie metody eksperymentu w badaniu zjawisk z obszaru edukacji odbywało się na zasadzie swoistego wahadła: od zaprzeczania użyteczności tej metody w poznawaniu złożonej rzeczywistości społecznej do fascynacji siłą wyjaśniania tkwiącą w jej podstawach. Główną osią dyskusji nad zasadnością stosowania metody eksperymentu w badaniach edukacyjnych były argumenty związane z ograniczeniami, jakie ten obszar badań stawia metodzie eksperymentu, osłabiając jego moc wyjaśniającą. Ograniczenia te to głównie: duża liczba, złożoność i dynamika czynników towarzyszących badanej zależności, trudności z zapewnieniem warunku powtarzalności, trudności z zapewnieniem izolacji sytuacji eksperymentalnej, kwestie uogólniania wyniku badania, kwestie etyczne. Jednak eksperyment naturalny, zwany także eksperymentem w terenie, zawsze miał swoje miejsce w praktyce pedagogicznej. Eksperyment naturalny jest analizą zjawiska wywołanego i kontrolowanego, ale w warunkach naturalnych, m.in. w warunkach działalności ludzkiej uprawianej z innych względów niż tworzenie lub weryfikowanie teorii naukowej. Tak więc metoda eksperymentu broni się w obszarze badań praktycznych obszaru edukacji, badań, których celem ogólnym jest dostarczenie impulsu do rozwoju jakiejś dziedziny praktycznego działania, zaadresowane do konkretnego odbiorcy (K. Konarzewski, 2000). Obszarem praktyki edukacyjnej, w której eksperyment jawi się sam, niejako z definicji, jest obszar nowatorstwa pedagogicznego.

Nowatorstwo pedagogiczne jako obszar badań praktycznych

Za E. Smak przyjmuję, że

[...] nowatorstwo pedagogiczne to działanie polegające na wdrażaniu i upowszechnianiu określonych innowacji w praktyce pedagogicznej, łącznie z szacowaniem wyników tych działań (1997, s. 63).

Natomiast

[...] innowacją pedagogiczną jest twórcze rozwiązanie praktyczno-pedagogiczne polegające na świadomym wprowadzeniu do zastanego wycinka rzeczywistości pedagogicznej *novum*, które warunkuje uzyskanie lepszych wyników w relacji do dotychczasowych sposobów, środków, form i nakładu sił (E. Smak, 1997, s. 61).

Przedmiotem innowacji mogą być: treści, metody nauczania, organizacja procesu dydaktyczno-wychowawczego (D. Rusakowska, 1998). Innowacja pedagogiczna może być zaprezentowana zarówno w opracowanym programie zmian, jak i w konkretnym działaniu. Innowacja zawarta w konkretnym działaniu to innowacyjny projekt dydaktyczny.

Powstawało i powstaje wiele ciekawych projektów dydaktycznych tworzonych przez nauczycieli. Pojawiły się też wzorce prezentacji takich projektów. Przedstawiają one, jakie elementy ma zawierać opis projektu, co wprowadza pewien standard publikowania treści projektu. Upowszechnianie nauczycielskich innowacyjnych projektów dydaktycznych następuje głównie przez wydawnictwa metodyczne i Internet. Najczęściej jednak w tych doniesieniach brakuje opisu, jak projekt był realizowany i jakie przyniósł efekty. Niektóre z projektów zawierają moduł ewaluacji, trudno jednak dotrzeć do jej wyników. Przedstawione w kolejnej części artykułu uwagi metodologiczne odnoszą do szacowania metodą eksperymentu efektów projektu edukacyjnego.

Celem ogólnym projektu edukacyjnego jest uzyskanie lepszych wyników edukacyjnych w relacji do dotychczasowych sposobów, środków, form i nakładu sił. Tak więc efekt powinien być szacowany w obszarach:

- wzrostu kompetencji ucznia,
- nakładu pracy i środków.

Kompetencje są zbiorem wiedzy, umiejętności, postaw niezbędnej dla skutecznej realizacji przyjętych zadań, zatem wzrost kompetencji przejawiać się będzie wzrostem wiedzy i umiejętności oraz kształtowaniem odpowiednich postaw. Te komponenty można mierzyć po uprzednim ich zoperacjonalizowaniu. Pomiarowi poddaje się również efekt w postaci zmniejszenia nakładu pracy i środków.

Szacowanie efektów projektu edukacyjnego – uwagi metodologiczne

Odpowiednim schematem badawczym w szacowaniu efektów projektu edukacyjnego jest schemat eksperymentu naturalnego.

Dobór próby

W kwestii doboru próby w badaniach eksperymentalnych prezentowane są różne stanowiska. Badanie eksperymentalne to badanie populacji hipotetycznej, nieskończonej. Populacją statystyczną w pedagogicznych czy psychologicznych eksperymentach nie są ludzie, lecz **reakcje na czynnik eksperymentalny**, czyli realizacje teoretycznej zmiennej. To możliwość powtórzenia eksperymentu decyduje o tym, że badana zmienna jest zmienną losową. Reakcja na czynnik eksperymentalny zdefiniowana jest w hipotezie (stąd populacja hipotetyczna). Nie ma zatem związku między sposobem doboru osób do badań a założeniami leżącymi u podstaw stosowania metod wnioskowania statystycznego.

W eksperymencie laboratoryjnym warunki badania są ustalone, a reakcje osób traktuje się jako od tych warunków niezależne. Inaczej jest w eksperymencie naturalnym. Reakcje osób są reakcjami w tych konkretnych warunkach, w których eksperyment przebiega. Dlatego też przy określaniu trafności zewnętrznej eksperymentu naturalnego należy brać pod uwagę zarówno osoby, jak i warunki przebiegu eksperymentu. Osoby i warunki w grupie eksperymentalnej reprezentują populację, na którą badacz ma prawo uogólnić wynik eksperymentu. Kolejność jest więc taka: badacz definiuje populację, a następnie dobiera próbę, która tę populację reprezentuje. Otrzymaniu próby reprezentatywnej sprzyja losowy lub celowy dobór elementów populacji. Losowanie nie gwarantuje reprezentatywności próby, ale czyni ją wysoce prawdopodobną. Dobór celowy wymaga znajomości przez badacza struktury populacji względem cech ważnych z punktu widzenia celu badań i możliwych interakcji ze zmienną zależną. Ponieważ próba ma być reprezentatywna nie w ogóle, lecz pod wspomnianymi wyżej względami, dobór celowy w badaniu eksperymentalnym sprzyja w porównywalnym stopniu otrzymaniu próby reprezentatywnej jak dobór losowy.

Losowy przydział osób do poziomów czynnika eksperymentalnego ma znaczenie dla trafności wewnętrznej eksperymentu, jest sposobem kontrolowania zmiennych ubocznych. O ile jednak sposób ten nie nastęrcza wielu trudności w eksperymencie laboratoryjnym, o tyle w eksperymencie naturalnym, gdzie mamy do podziału kombinacje osób i warunków, jest mało praktyczny, zwłaszcza gdy plan eksperymentu wymaga utworzenia więcej

niż dwu grup porównawczych. Jeżeli randomizacja II stopnia nie jest z jakich względów możliwa, w analizie wyników eksperymentu prowadzonego w planie jedno- lub wieloczynnikowej analizy wariancji uwzględniamy model efektów stałych.

Plany eksperymentalne

Przedstawię teraz propozycje planów eksperymentu, które mogą być wykorzystane w badaniu weryfikującym wpływ konkretnego projektu edukacyjnego na osiąganie celów przez ten projekt przyjmowanych, związane z nimi metody szacowania oraz uwagi dotyczące trafności wewnętrznej i zewnętrznej poszczególnych planów.

Dwa pierwsze plany dotyczą eksperymentu, który nie spełnia wszystkich wymogów stawianych tej metodzie badania, a który S. Palka (1999, s. 56) proponuje nazywać „próbą eksperymentalną”.

Próba eksperymentalna – podejście jakościowe

I a: plan jednej grupy z pomiarem końcowym

Grupa	Pomiar początkowy	Poziomy czynnik eksperymentalnego	Pomiar końcowy (jakościowy)
Grupa E (eksperymentalna)	nie	jeden	tak

Szacowanie efektu: dziennik terenowy (opis zmian, jakie zaszły, dotyczy indywidualnych uczniów oraz zespołu).

Trafność wewnętrzna: przy założeniu dobrej znajomości początkowych warunków może być zadowalająca.

Trafność zewnętrzna: nie dotyczy.

Próba eksperymentalna – podejście ilościowe

I b: plan jednej grupy z pomiarem początkowym i końcowym zmiennej zależnej

Grupa	Pomiar początkowy zmiennej zależnej	Poziomy czynnik eksperymentalnego	Pomiar końcowy zmiennej zależnej
Grupa E	tak	jeden	tak

Szacowanie efektu: różnica między pomiarem początkowym a końcowym zmiennej zależnej; istotność statystyczna różnicy – w zależności od poziomu pomiaru zmiennej zależnej: test McNemary, test Wilcoxona, test t dla prób zależnych.

Trafność wewnętrzna: niska ze względu na brak kontroli zmiennych ubocznych.

Trafność zewnętrzna: zależna od sposobu doboru próby osób i warunków z wcześniej zdefiniowanej populacji.

Uwaga: różnica statystycznie istotna między pomiarem początkowym a końcowym świadczy o tym, że zmiana nie jest przypadkowa, ale nie daje podstaw do stwierdzenia, iż jej przyczyną jest czynnik eksperymentalny.

Eksperyment klasyczny

II a: plan dwugrupowy z pomiarem końcowym w grupie eksperymentalnej i kontrolnej

Grupa	Pomiar początkowy zmiennej zależnej	Poziomy czynnika eksperymentalnego	Pomiar końcowy zmiennej zależnej
Grupa E	nie	dwa	tak
Grupa K (kontrolna)	nie		tak

Trafność wewnętrzna: zadowalająca przy przy losowym przydziale osób i warunków do poziomów czynnika eksperymentalnego lub przy zastosowaniu innego sposobu kontroli zmiennych ubocznych.

Trafność zewnętrzna: przy uogólnianiu wyniku na populację klas szkolnych (uczniów i warunków) reprezentowanych przez grupę eksperymentalną zadowalająca (sprzyja temu brak pomiaru początkowego zmiennej zależnej).

Szacowanie efektu: różnica między pomiarem końcowym zmiennej zależnej w grupie E i K, istotność statystyczna różnicy – w zależności od poziomu pomiaru zmiennej zależnej: test chi-kwadrat, test Wilcoxon, test t dla prób niezależnych.

Uwaga: różnica statystycznie istotna między pomiarem końcowym w grupie eksperymentalnej a pomiarem końcowym w grupie kontrolnej świadczy o tym, że zmiana nie jest przypadkowa, ale nie daje podstaw do stwierdzenia, iż jej przyczyną jest czynnik eksperymentalny.

II b: plan dwugrupowy z pomiarem początkowym i końcowym zmiennej zależnej

Grupa	Pomiar początkowy zmiennej zależnej	Poziomy czynnika eksperymentalnego	Pomiar końcowy zmiennej zależnej
Grupa E	tak	dwa	tak
Grupa K	tak		tak

Trafność wewnętrzna: wyższa niż w odmianie II a planu (kontrola zmiennej zależnej w pomiarze początkowym).

Trafność zewnętrzna: przy uogólnianiu wyniku na populację klas szkolnych (uczniów i warunków) reprezentowanych przez grupę eksperymentalną zakłócona ze względu na pomiar początkowy zmiennej zależnej.

Szacowanie efektu: różnica między pomiarem początkowym a końcowym zmiennej zależnej w grupie eksperymentalnej i w grupie kontrolnej,

różnica między pomiarem końcowym w grupie eksperymentalnej i kontrolnej; istotność statystyczna różnicy – w zależności od poziomu pomiaru zmiennej zależnej: test chi-kwadrat, test McNemary, test Wilcoxona, test t dla prób zależnych.

Uwaga: różnica statystycznie istotna między pomiarem początkowym a pomiarem końcowym w grupie E i brak statystycznie istotnej różnicy między pomiarem początkowym a końcowym w grupie K sprzyja tezie o wpływie czynnika eksperymentalnego na zmienną zależną, ale podstawą wniosku jest kanon jedynej różnicy.

III odmiana: plan wielogrupowy z pomiarem końcowym zmiennej zależnej (plan jednoczynnikowej ANOVA)

Grupa	Pomiar początkowy zmiennej zależnej	Poziomy czynnika eksperymentalnego	Pomiar końcowy zmiennej zależnej
Grupa E1	nie	więcej niż dwa	tak
Grupa E2	nie		tak
.....	nie		tak
Grupa K	nie		tak

Trafność wewnętrzna: jak w odmianie II a planu.

Trafność zewnętrzna: jak w odmianie II a planu.

Szacowanie efektu: różnica między pomiarami końcowymi zmiennej zależnej w porównywanych grupach, istotność statystyczna różnicy – test F analizy wariancji (przy spełnieniu założeń co do jej stosowalności).

IV odmiana: plan czterogrupowy z pomiarem końcowym zmiennej zależnej (plan dwuczynnikowej ANOVA)

Grupa	Pomiar początkowy zmiennej zależnej	Poziomy czynnika eksperymentalnego	Pomiar końcowy zmiennej zależnej
Grupa E1	nie	czynnik 1 dwa	tak
Grupa K1	nie		tak
Grupa E2	nie	czynnik 2 dwa	tak
Grupa K2	nie		tak

Trafność wewnętrzna: jak w odmianie II a planu.

Trafność zewnętrzna: jak w odmianie II a planu.

Szacowanie efektu: różnice między pomiarem końcowym zmiennej zależnej, **efekt główny** dla każdego czynnika i **efekt interakcji** między czynnikami: istotność statystyczna różnicy – test F analizy wariancji.

W kolejnej części przedstawiam opis i wyniki eksperymentalnego szacowania efektów projektu dydaktycznego w schemacie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA.

Dwuczynnikowa analiza wariancji w szacowaniu efektów projektu dydaktycznego. Przykład

Przykład ma charakter ilustracyjny i dotyczy szacowania efektów zajęć prowadzonych z wykorzystaniem metody projektu dydaktycznego, który to sposób prowadzenia zajęć potraktowano jako innowację pedagogiczną.

Szacowanie efektu zajęć prowadzonych z wykorzystaniem metody projektu dydaktycznego przeprowadziłam w zakresie zmian kompetencji studenta zdefiniowanej jako **wiedza na temat projektowania i opracowywania wyników badania naukowego**. Kompetencja ta stanowiła zmienną zależną w planie eksperymentu. W planie uwzględniłam dwie zmienne niezależne (dwa czynniki): czynnik 1 – projekt: zajęcia z lub bez wykorzystania metody projektu dydaktycznego; czynnik 2 – godzinny wymiar kursu: 30 lub 18 godzin.

Celem badania była ocena efektów głównych obu czynników oraz ich interakcji. W tym celu przeprowadziłam eksperyment w planie dwuczynnikowej analizy wariancji. Ponieważ każdy z czynników określony został na dwu poziomach, w planie eksperymentu występują cztery grupy porównawcze.

W eksperymencie testowano następujące hipotezy zerowe:

- 1) wiedza studentów pracujących metodą projektu dydaktycznego jest taka sama jak studentów niepracujących metodą projektu dydaktycznego (efekt główny czynnika 1);
- 2) wiedza studentów uczestniczących w kursie 30-godzinny jest taka sama jak studentów uczestniczących w kursie 18-godzinny (efekt główny czynnika 2);
- 3) nie występuje interakcja czynnika 1 i czynnika 2 (efekt interakcji).

Hipotezy robocze badania to hipotezy alternatywne względem zerowych.

Średnie i odchylenia standardowe zmiennej zależnej: wiedza na temat projektowania oraz opracowywania wyników badania naukowego, przedstawione są w tabeli 1.

W zakresie czynnika 1 nie obserwujemy różnic w średnim poziomie wiedzy studentów. Niezależnie od tego, czy studenci pracowali metodą projektu czy nie, uzyskali podobny średni wynik w sprawdzianie wiedzy dotyczącej projektowania i opracowywania wyników badania naukowego. Niewielką różnicę widać w zakresie czynnika 2. Studenci kursu 30-godzinnego uzyskali nieco wyższy średni wynik niż studenci kursu 18-godzinnego. Większe różnice obserwujemy w zakresie interakcji obu czynników. Studenci kursu 18-godzinnego realizujący projekt uzyskali niższy średni wynik niż studenci tego samego kursu nierealizujący projektu. Natomiast studenci

kursu 30-godzinnego realizujący projekt uzyskali podobnie wysoki średni wynik jak studenci kursu 18-godzinnego nierealizujący projektu.

Tabela 1. Wyniki sprawdzianu wiedzy w poszczególnych grupach – średnie i odchylenia standardowe

Grupa		N	Średnia	Odchylenie standardowe
Ogółem		102	8,03	2,2856
Czynnik 1	projekt TAK	67	8,02	2,2180
	projekt NIE	35	8,06	2,4427
Czynnik 2	kurs 30-godzinny	49	8,15	2,4285
	kurs 18-godzinny	53	7,92	2,1626
Interakcja czynnika 1 i czynnika 2	projekt TAK i kurs 30 h	32	8,48	2,1756
	projekt TAK i kurs 18-godzinny	35	7,60	2,2022
	projekt NIE i kurs 30-godzinny	17	7,52	2,8088
	projekt NIE i kurs 18-godzinny	18	8,56	1,9918

Źródło: opracowanie własne.

Istotność różnic dla obu efektów głównych (projekt oraz kurs) oraz interakcji (projekt * kurs) sprawdzono testem dwuczynnikowej analizy wariancji.

Tabela 2. Wyniki dwuczynnikowej ANOVA

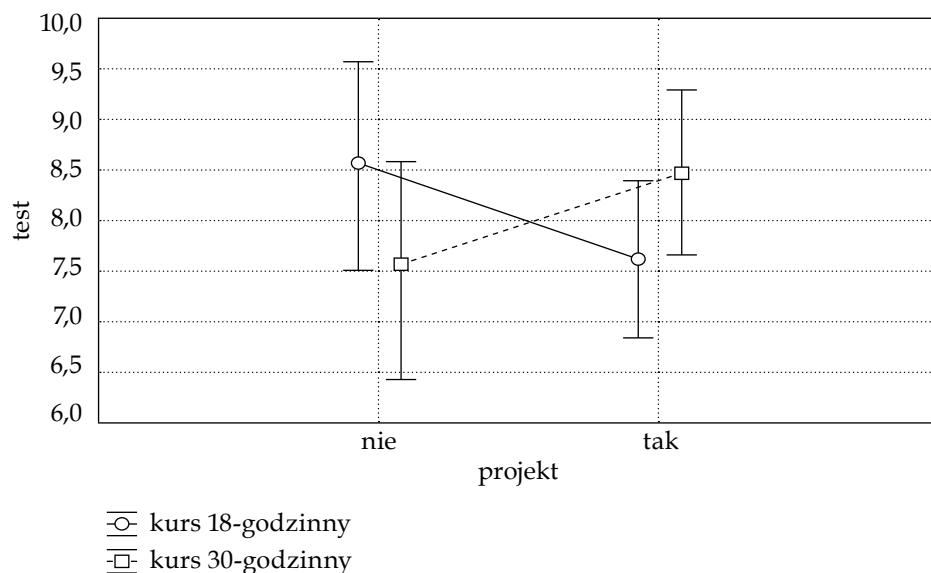
	SS	df	MS	F	p
Projekt	0,001	1	0,001	0,001	n.i.
Kurs	0,115	1	0,115	0,022	n.i.
Projekt * kurs	20,953	1	20,953	4,064	*

Źródło: opracowanie własne.

Brak statystycznie istotnej różnicy w zakresie czynnika 1 i czynnika 2 oznacza brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej 1 i hipotezy zerowej 2. Wynik ten prowadzi do wniosku, że na podstawie przeprowadzonego badania nie możemy stwierdzić, iż stosowanie metody projektu czy też długość samego kursu osobno biorąc wpływa na stan wiedzy studentów.

Statystycznie istotna okazuje się interakcja projekt * kurs ($F = 4,064$; $p < 0,05$). Daje to podstawę do odrzucenia 3 hipotezy zerowej i przyjęcia hipotezy alternatywnej o występowaniu interakcji między czynnikiem „projekt” i czynnikiem „godzinny wymiar kursu”. Wpływ interakcji przedstawiony jest na wykresie 1.

Wykres 1. Różnice średnich wyników w grupach



Projekt * kurs; oczekiwane średnie brzegowe
Bieżący efekt: $F(1,98) = 4,0636$, $p = 0,4655$
Dekompozycja efektywnych hipotez
Pionowe słupki oznaczają 0,95 przedziały ufności

Źródło: opracowanie własne.

Wyższy wynik średni obserwujemy w grupie studentów kursu 30-godzinnego pracujących metodą projektu oraz w grupie studentów kursu 18-godzinnego, którzy nie pracowali metodą projektu. Oznacza to, że metoda projektu sprawdza się wówczas, gdy studenci mają więcej godzin zajęć kursowych, i nie sprawdza się tam, gdzie studenci zajęć kursowych mają mniej. W czasie kursu 30-godzinnego wykładowca więcej czasu może przeznaczyć na omówienie prac związanych z przygotowaniem przez studentów projektu dydaktycznego i omówienie wyników tego projektu. Tylko wówczas zastosowanie metody projektu przynosi efekt w postaci wzrostu wiedzy. Jeśli natomiast kurs zajęć jest krótszy, lepsze wyniki uzyskują studenci pracujący bez wykorzystania metody projektu.

Zaprezentowany przykład ma jedynie charakter ilustrujący zastosowanie planu eksperymentu umożliwiającego szacowanie interakcji między zmiennymi, które mają wpływ na efekt w prowadzonych innowacji dydaktycznych. Dyskusja wyniku tego badania zostanie zatem pominięta.

Zakończenie

Praktyka pedagogiczna jest dziedziną, w której zawsze będą pojawiać się pytania o nowe możliwości oddziaływań edukacyjnych wspomagających i usprawniających proces kształcenia. Pedagog będzie poszukiwał odpowiedzi na te pytania przez próby znalezienia czynników powodujących korzystne zmiany w procesach dydaktyczno-wychowawczych. Warto podejmować te poszukiwania na drodze eksperymentalnej mimo braku możliwości spełnienia wszystkich rygorów procedury eksperymentu; wszak nie o wykrycie ogólnych praw tu chodzi, lecz przekształcanie, ulepszanie aktualnej rzeczywistości pedagogicznej. Innowatyka pedagogiczna wspiera się na założeniach eksperymentalnych, a przy szacowaniu efektów innowacyjnych projektów edukacyjnych warto sięgać po bardziej rozbudowane plany niż eksperyment klasyczny.

Bibliografia

- Konarzewski, K. (2000). *Jak uprawiać badania oświatowe. Metodologia praktyczna*. Warszawa.
- Palka, S. (1999). *Pedagogika w stanie tworzenia*. Kraków.
- Rusakowska, D. (1988). Metodologiczne problemy badania innowacji pedagogicznych. W: R. Schulz (red.). *Innowatyka pedagogiczna*. Warszawa.
- Smak, E. (1997). *Z zagadnień innowatyki pedagogicznej*. Opole.
- Smak, E. (2004). Wprowadzenie do zagadnień pojęcia „innowacji” i „nowatorstwa pedagogicznego” – próba syntezy. *Modelowe Nauczanie. Opolski Przegląd Edukacyjny*, 5.

Streszczenie

Praktyka pedagogiczna jest dziedziną, w której zawsze będą pojawiać się pytania o nowe możliwości oddziaływań edukacyjnych. Innowatyka pedagogiczna wspiera się na założeniach eksperymentalnych, a przy szacowaniu efektów innowacyjnych projektów edukacyjnych warto sięgać po bardziej rozbudowane

plany niż klasyczny eksperyment. W artykule przedstawiono uwagi metodologiczne związane z wykorzystaniem metody eksperymentu w praktyce pedagogicznej oraz przykład szacowania efektu projektu dydaktycznego w planie dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA, umożliwiającej badanie wpływu interakcji czynników na szacowaną zmienną.

Summary

Pedagogy practice is a domain where always will emerge questions concerning new possibilities of educational influence. Innovations in pedagogy are built on experimental assumptions usually derived from classical experiment. This paper develops more advanced methodology of didactic project evaluation. It proposes model of two-way ANOVA (analysis of variance) which allows studying impact of factors interactions on estimated variable.