

Maria Piotrowicz

Poznawanie przyrody na drodze eksperymentu

I. Eksperyment w szkolnym procesie poznawania przyrody

Biorąc pod uwagę – jako kryterium – zaangażowanie uczniów w poznawanie przyrody oraz możliwość stosowania eksperymentu w procesie szkolnym możemy wyróżnić cztery typy eksperymentu:

1. Eksperyment wykonany przez nauczyciela jako pokaz to zilustrowanie podanych przez niego informacji (tzw. eksperyment ilustracyjny). Może zawierać wszystkie etapy prawidłowo przeprowadzonego eksperymentu lub ograniczyć się do wybranych, np. do pokazania wpływu określonych związków chemicznych na wzrost roślin. Nauczyciel może przedstawić problem, hipotezę, sposoby przeprowadzenia doświadczenia – a pokazać wyłącznie wyniki doświadczeń, np. rośliny wyhodowane na różnym składzie pożywki czy gleby. Ten typ eksperymentu ma uzasadnienie, gdy przeprowadzenie doświadczenia wymaga dłuższego okresu. Jest to jednak eksperyment włączony w podający tok nauczania, pomagający nauczycielowi barwniej i ciekawiej przekazać treść, uczniom zaś lepiej i łatwiej przyswoić przekazywaną wiedzę. Jak podkreśla M. Sawicki (1981) ważne jest, by uczeń znał i rozumiał cel pokazu.

2. Eksperyment wykonywany przez uczniów dla zdobycia wiedzy (tzw. eksperyment poznawczy) w naszej praktyce szkolnej najczęściej wykonywany jest wg instrukcji słownej lub pisemnej bez współudziału uczniów w formułowaniu problemów i hipotez. Uczniowie są sprawcami określonych zjawisk czy procesów. Cieszą się wykonywaniem pracy. Jest w tym coś z poszukiwania niewiadomych dla siebie rezultatów. Nauczyciel nadzoruje poprawność wykonywania dokumentacji, przebieg eksperymentu, przedstawienie wyników, dokonanie porównań, wyciąganie poprawnych wniosków.

3. Samodzielne odkrywanie przez uczniów rzeczywistości przyrodniczej przez postawienie problemu, sprecyzowanie hipotez i szukanie potwierdzenia lub zaprzeczenia ich – to eksperyment weryfikacyjny. Uczniowie sami z pomocą nauczyciela formułują problem (czego chcieliby się dowiedzieć?); precyzują hipotezy (przypuszczenia), które chcą sprawdzić; planują, w jaki sposób zrobić, dobierając sprzęt,

dokumentację, wykonują poszczególne etapy prawidłowo zaplanowanego doświadczenia. Przedstawiają wyniki, wyciągają wnioski. Faktycznie stosują metody naukowego poznawania przyrody.

W tym przypadku stopień ingerencji nauczyciela może być różny. Nauczyciel winien obserwować ucznia, korygować go, służyć radą, ale nigdy nie wyręczać, nie rozkazywać, nie polecać, nie wytyczać drogi.

Dzięki eksperymentowi weryfikacyjnemu uczeń poznaje nieznaną rzeczywistość przyrodniczą, a równocześnie kształtuje w sobie postawę badawczą (Oria 1966, Sawicki 1981, Stawiński 1985, Lerner 1977, Czesek 1971, Piotrowicz 1981).

Do tego typu eksperymentu zaliczamy również eksperyment modelowy. Stosowany jest on często w chemii i fizyce. Można go także użyć w biologii, gdy chcemy teoretycznie rozwiązać dany problem. W tym celu wykorzystujemy np. komputer.

W trakcie eksperymentu poznawczego i weryfikacyjnego mamy do czynienia z odkrywaniem przez ucznia wiedzy ogólnie znanej, lecz nowej dla ucznia.

4. Możliwe jest również w procesie szkolnym powierzenie uczniowi roli prawdziwego odkrywcy nowej prawdy, a nie powtórzenia znanej już drogi poznawania (Astolfi, Develay 1989, Galton, Eglaston 1979). W takiej sytuacji znajdują się często uczestnicy Olimpiad Biologicznych.

Dydaktycy angielscy proponują uczniom modyfikację badań naukowych już przeprowadzonych lub sprawdzenie znanych wyników na innym materiale (*Nuffield Biology* 1975, *Life Study* 1981). Badania prowadzone przez Instytut Państwowy Badań Pedagogicznych w Paryżu (Institut National de Recherche Pedagogique – INRP) wskazują jeszcze na inny sposób wprowadzenia eksperymentu w pracę szkoły, a mianowicie pójście za myślami, propozycjami, zaciekawieniem uczniów. Dotyczy to uczniów w wieku 10–12 lat i odnosi się do pracy indywidualnej oraz grupowej. W tym przypadku nauczyciel ma udzielić pomocy uczniowi w sprecyzowaniu tego, czego chciałby się dowiedzieć, wywołać zaciekawienie przez postawienie pytania (problemu), oraz sprecyzować przypuszczenia (hiptezy), a następnie szukać sposobu sprawdzenia tego, co sam uczeń przypuszcza, np. uczeń pyta się dlaczego przy gotowaniu skorupka jajka pęka?, co można zrobić, by nie pękała? i szuka odpowiedzi (Goffart-Maisier 1981). G. Gohau uważa, że pytania z podręcznika zabijają ciekawość. Gdy chcemy, by uczeń odkrywał, trzeba go postawić w sytuacji poszukiwania prawdy, pozwolić mu działać, iść za tokiem jego myśli, budzić impuls do stawiania pytań.

Rozwój poglądów na temat wykorzystania eksperymentów w nauczaniu biologii na przełomie XIX i XX wieku oraz w pierwszej połowie XX wieku przedstawił W. Stawiński (1978).

W pracach L. Bandury (1962), C. Kupisiewicza (1982), W. Okonia (1967), J. Pietera (1970), W. Zaczyńskiego (1968) i J. Zaborowskiego (1966) współczesnych polskich pedagogów i dydaktyków znajdujemy uwagi podkreślające wagę zaznajamiania uczniów z podstawami badań naukowych. W tym wpływ poprawnie prowadzonych eksperymentów na lepsze opanowanie przez uczniów treści, rozwijanie

umiejętności intelektualnych i manualnych, doskonalenie wyższych operacji myślowych, jak: wnioskowanie, uogólnianie, abstrahowanie, wdrażanie do ścisłego myślenia, rozumowania, ostrożnego wyciągania wniosków, posługiwania się aparaturą, przyrządami laboratoryjnymi, umiejętność dokonywania rejestracji. Spośród dydaktyków nauk przyrodniczych problemy te poruszają: L. Palka (1982), M. Piotrowicz (1985), M. Sawicki (1981), J. Soczewka (1975), W. Stawiński (1978a,b; 1981, 1985, 1986). Przy zastosowaniu testów umiejętności (Długowiejska, Zębalska 1985) oraz obserwacji pracy uczniów (Host 1985) można dokonać oceny umiejętności związanych z prowadzeniem eksperymentów.

Doświadczenia wyniesione z pracy autorki w szkole ogólnokształcącej, w wyższej uczelni kształcącej nauczycieli, z hospitacji lekcji dokonywanej w Polsce, byłej NRD i Czechosłowacji oraz krajach Europy zachodniej: Francji (Piotrowicz 1981), Szwajcarii, Belgii, Anglii ukazały niedoceniając w naszym kraju metody eksperymentalnej w procesie uczenia się biologii. Jest ona eksponowana dopiero przez olimpijczyków.

Badania prowadzone w Zakładzie Dydaktyki Biologii w Uniwersytecie Louvain-la Neuve/Bonboir – C. De Bueger-Vander Borgh –1978; P. Duvivier, C. De Bueger-Vander Borgh 1981 a i b, C. De Bueger-Vander Borgh i inni 1978, w Namur – F. Isenborgh, D. Rousselet 1985, 1986; D. Rousselet 1982 oraz przez INRP w Paryżu „Aster” nr 1–7 – 1985–1989 ukazały możliwość o wiele częstszego oraz bardziej zgodnego z założeniami psychologii i metodologii nauk przyrodniczych stosowania eksperymentu już na dość niskim poziomie edukacji (8–12 lat), zgodnego z możliwościami psychicznymi uczniów.

W tych badaniach zwraca się uwagę na wyjściową wiedzę ucznia i dzięki niej dalsze wzbogacanie oraz włączanie do niej nowych informacji (Astolfi, Develay 1989). Takie podejście widoczne jest również w badaniach prowadzonych w Polsce (np. Krajewski 1980, 1982, Palka 1982). Ta poszukująca postawa ucznia winna występować we wszystkich drogach poznawania przyrody (Sanders, Dickinson 1979).

Typ prac badawczych prowadzonych w INRP w Paryżu jest ściśle złączony z warsztatem szkolnym. Znajduje to odzwierciedlenie w podręcznikach pisanych przez nauczycieli współpracujących z tym ośrodkiem: J.P. Astolfi i inni 1977 a i b; J. Bergeron i inni 1977; M.J. Caillon i inni 1977, *Biologie 6* 1977 a i b).

Proces uczenia się biologii – poznawania przyrody przez wykonywanie eksperymentów – uwzględniają także polskie podręczniki dla ucznia kl. V (red. W. Stawiński 1987), dla nauczyciela (red. W. Stawiński 1987) oraz zestawy ćwiczeń z biologii (Palka, Piotrowicz, Stawiński 1987, Müller, Palka 1981).

Należy zaznaczyć, iż nadmiernie akcentowana w Anglii i USA była rola eksperymentów i obserwacji, dzięki którym uczniowie mieli nabywać znaczną ilość informacji (A. Pritschard 1981; *Life Study – A textbook of Biology* 1981; R. Ingle i inni 1981; *Une evolution de la methode BSCS* 1966).

II. Cel, założenia i organizacja badań

Przedstawione wyniki stanowią wycinek szerszej zakrojonych badań nad procesem uczenia się przyrody prowadzonych w Zakładzie Dydaktyki Biologii WSP w Krakowie.

Badano wpływ posługiwania się przez uczniów, w procesie uczenia się biologii, metodami poznawania przyrody stosowanymi w naukach przyrodniczych (szczególnie w botanice) na przebieg i efekty tego procesu.

Zakładano, iż posługiwanie się tymi metodami wpłynie pozytywnie na przebieg i efekty uczenia się.

Jako główną metodę badań zastosowano eksperyment pedagogiczny. Metody, techniki i narzędzia badawcze przedstawiono w tabeli 1, a dobrane do nich zmienne, wskaźniki i mierniki w tabeli 2. W roku 1977/78 przeprowadzono badania wstępne, zaś w następnych latach trzy serie badań właściwych: 1978/79 – seria A; 1979/80 – seria B, 1980/81 – seria C.

Badaniami wstępnymi objęto 4 grupy uczniów. W każdej z nich wprowadzono jako zmienną kształtowanie poznawania przyrody na innej drodze.

W ramach badań wstępnych (pilotażowych) sprawdzono i dopracowano narzędzia badawcze do badań właściwych, takie, jak: karty obserwacji uczestniczącej służące do oceny pracy nauczyciela i ucznia, hospitacji, instrukcje dla ucznia i nauczyciela oraz testy wiadomości i umiejętności (zob. tab. 1).

Badania wstępne obejmowały całoroczny proces nauczania i uczenia się w kl. VI szkoły podstawowej zgodnie z programem nauczania (1974). Program ten przewidywał zaznajomienie uczniów z przedstawicielami poszczególnych grup systematycznych, ich budową morfologiczną i anatomiczną oraz głównymi czynnościami. Ostatnie lekcje w ciągu roku poświęcone były zagadnieniom z ochrony przyrody.

Materiał rozłożono zgodnie z programem na 62 jednostki lekcyjne, z czego 53 zaplanowano w pracowni, 6 w ogrodzie szkolnym i 3 w terenie.

W badaniach wstępnych w jednej z grup, która objęła 3 klasy kontrolne i 3 eksperymentalne razem 128 uczniów (po 64 w grupie E i K) na 15 jednostkach lekcyjnych, zastosowano eksperyment jako metodę poznawania przyrody. Uwzględnił on wszystkie etapy metodologiczne lub tylko poszczególne elementy. W badaniach właściwych przeprowadzonych w trzech seriach A,B,C, a obejmujących całoroczny proces uczenia się, wprowadzono jako zmienną zapoznanie i wdrażanie uczniów do poznawania przyrody zgodnie z wymaganiami naukowymi: poprzez obserwację, eksperyment, pracę z tekstem i dyskusję. Badano uczniów 13 klas eksperymentalnych (E) i 13 kontrolnych (K). Dla wyrównania warunków przebiegu procesu dydaktycznego w kl. E i K podano rozkład materiału z tematami lekcji i sugerowanymi metodami. Liczbę lekcji objętych badaniami przedstawia tab. 3. W badaniach w kl. E położono nacisk na samodzielne poznawanie przez uczniów przyrody zgodnie z zasadami psychologii i metodologii nauk przyrodniczych. Nauczyciele kl. E zostali zapoznani z celem badań oraz metodologią prac eksperymentalnych i danymi z psychologii uczenia się.

Metody, techniki i narzędzia badawcze stosowane w toku badań

Metody	Techniki badawcze	Narzędzia badawcze
1. Sondaż diagnostyczny	1. Obserwacja pedagogiczna 2. Ankieta skierowana do ucznia 3. Ankieta skierowana do nauczycieli	1. Arkusz obserwacji uczestniczącej 2. Arkusz obserwacji nieuczestniczącej (hospitacji) 3. Arkusz ankiety skierowanej do nauczycieli
2. Monografia pedagogiczna	Analiza dokumentów: 1. Wydawnictw dla ucznia 2. Wydawnictw dla nauczyciela	Analizatory stwierdzające występowanie ukierunkowań do procesu uczenia się biologii w podręcznikach szkolnych i metodycznych
3. Eksperyment pedagogiczny polegający na wprowadzeniu zmiennej niezależnej	W celu sprawdzenia działania zmiennej niezależnej zastosowano: 1. Obserwację pedagogiczną uczestniczącą 2. Obserwację pedagogiczną nieuczestniczącą (hospitacje) 3. Testy wiadomości (nr I i nr II) 4. Testy umiejętności uczenia się na drodze: a) obserwacji biologicznej b) eksperymentu biologicznego c) pracy z tekstem biologicznym d) dyskusji	Narzędzia pozwalające stwierdzić wyniki eksperymentu: 1. Arkusz obserwacji uczestniczącej 2. Arkusz obserwacji nieuczestniczącej (hospitacji) 3. Arkusz testów wiadomości nr I i nr II 4. Arkusz testów umiejętności uczenia się na drodze: a) obserwacji biologicznej b) eksperymentu biologicznego c) pracy z tekstem biologicznym d) dyskusji
4. Metoda analizy indywidualnych przypadków	1. Obserwacja pracy ucznia w czasie lekcji 2. Obserwacja pracy ucznia w czasie wykonywania testów umiejętności	1. Arkusz obserwacji uczniów w czasie lekcji 2. Arkusz obserwacji uczniów w czasie wykonywania testów

Badania nad poznawaniem przyrody za pośrednictwem eksperymentu miały na celu:

1. Stwierdzenie, w jakim stopniu nauczyciele szkoły podstawowej (kl. VI) zapoznają uczniów i wdrażają do poprawnego, opartego na naukowych podstawach poznawania przyrody na drodze eksperymentu (hospitacje, obserwacja pedagogiczna).

2. Stwierdzenie, w jakim stopniu uczniowie szkoły podstawowej (kl. VI) posługują się w procesie uczenia się przyrody naukowymi zasadami poznawania przyrody na drodze eksperymentu (obserwacja pedagogiczna).

3. Zbadanie możliwości kształtowania u uczniów umiejętności poznawania przyrody na drodze eksperymentu w kl. VI szkoły podstawowej (eksperyment pedagogiczny).

Zmienne, wskaźniki i mierniki uwzględnione w badaniach

Zmienne niezależne	Zmienne interweniujące	Zmienne zależne	Wskaźniki	Mierniki
Kształtowanie u uczniów umiejętności obserwowania i eksperymentowania biologicznego oraz postępowania się tekstem biologicznym i pogadanką w procesie poznawania przyrody (przez zestaw ukierunkowań dla N i U)	<ol style="list-style-type: none"> Osobowość nauczyciela Przygotowanie merytoryczne i dydaktyczne nauczyciela Stan zdrowia nauczyciela Liczebność klasy Środowisko społeczne ucznia Położenie i środowisko szkoły Wyjściowy poziom wiedzy biologicznej ucznia Warunki materialne i organizacyjne pracowni konieczne do prawidłowego prowadzenia obserwacji i eksperymentów Struktura czynności nauczyciela i uczniów 	<ol style="list-style-type: none"> Prawidłowość przebiegu procesu poznania przyrody na drodze obserwacji i eksperymentu biologicznego oraz pracy z tekstem i dyskusji Efekty procesu poznawania przyrody <ol style="list-style-type: none"> zasób wiedzy nakreślony programem poprawność i precyzja w używaniu terminologii biologicznej (ściśłość wyrażania się) zdobyte umiejętności 	<p>Umiejętność poznawania przyrody na drodze obserwacji i eksperymentu biologicznego oraz pracy z tekstem i dyskusji (mierzona testami)</p> <ol style="list-style-type: none"> stopień opanowania wiadomości liczba błędów terminologicznych popełnionych przez uczniów (nauczycieli?) poziom umiejętności ucznia się na drodze obserwacji i eksperymentu biologicznego (przestrzeżenie etapów) oraz na drodze pracy z tekstem (rozumienie, wykorzystanie informacji pozatekstowych) i dyskusji (charakter pytań, uzasadnienie wypowiedzi, wykonywanie notatek) 	<ul style="list-style-type: none"> liczba punktów uzyskanych testami umiejętności punkcja z arkusza obserwacji procesu lekcyjnego punkcja z ankiet punkcja testów wiadomości (O,I,II) punkcja z arkusza obserwacji – typu hospitacji punkcja z arkusza obserwacji w czasie rozwiązywania testu umiejętności uczenia na drodze: <ul style="list-style-type: none"> obserwacji eksperymentu pracy z tekstem dyskusji punkcja testów umiejętności obserwacji eksperymentu pracy z tekstem dyskusji

Liczba lekcji objętych badaniami

Klasy	Serie	Łączna liczba lekcji objętych obserwacją	Lekcje prowadzone metodą eksperymentu objęte obserwacją	Łączna liczba lekcji objętych hospitacją	Lekcje prowadzone eksperymentalnie
E	A	822	65	58	5
	B	728	65	62	10
	C	104	26	195	44
	Razem	1654	156	315	59
K	A	793	65	53	1
	B	104	26	54	6
	C	104	26	150	16
	Razem	1001	117	257	23
Ogółem		2655	273	572	82

4. Określenie wpływu posługiwania się przez uczniów eksperymentem biologicznym, jako drogą poznawania przyrody zgodnie z naukowymi podstawami, na przebieg i efekty procesu poznawania przyrody (eksperyment pedagogiczny, test umiejętności „uczenia się na drodze eksperymentu”).

5. Opracowanie materiałów pomocniczych dla ucznia i nauczyciela (ukierunkowania dla ucznia i nauczyciela).

Przeprowadzony na końcu roku test wiadomości wykazał, iż prowadzony eksperyment w kl. E nie spowodował obniżenia poziomu wiedzy ucznia, lecz jego wzrost o 17,2% (kl. E – 86,2%; kl. K – 69%).

Test umiejętności „poznawanie przyrody na drodze eksperymentu” sprawdzał umiejętności prowadzenia eksperymentu oraz zdobytą na tej drodze określoną wiedzę. Wyniki wykazały, że największe różnice między klasami E i K dotyczyły formułowania hipotez – aż 60% (kl. E – 86%; kl. K – 20%), planowania dokumentacji eksperymentu – 66% (kl. E 96%; kl. K – 30%) oraz istoty eksperymentu – 61% (kl. E – 88%, kl. K – 27%).

Praca niniejsza stanowi próbę zastosowania poznawania przyrody w toku wykorzystania eksperymentu biologicznego włączonego w nauczanie uwzględniające różne drogi poznawcze. Zgodnie z programem na ten sposób poznawania przyrody przypadało w kl. VI 5 jednostek lekcyjnych:

– lekcja nr 14. Temat lekcji: Budowa i życie drożdży. Ćwiczenie: przebieg fermentacji alkoholowej.

– lekcja nr 34. Temat lekcji: Przystosowanie budowy komórek korzenia do pobierania z gleby wody z solami mineralnymi. Ćwiczenie: zjawisko osmozy.

- nr 37. Temat: Przystosowanie budowy łodygi do przewodzenia substancji. Ćwiczenie: przewodzenie roztworów między korzeniem a liśćmi.
- lekcja nr 40. Temat: Funkcje liścia. Ćwiczenie: wpływ czynników zewnętrznych na parowanie wody przez liść.
- lekcja nr 42. Temat: Przystosowanie budowy liścia do procesu fotosyntezy i przebiegi fotosyntezy. Ćwiczenie: wpływ czynników zewnętrznych warunkujących proces fotosyntezy.

III. Obserwacja pracy nauczycieli i uczniów w kl. E i K

Wyniki hospitacji

Wyniki obserwacji potwierdziły wiarygodność danych zawartych w kartach obserwacji uczestniczącej. W kilku tylko przypadkach nauczyciele popełnili błędy. Niewłaściwie określili tok podający jako poszukujący, lekcję, w trakcie której stawiano dużo pytań, jako problemową, zaś eksperyment ilustracyjny włączyli w poszukującą drogi poznawania przyrody. Po omówieniu tych błędów nauczyciele poprawili dane w kartach.

Hospitacją objęto 98 lekcji prowadzonych metodą eksperymentu – 59 w kl. E i 39 w kl. K.

Stwierdzono poprawne zrozumienie przez nauczycieli kl. E założeń i celów prowadzonych badań, a tym samym prawidłowe wdrażanie uczniów do poznawania przyrody poprzez wykonywanie eksperymentu (100%). W kl. K w mniejszym stopniu wdrażano uczniów do poprawnego zdobywania tą drogą wiedzy (23%), nie przestrzegano wszystkich etapów eksperymentu, natomiast często stosowano eksperyment ilustracyjny. W miarę trwania eksperymentu pedagogicznego w kl. E wzrastała poprawność procesu dydaktycznego. Nastąpiło również ujednoczenie warunków przebiegu procesu dydaktycznego w kl. E i K, a więc zredukowanie do minimum zmiennych interwencyjnych.

Analiza działalności nauczyciela jako organizatora procesu uczenia się

Obserwacją uczestniczącą objęto wszystkie lekcje prowadzone metodą eksperymentu. Dane rejestrowano w kartach obserwacji. Starano się wykazać, jakie są możliwości aktywnego włączenia uczniów w poszczególne etapy poznawania przyrody na drodze eksperymentu, w jakim stopniu przeszkoleni nauczyciele zapoznają uczniów z metodami eksperymentów biologicznych oraz czy poszczególne etapy są możliwe do zrealizowania w procesie szkolnym.

Nie stwierdzono istotnych różnic między wynikami obserwacji dokonanych w poszczególnych seriach (A, B, C). Nieco lepsze wyniki w klasach kontrolnych serii A mogły być spowodowane stymulującym oddziaływaniem wykorzystania identycznych kart obserwacji danych w kl. E i K (w kartach tych wyszczególniono wszystkie etapy prowadzenia eksperymentu).

Metodą eksperymentu przeprowadzono 273 lekcje: w kl. E – 156, w kl. K – 117. Zgodnie z wcześniejszymi wskazówkami nauczyciele uwzględniali w czasie lekcji w kl. E wszystkie etapy eksperymentu biologicznego i stale dążyli do zwiększenia współdziałania uczniów w ich przebiegu.

Etap wstępny

Wstępny etap pracy eksperymentalnej to: uświadomienie sobie przez uczniów wiedzy i niewiedzy na dany temat, sformułowanie problemu, sprecyzowanie hipotez oraz planowanie prac eksperymentalnych.

Często nauczyciele biologii pomijają ten wstępny etap. Z tych względów w klasach eksperymentalnych zwrócono szczególną uwagę na pełną jego realizację. Na większości lekcji (94,5%) nauczyciele klas E właściwie organizowali sytuacje, w których zmuszali uczniów do oceny ich wiedzy wyjściowej na dany temat i dostrzeżenia konkretnych braków. Stanowiły one bowiem podstawę do sformułowania pytań-problemów. Nauczyciele kl. E (100%) pomagali uczniom w precyzowaniu problemów i hipotez. Natomiast na pewnych lekcjach zaobserwowano, że nauczyciele niechętnie włączali uczniów do planowania pracy eksperymentalnej (74,4%). Wynikało to z braku przyzwyczajenia uczniów do tego rodzaju działań oraz z niedoceniań przez nauczycieli możliwości uczniów.

Brak przyzwyczajenia nauczycieli jak i uczniów do tak rozumianego współdziałania zmuszał początkowo nauczycieli do zwiększonego wysiłku w aktywizowaniu uczniów. W czasie późniejszych lekcji nawet kilka pytań pomocniczych, naprowadzających, pozwalało uczniom na samodzielne formułowanie problemów i hipotez.

Dlatego określenie „pomoc udzielana uczniom przez nauczyciela w formułowaniu problemów i hipotez” kryło w sobie odmienną treść w różnych okresach naszych badań. Stopniowo bowiem „formułowanie problemów i hipotez wspólnie przez uczniów i nauczyciela” przekształciło się w „samodzielne formułowanie problemów i hipotez przez uczniów”.

Pierwszy etap pracy eksperymentalnej był często pomijany w klasach kontrolnych. Formułowanie problemów miało miejsce zaledwie w czasie 44,4% obserwowanych lekcji. Przy czym w 20% przypadków problem był podawany przez nauczyciela. Natomiast hipotezy zostały zredagowane tylko w czasie 28,2% lekcji, w tym w 9,4% wyłącznie przez nauczycieli. W wyjątkowych przypadkach (4,3%) proponowano uczniom zaplanowanie przebiegu doświadczeń.

Zwykle lekcje poświęcone eksperymentalnemu poznawaniu przyrody rozpoczynano w klasach kontrolnych podaniem gotowych instrukcji ćwiczeniowych i ewentualną analizą

ich treści, toteż różnice dotyczące pomocy nauczyciela w zrozumieniu, interpretacji i wykorzystaniu instrukcji przez uczniów kl. E i K są stosunkowo niewielkie (13%).

Przebieg eksperymentu biologicznego

Nauczyciel czuwał nad prawidłowym przebiegiem eksperymentu. Udział pomocy w przygotowaniu zestawu eksperymentalnego i kontrolnego. Kontrolował prawidłowo, zgodny z instrukcją przebieg eksperymentu oraz wykonanie dokumentacji.

Przebieg eksperymentu niewiele się różnił w kl. E i K. Zgodność pracy uczniów ze wskazówkami słownymi lub pisemną instrukcją była bowiem w kl. E tylko o 6,4% większa niż w kl. K (kl. E – 98,7%; kl. K – 92,3%). Nauczyciele kl. E nieco częściej udzielali uczniom pomocy w wykonaniu zapisu z przebiegu eksperymentu. Najczęściej stosowano zapis słowno-rysunkowy (kl. E – 64,7%; kl. K – 34,8%). Rzadziej słowny (kl. E – 34,6%; kl. K – 57,3%) lub tabelaryczny (kl. E – 26,3%; kl. K – 12%).

W klasach kontrolnych nauczyciele na ogół rezygnowali z przygotowania zestawu kontrolnego (założono go tylko na 3,7% lekcji) stanowiącego podstawę przy ustalaniu wyników i wniosków oraz ocenie prawidłowego przebiegu pracy eksperymentalnej.

W kilku przypadkach nauczyciele klas K nie potrafili określić różnic między obserwacją a eksperymentem. Stosowali eksperyment ilustracyjny traktując go jako nauczanie w toku poszukującym. Ograniczali się jedynie do propozycji zawartych w przykładowym rozkładzie materiału.

W klasach E na wszystkich lekcjach prowadzonych metodą eksperymentu biologicznego przygotowano dwa zestawy: eksperymentalny i kontrolny.

Etap końcowy pracy eksperymentalnej

Pozytywny wpływ czynnika eksperymentalnego był wyraźnie widoczny w klasach E, w których wszystkie doświadczenia kończyły się ustaleniem wyników oraz sformułowaniem wniosków. W większości przypadków (98,5%) porównywano w nich także uzyskane wyniki z danymi w podręczniku.

W kl. K w 27,4% nie ustalono wyników pracy eksperymentalnej i formułowano wnioski z pominięciem tego etapu, przy czym, często wnioski utożsamiane były z wynikami. Etap formułowania wniosków różnił się tylko o 11,1% między kl. E (100%) a kl. K (88,9%).

W kl. K zaledwie w 48,7% wyniki pracy eksperymentalnej były konfrontowane z informacjami podanymi w podręczniku.

Wyniki obserwacji pracy uczniów

Obserwacją pedagogiczną objęto 702 uczniów (351 z kl. E i 351 z kl. K), po 9 uczniów z poszczególnych klas (3 bardzo dobrych, 3 dobrych, 3 dostatecznych). Prace uczniów i nauczycieli obserwowano równocześnie na tych samych lekcjach.

Uczniowie klas E na pierwszych dwu lekcjach natrafiali na duże trudności. Musieli się bowiem zapoznać z założeniami poprawnie prowadzonego eksperymentu, uchwycić różnice występujące między eksperymentem a obserwacją oraz przekonać się o konieczności przygotowania zestawów kontrolnych. Trudności spowodowane

były również brakiem w szkołach sprzętu laboratoryjnego niezbędnego do wykonywania eksperymentów „równym frontem”, a więc przez wszystkich uczniów. Na niektórych lekcjach uczniowie biernie wykonywali zlecone im przez nauczycieli zadania, a sami nauczyciele twierdzili, iż nie można tych lekcji traktować jako prowadzonych w toku poszukującym.

Na największe trudności natrafili uczniowie w czasie wstępnego etapu pracy eksperymentalnej. Trudności te jednak na ogół zostały pokonane po dwu lekcjach w kl. E. Obserwacja wykazuje duże różnice dotyczące pierwszego etapu pracy eksperymentalnej między klasami E i K.

Ocena uczniów we wstępnym etapie pracy eksperymentalnej w kl. E i K przedstawia się następująco:

- uświadomienie sobie przez uczniów poziomu wiedzy na dany temat i „nie-wiedzy” (kl. E – 91,4%, kl. K – 47,9%),
- sformułowanie problemu (kl. E – 97,4%; kl. K – 35,0%),
- sprecyzowanie hipotez (kl. E – 97,4%; kl. K – 16,3%),
- planowanie prac eksperymentalnych (kl. E – 71,8%; kl. K – 3,4%).

W późniejszych etapach eksperymentu aktywność uczniów wzrastała. Uczniowie przyzwyczaili się do rozpoczynania eksperymentu od zapoznania się z instrukcją i prowadzenia go zgodnie z zawartymi w niej wskazówkami. Niezależnie od tego, czy instrukcja była podana przez nauczyciela czy ułożona wspólnie z uczniami. Ten etap przebiegał znacznie łatwiej niż poprzedni. Różnice między klasami E i K są mniejsze i dotyczą:

- poprawności prowadzenia eksperymentu (kl. E – 92,9%; kl. K – 70,1%),
- zapisu (kl. E – 99,4%; kl. K – 90,6%).

Zaskakujące są natomiast wyniki dotyczące przygotowania zestawu kontrolnego i porównywania przebiegu zjawisk w obu zestawach – eksperymentalnym i kontrolnym (kl. E – 92,1%; kl. K – 3,7%). Uczniowie na ogół nie są informowani o konieczności przygotowania zestawu kontrolnego, który stanowi punkt odniesienia dla uzyskanych wyników.

Trudności uczniów nasilały się ponownie w końcowym etapie pracy eksperymentalnej. Wynikały one bowiem z braku nawyku precyzowania wyników pracy eksperymentalnej i wyciągania na ich podstawie wniosków. Uczniowie nie potrafili konfrontować uzyskanych przez siebie wyników z danymi w podręczniku oraz dokonywać korekty zapisu.

Różnice między uczniami klas E i K dotyczą:

- formułowania wyników (kl. E – 97,4%; kl. K – 18,9%),
- formułowania wniosków (kl. E – 99,4%; kl. K – 82,9%),
- konfrontacji otrzymanych wyników z danymi w podręczniku (kl. E – 92,3%; kl. K – 44,4%).

IV. Wpływ kształtowania umiejętności uczenia się przyrody na zasób wiedzy zdobytej przez uczniów

Wyniki pomiaru osiągnięć uczniów uzyskane dzięki przeprowadzeniu dwóch testów na półroczu (T 1) i na koniec roku szkolnego (T 2) wskazują na dość znaczny przyrost wiedzy uczniów w klasach eksperymentalnych. Po półrocznym okresie wynosił on 8,2%, zaś przy końcu roku – 15,4%. Różnica między kl. E i K na półroczu wynosiła 4,9%, zaś przy końcu roku – 15,4%.

Analizowano również wyniki obserwacji pracy uczniów, a więc zdobyte przez nich umiejętności i postawy.

Badaniami przy pomocy testu umiejętności „Poznanie przyrody na drodze eksperymentu” (tab. 4) objęto 702 uczniów, w tym 351 z klas E i 351 z klas K, po 9 z poszczególnych klas. Wyniki badań zgrupowano i analizowano wg przyjętych założeń, tzn. z uwzględnieniem grup uczniów bardzo dobrych, dobrych i dostatecznych, po trzech z poszczególnych klas.

Tabela 4

Test umiejętności „Poznanie przyrody na drodze eksperymentu”

Lp.	Zadania testu	Nazwa kontrolowanych umiejętności
1.	Podaj kolejne etapy postępowania przy prawidłowym przeprowadzeniu każdego doświadczenia	Stosowanie zasad poznawania przyrody na drodze eksperymentu
2.	Wyjaśnij na czym polega proces oddychania	Wykorzystanie wiedzy
3.	Sformułuj hipotezy do postawionego problemu (przypuszczenie)	Formułowanie hipotez
4.	Zaplanuj instrukcje, czyli sposób wykonania doświadczenia rozwiązującego problem, potwierdzającego hipotezy	Planowanie prac eksperymentalnych: a) planowanie tekstu instrukcji
5.	Zaplanuj potrzebne zestawy do doświadczeń	b) planowanie zestawów doświadczalnych
6.	Zaplanuj sposób rejestracji (zapisu) wyników doświadczenia	c) planowanie sposobu rejestracji
7.	Przeprowadź doświadczenie wg ustalonego przez siebie planu lub podanej instrukcji	Poprawna interpretacja instrukcji i poprawne wykonanie dokumentacji z przebiegu eksperymentu
8.	Podaj wynik doświadczenia	Formułowanie wyników
9.	Na podstawie wyników doświadczenia sformułuj odpowiednie wnioski	Formułowanie wniosków
10.	Czym wg Ciebie różni się obserwacja od doświadczenia	Wykazywanie różnic między eksperymentem i obserwacją

Test „Poznanie przyrody na drodze eksperymentu” sprawdzał:

– poziom opanowania wiadomości nieodzwonnych do prawidłowego przeprowadzenia eksperymentów, a więc dotyczących oddychania (zad. 2), zasad poznawania przyrody przez przeprowadzanie eksperymentów (zad. 1) i istoty badań eksperymentalnych (zad. 10),

– sposób przeprowadzenia przez uczniów eksperymentów z uwzględnieniem poszczególnych etapów pracy eksperymentalnej (zad. 3 – 9),

– samodzielnie zdobytą przez uczniów wiedzę przyrodniczą w toku eksperymentowania (wynik końcowy). Zob. tabela 4.

Praca uczniów w czasie wykonywania testu była obserwowana, wyniki obserwacji włączono do opracowania.

Poziom opanowania wiadomości nieodzwonnych do prawidłowego przeprowadzenia eksperymentów

Test wymagał od uczniów sprecyzowania hipotez dotyczących problemu „czy rośliny oddychają?” a następnie ich weryfikacji. Wiedza wyjściowa uczniów klas E i K na temat oddychania (zad. 2) była bardzo zróżnicowana. Stwierdzono istnienie różnic dochodzących do 37,9% (kl. E – 81,9%; kl. K – 44%) pozytywnych rozwiązań.

Jeszcze bardziej zróżnicowany był stopień opanowania przez uczniów zasad poznawania przyrody na drodze eksperymentowania (kl. E – 71,3%, kl. K – 19,9%) oraz znajomości kolejnych etapów pracy eksperymentalnej (tab. 4, zad. 1).

W klasach E najmniej uczniów potrafiło wymienić etapy formułowania problemu (56,7%), sprecyzować hipotezy (61,3%), skonfrontować uzyskane wyniki z danymi w podręczniku (61,3%) oraz zaplanować doświadczenia (63%). Większość z nich uwzględniała etapy przeprowadzania eksperymentu (99,1%), wykonywania dokumentacji (71,8%), ustalenia wyników (75,5%), formułowania wniosków (82,1%).

Natomiast w klasach kontrolnych tylko sporadyczne wypowiedzi dotyczyły takich początkowych etapów pracy eksperymentalnej, jak: sformułowanie problemu (0,6%), sprecyzowanie hipotez (4,3%), planowanie doświadczeń (0,3%). Wiąże się to ściśle z pracą nauczycieli, którzy na ogół rozpoczynają eksperyment od przeczytania instrukcji.

Etap przeprowadzenia eksperymentu w klasach K był uwzględniony przez 87,6% uczniów, a wyciągania wniosków przez 37%. Rzadziej wymieniano etap opracowania dokumentacji (14,4%), określenia wyników (19%). Natomiast etap konfrontacji wyników eksperymentu z danymi w podręczniku został przez uczniów klas K prawie całkowicie pominięty (1,1%).

Obserwacja uczniów w czasie rozwiązywania przez nich testu umiejętności wykazała, że 63% uczniów w kl. E wiedziało, co mają pisać, 15% uczniów zastanawiało się nad tym, a 14% zwróciło się o pomoc do nauczyciela. Natomiast w kl. K tylko 6% uczniów zrozumiało zadanie testu, 13,7% zastanawiało się,

a 40,5% zwróciło się o pomoc do nauczyciela. Całkowicie biernych uczniów w czasie rozwiązywania tego testu było w kl. E tylko 7,1%, zaś w kl. K 39,6%. Na ogół uczniowie kl. K nie wiedzieli, co mają pisać, gdyż po naprowadzeniu przez nauczyciela wymieniali najczęściej: temat, przygotowanie, przeprowadzenie i wniośki. Należy podkreślić, iż uczniowie klas K mylili pojęcia „wynik” i „wniosek”, używając ich zamiennie.

Podobnie duże różnice (ok. 48,1%) odnotowano w zrozumieniu istoty badań eksperymentalnych. Uczniowie mieli wykazać, jaka jest różnica między eksperymentem a obserwacją (zad. 10). Zadanie to okazało się trudne również dla uczniów klas E (rozwiązało je tylko 56,9%), zaś dla uczniów klas K na ogół niezrozumiałe (rozwiązało je 8,8%). Samodzielnie na pytanie to w kl. E odpowiedziało 33,9% uczniów, zaś w kl. K tylko 4% uczniów. Z pomocy nauczyciela skorzystało w kl. E – 41,3% uczniów, zaś w kl. K – 21,7%.

Analizując wyniki testu można stwierdzić, iż pomocy nauczycieli nie umieli wykorzystać uczniowie klas K. Biernych pozostawało w kl. E – 24% uczniów, zaś w kl. K – 74,4%.

Sposób przeprowadzenia przez uczniów eksperymentu biologicznego

Konstruując test umiejętności „Poznawanie przyrody na drodze eksperymentu” szczególną uwagę zwrócono na plan i dobór zadań.

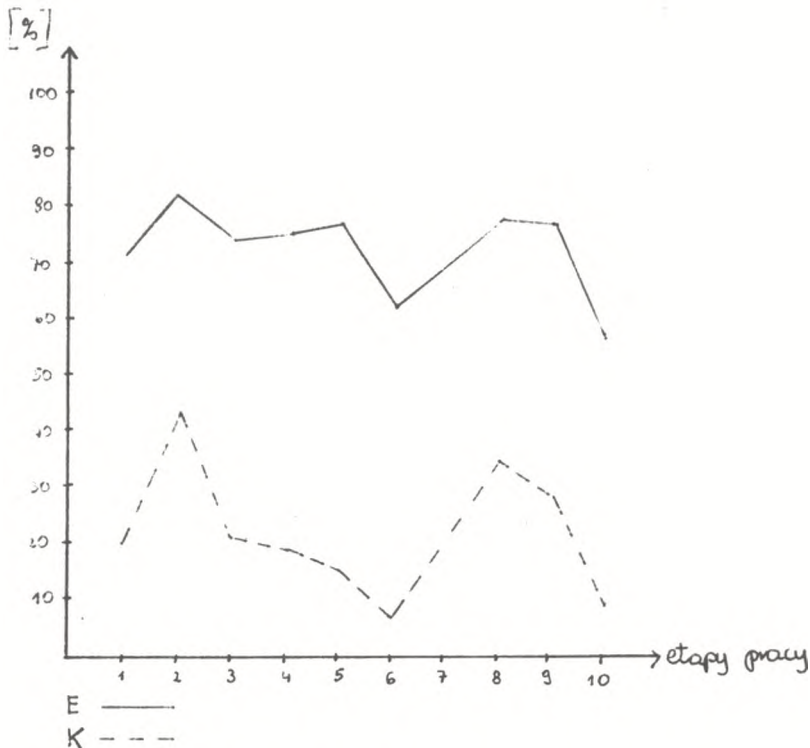
Sposób przeprowadzenia eksperymentu określono nie tylko na podstawie wyników testu (ryc. 1), ale również obserwacji dokonywanej w trakcie rozwiązywania przez uczniów poszczególnych zadań testowych oraz analizy dokumentacji pracy eksperymentalnej.

Z etapów początkowych eksperymentu wyeksponowano w tekście i karcie obserwacji formułowanie hipotez odnoszących się do postawionego problemu (zad. 3), planowanie: instrukcji (zad. 4), zestawów do doświadczeń (zad. 5) oraz sposobu dokumentacji, czyli rejestracji przebiegu doświadczeń (zad. 6).

Faza realizacyjna obejmowała interpretacje instrukcji (wprowadzono bowiem dla wszystkich uczniów gotową instrukcję przeprowadzenia eksperymentu w celu ujednoczenia ich pracy i porównywalności wyników), przeprowadzenie eksperymentu oraz wykonanie dokumentacji (zad. 7).

Fazę końcową stanowiło ustalenie wyników, sformułowanie wniosków oraz skonfrontowanie wyników z informacjami zawartymi w podręczniku.

Zadania 1 i 10 sprawdzały wiedzę uczniów na temat prowadzenia eksperymentów. Zadania następne zaś – praktyczne umiejętności włączania się uczniów w poszczególne etapy eksperymentu. Wykazały one analogicznie jak poprzednie istnienie ogromnych różnic między uczniami klas E i K w umiejętności formułowania hipotez do postawionego problemu (kl. E – 74,3%, kl. K – 21,4%), planowania instrukcji (kl. E – 75,4%, kl. K – 19,2%) oraz zestawów doświadczalnych (kl. E



Ryc. 1. Zestawienie zbiorcze wyników pomiaru osiągnięć uczniów mierzone testem umiejętności: „Poznawanie przyrody na drodze eksperymentu” uwzględniające etapy pracy ucznia (9 uczniów w klasie)

– 77%; kl. K – 15,2%). Należy zaznaczyć, iż w kl. K tylko nieliczni uczniowie (3%) podawali zestawy kontrolne. Planowanie sposobu rejestracji przebiegu badań wystąpiło w kl. E w 61,6%, zaś w kl. K w 7,1%.

Faza przygotowawcza do przeprowadzenia eksperymentu biologicznego była również trudna dla uczniów kl. E, którzy chętnie korzystali z rad nauczycieli i do nich zwracali się o pomoc.

Obserwacja wstępnego etapu przebiegu pracy eksperymentalnej wykazała, że 61,5% uczniów kl. E stosunkowo szybko formułowało hipotezy, 15,1% z nich zastanawiało się długo i zgadywało, a 17,1% korzystało z pomocy nauczyciela. W ten sposób biernie zachowywało się tylko 17,1% uczniów.

Uczniowie klas kontrolnych byli zaskoczeni pytaniami testowymi i nie rozumieli o co chodzi; nawet po udzieleniu wskazówek przez nauczycieli często nadal pozostawali bierni. Tylko 7,1% uczniów wykazało inicjatywę i wiedziało, jak należy formułować hipotezy, 17,4% dłużej zastanawiało się lub zgadywało odpowiedź, dalszych 29,3% po ukierunkowaniu ich pracy przez nauczyciela próbowało coś napisać, jednak aż 46,2% uczniów z kl. K pozostawało całkowicie biernych.

Podobną sytuację stwierdzono analizując rozwiązania zadań dotyczących planowania eksperymentów. Najślabiej wypadło planowanie rejestracji przebiegu doświadczeń zarówno w kl. E, jak i K (E – 61,6%; K – 7,1%). Tylko 37,9% uczniów kl. E wykazało samodzielność i inicjatywę, zaś 4% w kl. K. Nie podjęło w ogóle tego zadania w kl. E – 27,9%, a w kl. K aż 72,9% uczniów. Reszta uczniów zastanawiała się i przy naprowadzaniu przez nauczyciela wypełniała karty ćwiczeniowe.

Należy zaznaczyć, iż uczniowie klas K planując eksperyment nie uwzględniali przygotowania zestawu kontrolnego.

Niezależnie od tego, czy uczeń sam zaplanował eksperyment, czy nie, wszyscy uczniowie otrzymali instrukcje dotyczące przeprowadzenia go, chodziło bowiem o możliwości porównania prac uczniów w dalszych etapach trwania eksperymentu.

Większość uczniów klas E (83,2%), a w klasach K tylko 36,6% przeczytała ze zrozumieniem instrukcje. W momencie przekazania uczniom instrukcji zaobserwowano wśród nich duże ożywienie w obu typach: E i K. Większość uczniów wiedziała, co ma robić. Wielu uczniów kl. E (52,4%) zaczęło samodzielnie wykonywać eksperyment. Inni (39,9%) podjęli to działanie dopiero po konsultacji z nauczycielem. Nieliczni pozostali bierni (11,7%). Znacznie mniej uczniów w klasach K, bo tylko 17,7%, zaczęło samodzielnie wykonywać doświadczenie, 42% podjęło działanie dopiero po konsultacji z nauczycielem, a również 42% pozostało biernych.

Poprawny wynik doświadczenia podało 78% uczniów kl. E, a 34% w kl. K. Należy podkreślić, że prawie wszyscy uczniowie klas K mylili wynik z wnioskami i podawali je zamiennie, a sporadycznie zdarzało się to również w klasach E.

Obserwacja pracy uczniów na tym etapie eksperymentalnego poznawania przyrody potwierdziła wyniki testu. W kl. E 51,9% uczniów samodzielnie sprecyzowało wynik, 34,5% z pomocą nauczyciela, a 13,7% uczniów pozostawało biernych. W kl. K 11,4% uczniów poprawnie i samodzielnie ujęło wynik, 34,5% korzystało z pomocy nauczyciela, ale tylko część z nich pomoc tę wykorzystała. Biernie zachowało się 54,1% uczniów.

Różnice między uczniami klas E i K zwiększają się w fazie końcowej. Zadania dotyczące wyciągania wniosków zrealizowano w kl. E w 77,2%, zaś w kl. K w 28%. Na podstawie obserwacji pracy uczniów stwierdzono, że w kl. E 50,7% uczniów samodzielnie sformułowało wnioski, a 34,5% zredagowało je przy pomocy nauczyciela. W klasach K samodzielnie sformułowało wnioski 11,4%, a przy pomocy nauczyciela 34,5%. Uczniów biernych na tym etapie w kl. E było 13,7%, a w kl. K 54,1%.

Wiedza samodzielnie zdobyta przez uczniów (wynik końcowy testu)

Wyniki testu umiejętności wskazują na stosunkowo niewielkie różnice między trzema seriami badań (A, B, C), i to zarówno w obrębie klas E, jak i K. W kl. E wahają się one w granicach 80,7% a 84,4%, zaś w kl. K w granicach 26,6% a 31,6%. natomiast różnice wyników między klasami E i K są duże i wynoszą 53,4% (kl. E – 82,2%, kl. K. – 28,8%).

Zestawienie wyników testu umiejętności w obrębie trzech grup uczniów (bardzo dobrych, dobrych, dostatecznych) (ryc. 2) wskazuje na duże różnice między klasami E i K, jeśli idzie o uczniów bardzo dobrych. Różnice te dotyczą głównie planowania doświadczeń (65,9%). Wydaje się, że formułowanie hipotez, planowanie doświadczeń, zestawów laboratoryjnych oraz sposobu dokumentacji wymaga od uczniów określonej wyjściowej wiedzy biologicznej oraz wiedzy i umiejętności, dotyczących metodologii badań. Wyniki wskazują, że uczniowie bardzo dobrzy podwyższyli swe umiejętności w większym stopniu niż dobrzy i dostateczni.

Odmiennie przedstawiają się różnice między kl. E i K dotyczące wyników przeprowadzonego doświadczenia. Różnica między uczniami bardzo dobrymi wynosi 34,6%, dobrymi 45,1%, dostatecznymi 59,8%. Widać wyraźny wzrost aktywności uczniów dostatecznych (ryc. 1, 2).

Potwierdziła to obserwacja prowadzona w czasie wykonywania przez uczniów eksperymentu. W niektórych etapach nie zaobserwowano istotnej różnicy między grupami uczniów bardzo dobrych, dobrych i dostatecznych. Uczniowie dostateczni nieraz byli bardziej czynni niż ich bardzo dobrzy koledzy.

Przeanalizowano różnicę w stopniu trudności zadań testowych. Wyniki testu potwierdziła umiejętność uczenia się na drodze eksperymentów biologicznych.

Dla zbadania różnic w stopniu trudności zadań testowych zastosowano test χ^2

$$\chi^2 = \frac{n_o^2}{n_e} - n$$

gdzie: n_o – otrzymana liczba punktów
 n_e – oczekiwana liczba punktów
 n – liczba punktów uzyskanych

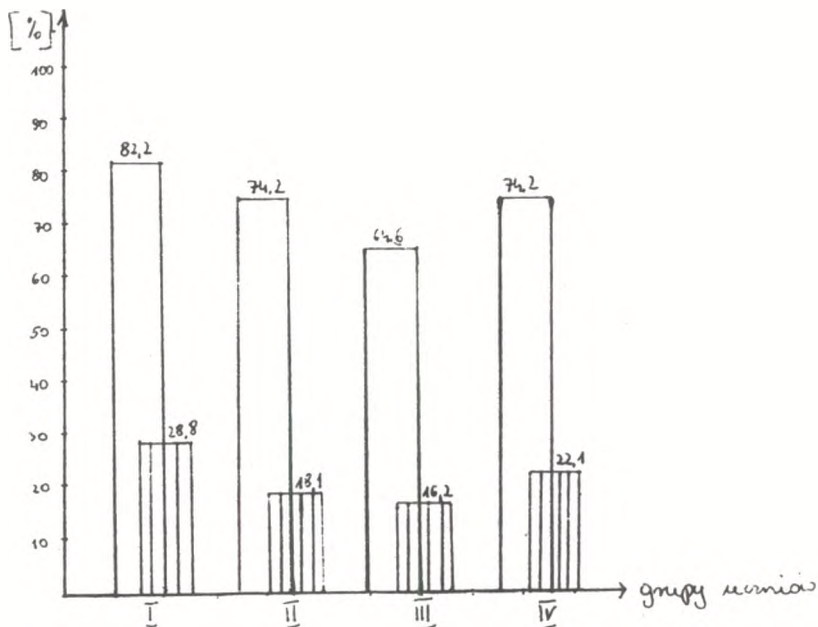
Gdyby zadania posiadały tę samą trudność względną, proporcje (procenty) uzyskanych wyników we wszystkich zadaniach byłyby wówczas równe. Rozkład osiągnięć byłby prostokątny i wykres rozkładu stanowiłby linię prostą równoległą do osi odciętych, na której zaznaczone są numery zadań.

Test χ^2 bada, czy rozkład otrzymany jest rzeczywiście prostokątny.

Otrzymane wartości χ^2

Wersje		χ^2	poziom ufności
A	E	18	0,05
	K	112,1	0,0005
B	E	285,8	0,0005
	K	499,4	0,0005
C	E	269,4	0,0005
	K	231,1	0,0005

bardzo istotne



Legenda: E – klasy eksperymentalne, K – klasy kontrolne; I – uczniowie bardzo dobrzy, II – uczniowie dobrzy, III – uczniowie dostateczni, IV – sumaryczny wynik

Ryc. 2. Porównanie wyników pomiaru osiągnięć uczniów klas E i K mierzone testem umiejętności

Wszystkie wartości χ^2 są istotne i bardzo istotne. Oznacza to, że trudności zadań nie są równe ani dla grupy E ani K.

Wielkość χ^2 wskazuje, że w wersjach A i B poziom odpowiedzi na poszczególne zadania jest bardziej wyrównany w grupie E. W wersji C poziomy te są praktycznie równe.

Łączne zmiany w poziomie wykonania zadań są bardzo istotne, co wynika z poprzednich obliczeń.

Poziom rozwiązywania zadań można shierarchizować biorąc pod uwagę procenty uzyskanych punktów (porównać E z K układając wg % kl. E – uzyskując wykres trudności zadań).

Analiza wyników testu umiejętności „Poznawanie przyrody na drodze eksperymentu”

Dla porównania wyników grupy eksperymentalnej i kontrolnej zastosowano test „dokładny” Fischera.

Opis procedury:

Podziału na grupy dokonano wg ocen: bardzo dobry, dobry, dostateczny. Jednostką eksperymentalną jest trójka uczniów z danej grupy. Np. dla kategorii ocen „bd” w grupie eksperymentalnej i kontrolnej łącznie istnieje 26 jednostek eksperymentalnych, odpowiednio dla kategorii „dobry” i „dostateczny” również 26 jednostek eksperymentalnych.

W każdej wersji: A, B, C porównano wyniki w odpowiednich kategoriach. Aby tego dokonać obliczono dla każdej kategorii ocen łączną średnią arytmetyczną \bar{X} sumując wyniki grupy kontrolnej i eksperymentalnej i dzieląc przez 26 (tab. 5).

Tabela 5

Porównanie wyników w kolejnych seriach badań i różnych grupach uczniów

Seria	Wartość łącznej średniej arytmetycznej w grupach uczniów		
	bardzo dobrych	dobrych	dostatecznych
A	61,9	51,3	41,3
B	61,7	50,7	44,2
C	66,15	52,6	46,4

Następnie dokonano czterodzielnej kategorii wyników wg schematu:

	E	K	
$> \bar{X}$	a	b	a – liczba osób z grupy E osiągająca wyniki powyżej średniej b – liczba osób z grupy E osiągająca wyniki poniżej średniej
$< \bar{X}$	c	d	c – liczba osób z grupy K osiągająca wyniki powyżej średniej d – liczba osób z grupy K osiągająca wyniki poniżej średniej

Dla zbadania różnic zastosowano test „dokładny” Fischera oparty na rozkładzie hipergeometrycznym i odczytano wartości krytyczne z tablic statystycznych (R. Zieliński, *Tablice statystyczne*, PWN, Warszawa 1972, s. 223).

Pod każdą tabelką czterodzielną podano poziom ufności różnicy, czyli prawdopodobieństwo błędu pierwszego rodzaju wykazujące, jaka jest szansa błędu przy założeniu, że nie ma różnic między grupą eksperymentalną i kontrolną.

Wszystkie różnice są istotne, tzn. nie mogą pochodzić z przypadku. Świadczy to o tym, że powstałe różnice należy tłumaczyć wpływem zmiennej eksperymentalnej.

Wyniki osiągnięć uczniów mierzone przy pomocy testu umiejętności „Poznanie przyrody na drodze eksperymentu” są w pełni wiarygodne.

Podsumowanie badań, wnioski

Wyniki obserwacji pracy nauczycieli i uczniów oraz wyniki osiągnięć uczniów mierzone przy pomocy testu umiejętności „Poznanie przyrody na drodze eksperymentu” wykazały silny wzrost kształtowania umiejętności poznawania przyrody tą drogą w kl. E, a także różnice między kl. E i K (wynosi ona 53%). Wskazują one wyraźnie na możliwość poznawania przyrody przez uczniów kl. VI szkoły podstawowej na drodze wykonywania eksperymentów. Konieczne jest czynne włączenie się uczniów we wszystkie jego etapy. Nie znajduje uzasadnienia często praktykowane wyłączenie uczniów z początkowego etapu pracy eksperymentalnej, tzn. formułowania problemów i hipotez oraz planowania pracy eksperymentalnej i opracowania instrukcji, doboru sprzętu laboratoryjnego. Nauczyciele na ogół opuszczają ten etap. Na duże stosunkowo trudności natrafiali uczniowie kl. E w czasie wdrażania ich do czynnego udziału w pierwszym etapie pracy eksperymentalnej. Polegały one na pewnym oporze z ich strony wypływającym z braku wiary w możliwość samodzielnego określenia problemów, planowania pracy i jej wykonania, a także poznania przyrodniczej rzeczywistości. Wynika to również z przyzwyczajenia do wykonywania pracy laboratoryjnej na ogół biernie wg podanych instrukcji.

W trakcie badań zaobserwowano coraz większe zaangażowanie się uczniów kl. E w poszczególne etapy wykonywania eksperymentu. Wzrastała ich pomysłowość dotycząca przede wszystkim planowania eksperymentu. Inicjatywa uczniów w ujmo- waniu problemów, hipotez oraz projektowaniu przebiegu pracy eksperymentalnej znacznie nieraz przekraczała oczekiwania nauczycieli.

Zestawienie wyników pomiaru oraz obserwacji grup uczniów bardzo dobrych, dobrych i dostatecznych ukazuje, że w etapie wstępnym przewagę mieli uczniowie bardzo dobrzy. Natomiast w doborze sprzętu laboratoryjnego oraz wykonywaniu eksperymentu duże zainteresowanie i czynny udział wykazują uczniowie dostateczni. Pod tym względem nie różnią się, a czasem przewyższają zaangażowanie uczniów dobrych.

Porównywanie wkładu pracy nauczyciela w przyzwyczajanie uczniów do poprawnego prowadzenia eksperymentów z równoczesnym zaangażowaniem ich do pracy na tych lekcjach ukazuje wyraźne efekty.

Ze względu na przeprowadzenie w ciągu roku szkolnego w kl. VI tylko 5 eksperymentów trudno mówić o pełnym kształtowaniu analizowanych umiejętności. Widoczne one były w badaniach pilotażowych, gdy ci sami uczniowie przeprowadzali w ciągu roku szkolnego 13 eksperymentów.

Badania wykazały u nauczycieli nikłą znajomość podstaw metodologii prac badawczych oraz nieuznawanie w praktyce ucznia jako podmiotu procesu poznawania przyrody, a tym samym nie stawianie siebie jako głównego organizatora tego procesu. Nauczyciele wiedzą, czego wymaga psychologia uczenia się, ale w praktyce nie umieją tego zastosować. Nie są przekonani, że uczniowie potrafią samodzielnie poznawać przyrodę. Nie zdają sobie sprawy z konieczności rozwijania u uczniów inicjatywy i postaw badawczych. Dlatego należy zaznajomić nauczycieli z teoretycznymi podstawami pracy eksperymentalnej i psychologii uczenia się. Przyczyni się to do bardziej świadomego i poprawnego organizowania pracy uczniów oraz zapobiegnie wielu nieprawidłowościom, np. nieprzygotowaniu zestawów kontrolnych (3% w kl. K) względnie myleniu „wyniku” z „wnioskiem”.

Bibliografia

- Astolfi J.P., Borgel C., Faure C., Ginsburger-Vogel Y., *Biologie 6-e*, Bellin A., Paris 1977(a)
- Astolfi J.P., Borgel C., Faure C., Ginsburger-Vogel Y., *Livre du Professeur, Biologie 6-e*, Bellin A., Paris 1977(b)
- Astolfi J.P. i inni (praca zbiorowa), *Experimenter sur les chemins de l'explication scientifique*, „Mesope-Privat”, Toulouse 1984
- Astolfi J.P., Develay M., *La didactique des sciences*. Presse Universitaires de France, Paris 1989
- Bandura L., *O procesie uczenia się*, PZWS, Warszawa 1972
- Bergeron J. i inni, *Biologie 6-Éveil à la vie*, Hatier 1977
- Bonboir A., De Bueger-Vander Borgh C., *Methodologie de l'enseignement. Aspect spécifique de l'enseignement de la biologie*, „Humanites” 1971/1, Bruxelles
- Bretschneider J., *Die Experimentalen Methoden in der Schule*, „Biologie in der Schule” 1977/11
- De Bueger-Vander Borgh C., Cabiaux C., Duviver P., *Biologie Dynamique*, A. De Boeck, Bruxelles 1978
- Caillon M.J., Delarai J., Proust J.C., *Biologie 6, Technique et vulgarisation*, Paris 1977
- Czesek Z., *Funkcja poznawcza i kształcąca eksperymentu*, „Chemia w Szkole” 1971/1
- Diffusion et appropriation du savoir scientifique. Troisième journées internationales sur education scientifique*, Chamonix 1981, Université Paris 7
- Długowiejska J., Zębalska E., *Test laboratoryjny jako jedna z form kontroli wiadomości i umiejętności uczniów kl. VI*, IV Seminarium Dydaktyki Biologii, IPS, Warszawa 1985
- Duviver P., De Bueger-Vander Borgh C., *Biologie dynamique. Guide Pédagogique*, A. De Boeck, Bruxelles 1981(a)

- Duvivier P., De Bueger-Vander Borgh C., *Biologie Dynamique 3*, A. De Boeck, Bruxelles 1981
- Dyakowski B., *Zarys metodyki niższego kursu nauki o przyrodzie*, wyd. II, Lwów – Warszawa 1933
- Dziedzicka A., Palka L., Piotrowicz M., Stawiński W. (red.), *5 kl. – Biologia*, WSiP, wyd. III, 1985
- Evolution des moyens et des critères utilisés pour contrôler les résultats des étudiants. Tendances Nouvelles de l'enseignement de la biologie*, Vol. IV, UNESCO, Paris 1977
- Formation scientifique et travail autonome*, (praca zbiorowa), INRP, Paris 1985
- Gajówna D., *Dzienniczki przyrodnicze. Przyczynek do metodyki przyrodoznawstwa*, Warszawa 1918
- Goffart-Maisser I., *Résolution de probleme: L'oeuf dur*, Chamonix 1981, Troisième journées internationales sur l'Éducation scientifique, Paris Univ. 7
- Gohau G., *Dificultes d'une pédagogie de la découverte dans l'enseignements des sciences*, „Aster” 1987/5, INRP, Paris
- Góra B., *Samodzielna praca uczniów na lekcjach biologii*, WSiP, Warszawa 1978
- Heilpern M., *Zasady metodyki ogólnej nauk przyrodniczych*, Warszawa 1912
- Host V., *Kontrola i ocena wiedzy uczniów z biologii i innych nauk przyrodniczych*, V Seminarium Dydaktyki Biologii, IPS, Warszawa 1985
- Ingle R. i inni, *Science in schooles: Which Way Now?*, Univ. of London Inst. of Education, London 1981
- Isenborghs F., Rousselet D., *Biologie 4-e. Science expérimentale. Travaux pratique*, A. De Boeck, Bruxelles 1985
- Isenborghs F., Rousselet D., *Biologie 4-e. Sciences experimentales*, Manuel., A. De Boeck, Bruxelles 1986
- Karpowicz W., *Metodyka nauczania biologii*, PWN, Warszawa 1961
- Krajewski T.E., *Strukturalizacja wiedzy w procesie nauczania i uczenia się*, IKN, Koszalin 1982
- Krajewski T.E., *Strukturalizacja wiedzy w procesie uczenia się i studiowania*, UAM, Poznań 1980
- Kupisiewicz C., *Podstawy Dydaktyki Ogólnej*, wyd. VII, PWN, Warszawa 1982
- Lerner T.U., *Planowanie doświadczeń na lekcjach botaniki w kl. V*, „Biologia w Szkole” 1977/5
- Life Study. A texbook of Biology*, D.G. Mackean, London 1981
- Nuffield Biology. Living things and their environment*, Longman Group, London 1975
- Okoń W., *Problem samodzielności myślenia i działania [w:] Studia Pedagogiczne*, t. IV, Wrocław 1967
- Oria M., *Sur les methodes actives dans l'enseignement de la biologie*, Vol. V, I, UNESCO, Paris 1960

- Palka L., Piotrowicz M., Stawiński W., *Ćwiczenia z biologii*, WSiP, Warszawa 1987
- Palka L., Piotrowicz M., Stawiński W. (red.), *Nauczanie biologii w kl. V*, wyd. III, WSiP, Warszawa 1986
- Palka L., *Efekty dydaktyczne strukturalnego nauczania i uczenia się biologii*, Wyd. Nauk. WSP, Kraków 1982
- Pieter J., *Psychologia uczenia się i nauczania*, Wyd. „Śląsk”, Katowice 1970
- Piotrowicz M., *Samodzielne poznawanie przez uczniów szkół francuskich przyrody na drodze eksperymentu*, „Biologia w Szkole” 1981/1
- Piotrowicz M., *Elementy poznania naukowego w szkolnym procesie poznawania przyrody*, Rocznik Nauk.-Dydakt. WSP, z. 90, Kraków 1985
- Pritchard A., *Methods and trends in training Biology teachers in England*, ODN, Katowice 1981
- Rousselet D., *Biologie 3-e. Travaux pratiques. Sciences expérimentales*, A. De Boeck, Bruxelles 1982
- Sanders W.L., Dickinson D.H., *A comparison ... and lecture - laboratory approach to general education biological science courses*, „Journal of research in science teaching”, Vol. 16; n. 5, 1979
- Sawicki M., *Metodologiczne podstawy nauczania przyrodoznawstwa*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk 1981
- Soczewka J., *Podstawy nauczania chemii*, WSiP, Warszawa 1975
- Stawiński W., *Problemy laboratoryjnego nauczania w szkole ogólnokształcącej*, WSP, Kraków 1978
- Stawiński W., *Operacje myślowe w procesie uczenia się biologii*, „Biologia w Szkole” 1978/5
- Stawiński W., *Teoretische and empirische Untersuchungen zur Gestaltung, in Fach Biologie an den allgemeinbildenden Schulen.W.N.*, WSP, Kraków 1978
- Stawiński W. [red.], *Jak samodzielnie poznawać przyrodę?*, WSiP, wyd. II, Warszawa 1981
- Stawiński W., [red.], *Zarys Dydaktyki Biologii*, PWN, wyd II, Warszawa 1985
- Stawiński W., [red.], Palka L., Piotrowicz M., *Nauczanie biologii w kl 5*, WSiP, 1986
- Une evaluation de la methode BSCS pour l'enseignement de la biologie par David Ausbel. Tendences nouvelles de l'enseignement de la biologie*, Vol. V, I, UNESCO, Paris 1966
- Wernerowa J., *Doświadczenia i obserwacje zoologiczne w szkole*, WZWS, Warszawa 1967
- Zaborowski J., *Metody efektywności procesu nauczania*, „Życie szkoły” 1966/11
- Zaczyński W., *Praca badawcza nauczyciela*, WSiP, Warszawa 1968