

HUMANITAS Pedagogika i Psychologia, ss. 97-108
ISSN 2956-3992

Komunikat o wynikach badań (research results article)

Data wpływu/Received: 5.02.2023

Data recenzji/Accepted: 3.05.2023

Data publikacji/Published: 30.06.2023

Źródła finansowania publikacji: Fundacja NEWAG, Nowosądecki Projekt Edukacji Technicznej

DOI: 10.5604/01.3001.0053.7609

Author's Contributions:

(A) Study Design (projekt badania)

(B) Data Collection (zbieranie danych)

(C) Statistical Analysis (analiza statystyczna)

(D) Data Interpretation (interpretacja danych)

(E) Manuscript Preparation (redagowanie opracowania)

(F) Literature Search (badania literaturowe)

Jan Amos Jelinek¹

PONOWNE ODKRYWANIE PRZEZ DZIECI 8-LETNIE ZJAWISKA CAMERA OBSCURA

WSTĘP

Camera obscura (z j. łac. *ciemna komora*, zwana też *ciemnią optyczną*) wykorzystuje zjawisko projekcji światła. Historycznie odkrycie tego zjawiska przypisuje się Arystotelesowi (382-322 p.n.e.), który wykorzystał je do określenia kształtu Słońca. Jego wyjaśnienie znajduje się także w rękopisie autorstwa Ibn al-Hajsama z Basry (965-1038 n.e.), który wyjaśnił fizjonomię ludzkiego widzenia. Ciemnia

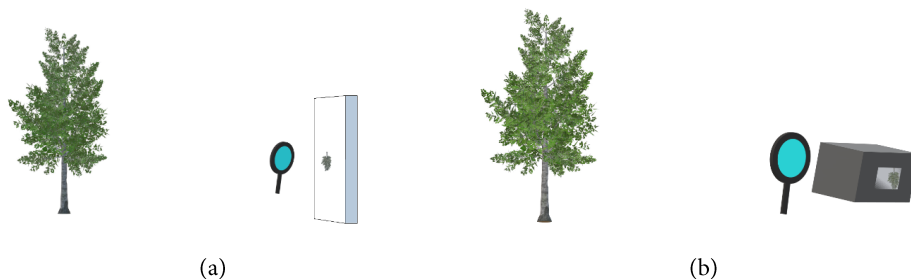
¹ ORCID: 0000-0002-9844-6013; Akademia Pedagogiki Specjalnej im. M. Grzegorzewskiej; aps@aps.edu.pl, jajelinek@aps.edu.pl

optyczna była wykorzystywana przez malarzy, m.in. Leonarda da Vinci (1452-1519) i Bernadro Bellotto (1722-1780), którzy uprawiali malarstwo widokowe. Została ulepszona przez Girolamo Cardano (1501-1576) poprzez umieszczenie w otworze ciemni soczewki pozwalającej wyostrzyć obraz. Znaczenie wielkości tego otworu (przysłony) zostało opisane przez Daniele Barbaro (1513-1570).

Zjawisko rzutowania obrazu wykorzystywano, konstruując specjalne budynki, w których ustawiano sztalugę z płótnem. Przesuwając lupę bliżej lub dalej od ściany korygowano ostrość obrazu na płótnie. W ten sposób wystarczyło obrysować kontury projekcji. Z czasem budowano drewniane budy służyce do malowania szkiców, a potem zastępowano je bardziej poręcznymi skrzyniami. Oprócz lupy zawierały one także lustro odbijające światło i pulpit rysowniczy. Rysownik miał do dyspozycji znacznie wygodniejszy w użyciu blat biurka, a także fakt, że dzięki zastosowaniu lustra obraz był zgodny z perspektywą (nie był obrócony przez lupę). Obecnie aparat otworkowy uznaje się za prototyp współczesnego aparatu fotograficznego i cyfrowego. Obiektyw aparatu przejął funkcję lupy i obecnie zapewnia płynną korekcję ostrości. Z kolei płótno obrazu lub półprzezroczysta kalka techniczna zostały podmienione przez światłoczułe klisze aparatu fotograficznego, a później światłoczułą matrycę aparatu cyfrowego.

Zjawisko projekcji *camera obscura* jest efektem przechodzenia promieni słonecznych przez lupę wraz z konturami przedmiotów, które są oświetlane. Rzutowany na płaszczyźnie obraz jest wyostrzany przez dosuwanie i odsuwanie lupy, ustawionej równolegle do płaszczyzny. Obraz jest odwracany horyzontalnie przez właściwości lupy. Pojemnikiem ciemni może być typowa klasa szkolna, w której jedna ze ścian jest wyposażona w okna, a ściana przeciwległa może być traktowana jako powierzchnia projekcyjna (zjawisko to przedstawiono na rys. 1a). Zastępując pomieszczenie pojemnikiem z dwoma otworami, z którego jeden zostanie zaślepiiony półprzezroczystą kalką techniczną, można stworzyć mobilną wersję aparatu otworkowego (rys. 1b).

Rysunek 1. Zjawisko *camera obscura* przedstawione (a) na kartce papieru i (b) w pudełku tekturowym na półprzezroczystej kartce (mobilny aparat otworkowy)



Źródło: opracowanie własne.

W literaturze anglojęzycznej publikuje się wiele artykułów poświęconych rozumieniu przez dzieci zjawisk optycznych. Jednak rozumienie przez dzieci zjawiska aparatu otworkowego (w tym aparatu fotograficznego) jest niewielkie, a poczynione ustalenia są niewystarczające. Badania w tym obszarze były prowadzone w większości wśród uczniów powyżej 10. roku życia (por. Mihas, Vaia, 2001; Rice, Feher, 1987). Te realizowane wśród młodszych dzieci dotyczą zwykle rozumienia światła i jego właściwości (por. Martini, Tombolato, D’Ugo, 2019; Ntalakoura, Ravanis, 2014; Ravanis, Boilevin, 2009; Şahin, İpek, Ayas, 2008; Selley, 1996; Anderson, Smith, 1986; Guesne, 1985; Piaget, 1974).

W ustalaniu rozumienia światła dzieci pytane są o jego źródła, charakter odbicia na przedmiotach i zanikanie w ciemności itp. Okazuje się, że pojęcie światła jest trudne do uchwycenia przez dzieci (Ravanis, Boilevin, 2009). W początkowych wyobrażeniach umysłowych dzieci utożsamiają światło głównie z jego źródłami i traktują światło jako cechę przynależną przedmiotom. Za początek drogi ku kształtowaniu pojęcia naukowego uznaje się stopniowe odłączenie światła od jego źródła i przekonanie o jego autonomiczności. Tego typu myślenie przejawiają już starsze przedszkolaki (Ntalakoura, Ravanis, 2014).

Badania, w których analizowano rozchodzenie się światła, pokazują, że dzieci wiedzą, że rozchodzi się ono prostolinijnie i mają trudności ze zrozumieniem zjawiska rozproszenia się światła – refrakcji (Rice, Feher, 1987). Przewidują efekt kształtu projekcji w zależności od kształtu źródła światła (lampy) lub kształtu otworu, przez który przechodzi światło. Okazało się, że dzieci nazywają projekcję „odbiciem”. Wynika to prawdopodobnie z używania tego określenia do nazwania zjawiska widzianego w lustrze. Dzieci stosują go w odniesieniu do dowolnego bytu, który odtwarza kształt przedmiotu (kształtu dziury czy źródła światła). Często określają cienie jako odbicia (Guesne, 1985; Feher i Rice, 1988).

Przeważnie badania nad rozumieniem działania soczewki (lupy) były realizowane wśród starszych uczniów i dotyczyły perspektywy geometrycznej. Wykazały, że uczniowie traktują soczewki jako części zjawiska rozproszenia światła (refrakcji) (Singh i Butler, 1990). Niektórzy uczniowie szkolni (słusznie) uważają, że soczewka nie jest konieczna do tworzenia obrazów (Fetherstonhaugh i Treagust, 1992).

Badania koncentrujące się na skuteczności oddziaływań edukacyjnych dowodzą, że odpowiednio prowadzone zajęcia odnoszą skutek nawet wśród dzieci przedszkolnych (Ntalakoura, Ravanis, 2014). Po odpowiednim wsparciu dzieci mogą zacząć wskazywać źródło światła i obiekty oświetlone. Szczególne znaczenie przypisuje się organizacji sytuacji badawczych i zabawowych, w których dzieci samodzielnie mogą przeprowadzić badanie (Costa i in., 2011). Jednakże istnieją badania wskazujące, że nawet po zajęciach poglądy uczniów na temat powstawania obrazu przez soczewkę mogą zawierać zarówno koncepcje poprawne, jak i błędne (Galili, 1996). Dotyczy to także absolwentów fizyki, którzy mimo specjalnego kursu, mają trudności w użyciu swojej wiedzy w interpretacji i uzasadnianiu zjawisk optycznych oraz działania soczewki i obiektywu (Wosilat i in., 1998; Singh i Butler, 1990).

Analiza badań wskazuje, że nie wyczerpano dotychczas wszystkich analiz poświęconych rozumieniu zjawiska aparatu otworkowego. Wiemy, że dzieci same z siebie mają trudności poznać zjawiska optyczne, w tym działanie soczewki. Potrzebują specjalnie organizowanej interwencji edukacyjnej, która musi mieć charakter praktyczny. W artykule sprawdzono, jaka jest skuteczność interwencji z perspektywy czasu.

Badania nad skutecznością interwencji edukacyjnej różnicuje czas, w którym dokonuje się sprawdzenia dziecięcej wiedzy. Realizowane tuż po interwencji sprawdzają wiedzę świeżą, tuż po usłyszeniu i doświadczeniu przebiegu zajęć. Badania realizowane po dłuższym czasie (np. 4 miesiącach) służą sprawdzeniu wiedzy ugruntowanej, czy pamiętają wykorzystane podczas zajęcia przedmioty, jak należy je wzajemnie ustawić, aby uzyskać efekt projekcji obrazu, czy potrafią wyjaśnić jej powstanie.

PROGRAM BADAŃ

Celem przeprowadzonego badania było ustalenie, jak uczniowie zapamiętali instrukcję odtworzenia aparatu otworkowego (zjawiska *camera obscura* w tekturowym pudełku) po kilku miesiącach od interwencji edukacyjnej.

Zajęcia edukacyjne², na których wyjaśniano dzieciom zjawisko aparatu otworkowego (*camera obscura*), przeprowadzono 20 maja 2022 roku wśród uczniów realizujących program innowacji technicznej realizowany w Nowym Sączu. Podczas

² Scenariusz zajęć i przedstawione w nim modele urządzeń opisano wcześniej w artykule: J.A. Jelinek, Jak działa aparat fotograficzny? *Bliżej Przedszkola*, 3.162/2015, s. 58-60.

zajęć przedstawiono dzieciom, jak na ścianie wyświetla się obraz wywołany przez zbliżenie lupy ustawionej na wprost jasnego okna i wyjaśniono, że pomieszczenie klasy jest aparatem fotograficznym. Zachęcono dzieci do samodzielnego stworzenia obrazu przez lupę. Następnie zaprezentowano pudełko, w którym w jednej ze ścian znajdował się otwór, a w przeciwnej przymocowana półprzeźroczysta kalka techniczna. Ustawiając lupę w pewnej odległości od otworu pudełka, można było ustawić ostrość obrazu wyświetlanego na kalce. Wyjaśniano, że pojemnik pełni rolę pomieszczenia klasy (ciemnię). Otworem w pojemniku jest okno, przez które dociera światło i które odbija się na kalce, tak jak na ścianie. Lupa służy do wyostrenia powstającego obrazu. Na tablicy narysowano schemat budowy lupy i omówiono zjawisko odwróconego obrazu. Następnie prowadzący skonstruował większy model aparatu otworkowego ułatwiający rysowanie, w którym uczniowie, aby zobaczyć efekt projekcji, musieli przykryć się kocem na wzór starych aparatów fotograficznych. Na zakończenie zajęć proszono dzieci o wykonanie rysunków prezentujących działanie aparatu otworkowego. Taki scenariusz zajęć przeprowadzono w czterech klasach I szkoły podstawowej w maju, pod koniec roku szkolnego.

Po 4 miesiącach, na początku nowego roku (20 września 2022), przeprowadzono sprawdzian wiadomości. Był on realizowany wśród 87 uczniów z klasy II (41 chłopców i 46 dziewczynek). Badanie prowadzono w trzysobowych grupach (razem 29 grup) w odosobnionym pomieszczeniu. Ze względu na specyfikę zjawiska przybliżyć szerzej warunki pomieszczenia. Pomieszczenie, w którym prowadzono badanie, miało kształt prostopadłościanu (o wymiarach 3x5m i wysokości 3m). Okno znajdujące się naprzeciw drzwi, na węższej ścianie nie było zasłonięte firaną. Zaczynało się na wysokości 2 metrów i widać było z niego południowe niebo.

Badanie rozpoczynało się od postawienia na stole typowej szkolnej lupy oraz pudełka z wyciętym otworem i przyklejoną kartką techniczną. Pudełkiem był obklejony szarą taśmą karton po mleku (rys. 2).

Rysunek 2. Przedmioty wykorzystane w badaniu potrzebne do wykonania aparatu otworkowego



Źródło: opracowanie własne.

Po przekazaniu dzieciom przedmiotów zadawano im następujące pytanie: *Powiedz, jakie urządzenie można zrobić z lupy i pudełka?* Uczniowie udzielali odpowiedzi indywidualnie lub wspólnie, uzupełniając wypowiedzi. Następnie pytano: *Jak działa takie urządzenie?* oraz *Skąd się bierze w nim obraz?* Jeśli uczniowie potrafili odtworzyć działanie aparatu otworkowego, pokazywano dzieciom inne pudełko (plastikowy pojemnik po jogurcie pomalowany od środka na czarno, z zamontowaną na otworze kalką techniczną) i pytano: *Czy w takim [gest] pojemniku też będzie można zobaczyć obraz?* To ostatnie pytanie miało charakter sytuacji nietypowej (niećwiczonej w warunkach interwencji edukacyjnej). Podczas badania wypowiedzi i zachowanie dzieci były rejestrowane przez kamerę, a potem analizowane.

Ponieważ badania miały charakter jakościowy, prezentacja wyników koncentruje się na wypowiedziach i działaniach podejmowanych przez dzieci w celu odтворzenia zjawiska projekcji przy użyciu lupy i pudełka. Aspekt ilościowy ma charakter uzupełniający.

WYNIKI

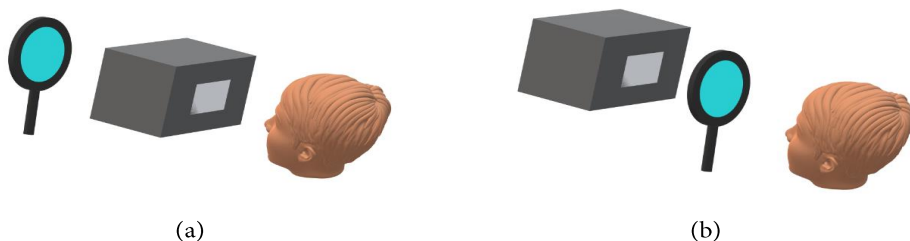
Po ustawieniu na stole pudełka i lupy wszyscy uczniowie rozpoznali przedmioty jako używane na zajęciach, 4 miesiące wcześniej. Uczniowie mówili: *Pamiętam, to się przykładało i był obrazek.* Igor (z grupy aD) mówi do kolegów: *Pamiętacie, w klasie pierwszej robiliśmy coś takiego,* Dawid dodał: *Jakoś do ściany się przykładało.* Karolina (bB): *Pamiętam, jak podczas zajęć dawaliśmy do środka lustro i przykrywaliśmy się kocem.*

Na pytanie: *Jakie urządzenie można zrobić z lupy i pudełka,* dzieci najczęściej wymieniały aparat, lecz pojawiały się także pojęcia: *telewizor, kamera, projektor, luneta,* a także *obrazek i lustro.* Alan (dE) od razu zareagował, wskazując, że *można ustawić je [pudełko] przy ścianie i zrobić zdjęcie.* Adam i Ola (cD), próbując przypomnieć sobie, czym jest to urządzenie, najpierw ustawili pudełko przy ścianie, a przy jego otworze przystawili lupę. W soczewce lupy zaczęło odbijać się jasne światło pomieszczenia. Na podstawie powyższego stwierdzili: *To jest lusterko.* Podobne doświadczenia próby przypomnienia sobie do czego służy zestaw przedmiotów, przeprowadzały trzy grupy. W kilku przypadkach uczniowie rozpoznawali przedmioty dopiero po wykonaniu wstępnych manipulacji.

Podczas interwencji edukacyjnej dzieci były uczone, że lupę należy ustawić za pudełkiem (relacja przedmiotów: oko-pudełko-lupa – patrz: rys. 3a), aby można było zobaczyć projekcję wyświetlanego obrazu. Tymczasem większość badanych, próbując przypomnieć sobie działanie poznanego wcześniej urządzenia, chwyciła lupę i od razu przykładała ją do oczu. Dzieci tworzyły w ten sposób układ przedmiotów oko-lupa-pudełko (rys. 3b). Pozwalał on zobaczyć szczegóły faktury kalki technicznej – jeśli lupa przylegała do kalki, albo zobaczyć refleksy świetlne lampy

powstałe na soczewce lupy w wyniku zaciemnienia tła – jeśli lupa była przykładana z drugiej strony pudełka do pustego otworu. Układ oko-lupa-pudełko wydawał się wynikać ze skojarzenia lupy przykładanej do oka. Skojarzenie to było tak silne, że w większości przypadków, mimo wielu prób, dzieciom nie udało się odtworzyć zjawiska projekcji.

Rysunek 3. (a) Układ oko-pudełko-lupa pozwalający stworzyć zjawisko projekcji. (b) Układ oko-lupa-pudełko pozwalający zobaczyć z bliska obraz faktury kalki technicznej



Źródło: opracowanie własne.

W przeanalizowanych nagraniach 75 uczniów (z 87, co stanowi 86% badanych) wykazywało się tendencją do przykładania lupy bezpośrednio do oczu. Część dzieci przechodziła do prawidłowego ustawienia przedmiotów (lupy przed pudełkiem), ale do (ponownego) odkrycia zasady działania potrzebna była wiedza o zachowaniu odpowiedniej odległości od przedmiotu obserwowanego obiektu i dbałość o oświetlenie obiektu oraz zaciemnienie wyświetlacza. Jeśli odległość lupy od pudełka była niewłaściwa (zbyt mała lub zbyt duża), wówczas wyświetlany obraz był niewyraźny, a jeśli wyświetlacz pudełka (kalka) była za bardzo oświetlona, wtedy projekcja była zbyt jasna, aby można ją było dostrzec. Tylko relacja oko-pudełko-lupa przy zachowaniu odpowiedniego naświetlenia i odległości lupy umożliwiały uzyskanie projekcji. Ponieważ uczniowie w ramach interwencji zostali poinstruowani, jak zbudować właściwy model urządzenia, dlatego w badaniu skoncentrowano się na procedurach, jakie stosowali uczniowie w (ponownym) odkrywaniu aparatu otworkowego.

Oprócz dwóch najczęściej występujących układów przedmiotów występujących podczas badania (widocznych na rys. 3) pojawiło się też wyjątkowe zjawisko. Relacja przedmiotów oko-lupa-pudełko, w której uczeń spoglądał na kalkę nie przez lupę, ale bezpośrednio na kartkę, a przez lupę padało jasne światło (np. z okna), wówczas przy odpowiednim ustawieniu odległości na kalce pojawiała się projekcja. Taka wyjątkowa sytuacja pojawiła się w jednej grupie (bF), której dziewczynki dostrzegały projekcję i uznały ją za prawidłową, mimo że inaczej była prezentowana podczas interwencji.

Odtworzenie prawidłowej relacji przedmiotów (oko-pudełko-lupa) udało się ustalić pojedynczym dzieciom w badanych grupach. Ośmioro dzieci od razu lub metodą prób i błędów dochodziło do przypomnienia sobie / odkrycia sposobu ułożenia przedmiotów. Dzieci te najczęściej: odwracały lupę i pudełko, by ponownie przyjrzeć się efektowi, próbowały (niekiedy na siłę) włożyć lupę przez otwory w tekturowym pudełku (np. przez otwór do wylewania mleka), poszukiwały ciemności (np. gasiły światło, chowały się pod stół lub otwierały szafkę i tam próbowały wykonać doświadczenie), starały się wywołać efekt ruchu przed osobą trzymającą pudełko i lupę (np. wchodziły na krzesło, aby być lepiej widocznym na tle okna) oraz odsuwały lupę od pudełka na dużą odległość (np. dzieci odsuwały się na 2-3 m w stronę okna). Wśród 87 badanych tylko 4 dzieci na tyle dobrze zapamiętało proces konstruowania urządzenia (obsługi zestawu przedmiotów), że od razu po otrzymaniu przedmiotów prawidłowo ustawiło lupę za pudełkiem.

W trakcie badania niektóre dzieci przypomniały sobie inne czynności realizowane podczas zajęć 4 miesiące wcześniej. Wspominano czynności wykonywane przy ścianie, jednak mimo prób nie potrafią poprawnie ich odtworzyć (ustawić lupę równolegle, w pewnej odległości od ściany naprzeciw okna). W 11 grupach, 33 dzieci przykładano pudełko do ściany, przyciskając przy tym lupę do pudełka. Dzieci te nie kontrolowały odległości między lupą a pudełkiem, a przyciskając lupę do ściany, sprawiły, że do środka nie wchodziło światło. Mimo to niektóre dzieci twierdziły, że do tego właśnie służy pudełko i lupa (wbrew interwencji) i opowiadały o uchwycie na telefon i projektorze. Oto dwa przykłady dziecięcych zachowań:

- Kamil (dB) staje przy ścianie i przykładają pudełko do ściany. Mówi, że jeśli telefon włoży się do pudełka, to będzie można oglądać filmy. Na pytanie badającego potwierdza, że zbudowane urządzenie to telewizor. Badający dopytuje, jaką funkcję ma lupa. Kamil wyjaśnia, że *jeśli przyłoży się lupę, to będzie lepiej widać*, jednak nie potrafi tego zademonstrować.

- Daria (cA) powiedziała: *Tu się wkłada telefon na ścianę [gest na pudełko] albo na prześcieradło i pokazuje się film.*

Były także dzieci (w 6 grupach), które w trakcie przykładania pudełka i lupy do ściany uzmysłowiły sobie, że pudełko nie jest potrzebne. Odkładały pudełko i przykładaly lupę do samej ściany, a następnie ją odsuwały ustalając ostrość obrazu w przypadku powodzenia. Skuteczność tych zabiegów zależała od ich ustawienia względem źródła światła. Jeśli w pomieszczeniu świeciło światło, wówczas na ścianie pojawiały się refleksy. Niektóre dzieci uznawały ich pojawienie się za sukces. Gdy dzieci nie dostrzegały żadnych zmian (np. nie wykonywały doświadczenia na wprost okna), wówczas efektu projekcji nie było. W czterech grupach dzieci gasiły światło w pomieszczeniu i próbowały ustalić efekt działania aparatu otworkowego, jednak bez rezultatu. Wadą był brak zachowania kąta padania światła lub wybór niewłaściwej ściany (np. bocznej, a nie naprzeciw okna). Takie zachowanie dowodzi,

że dzieci kojarzyły z zajęć czynności, ale nie pamiętały ich szczegółów, tj. relacji przedmiotowej, zachowania odpowiedniej odległości lupy od wyświetlacza i dbania o światło-cień.

W 5 grupach dzieci (15) ustaliły sposób działania urządzenia metodą prób i błędów. Oto opis zachowania jednej z grup: Jacek (bC) po zgaszeniu światła ustawił przedmioty w relacji oko-lupa-pudełko. Podczas oglądania stwierdził: *Nic nie widać*. Milena przypomina sobie: *Na ścianie to pokażcie*. Chłopcy ustawiają pudełko na ścianie i przykładają lupę na ścianie naprzeciw okna. Milena mówi: *Lupa musi być dalej*. Chłopcy zaczynają dosuwać i odsuwać, odrywają lupę od ściany i sprawdzają różne ustawienia. Gdy ponownie zapalają światło, Jacek ustawia lupę w pewnej odległości za pudełkiem skierowaną na białe kartki papieru, na stole dostrzega obraz i mówi z przejściem: *Widać! Zaczynają uważnie obserwować zjawisko*. Nikodem wyjaśnia: *Trzeba mieć dużo słońca*. Jacek dopowiada: *Trzeba mieć oddaloną lupę w takiej idealnej odległości, żeby widzieć kartki*.

Były też dzieci (4), którym wystarczyło krótkie przypomnienie sobie prawidłowego działania urządzenia. MajaB (dC) najpierw ustawiła lupę przy twarzy, a potem przedmioty wyszarpnęła jej koleżanka (MajaA). Gdy ponownie je odzyskała, od razu ustawiła lupę za pudełkiem, tworząc w ten sposób poprawnie działający układ i dając tym samym wzór do naśladowania pozostałym dzieciom w grupie.

Tylko troje dzieci (Tymek (bA), Natalia (bD), Aleksander (bH)) pamiętały prawidłowe działanie urządzenia. Gdy tylko otrzymały przedmioty, od razu przystępowały do prawidłowego ustawienia urządzeń.

Na pytanie, jak działa zbudowane urządzenie, Oliwier (aB) powiedział: *Lupa przybliży i daje światło, i tu [gest na kalkę] wyświetla się to, co jest na polu, tak jakby projektor*. MajaA (dC) wyjaśniła, że *przykłada się pudełko do oczu, lupę tutaj [gestem ustawiła lupę za pudełkiem] i coś będzie widać*. Z kolei Nikodem (bC): *Trzeba mieć dużo słońca*. Jacek dopowiada: *Trzeba mieć oddaloną lupę w takiej idealnej odległości, żeby widzieć kartki*.

Ze względu na niewielką liczbę prawidłowych odpowiedzi czwarte pytanie zadano tylko trzem grupom badanych (bD, bH, cB). Podczas tego etapu badania prezentowano plastikowy kubeczek po jogurcie pomalowany od środka na czarno, w którym dno zostało wycięte, a zasadniczy otwór pojemnika przykryty kalką techniczną. Zadawane pytanie dotyczyło tego, czy pojemnik również będzie mógł spełniać funkcję aparatu: *Czy w takim [gest] pojemniku też będzie można zobaczyć obraz?* Wszyscy uczniowie, którym zadano to pytanie (9), potwierdzili, że można w takim pojemniku stworzyć projekcję.

WNIOSKI I KONKLUZJA

Celem badania było ustalenie, jak uczniowie zapamiętali instrukcję odtworzenia aparatu otworkowego (zjawiska *camera obscura* w tekturowym pudełku) po kilku miesiącach od interwencji edukacyjnej. Dotychczasowe badania pokazują skuteczność edukacyjną zajęć z optyki (Ntalakoura, Ravanis, 2014). Szczególnie wartościowe są zajęcia praktyczne, w których dzieci mogą samodzielnie sprawdzić i odtworzyć omówione przez nauczyciela zjawisko (Costa i in., 2011; Rice, Feher, 1987), a także zajęcia, w których odtwarza się historyczne urządzenia *camera obscura* Ibn al-Hajsama (Mihas, 2001; Kipnis, 1998).

Tego typu zajęcia przeprowadzono w niniejszych badaniach, aby sprawdzić, jak trwała jest wiedza dzieci po takich zajęciach. Okazało się, że poza kilkoma wyjątkami dzieci miały dużą trudność w odtworzeniu zjawiska projekcji w aparacie otworkowym. Tylko 3 dzieci odtworzyło zjawisko od razu po otrzymaniu przedmiotów, 4 potrzebowało kilku minut na przypomnienie sobie całego zjawiska, a 15 ustaliło sposób działania tego zjawiska metodą prób i błędów, przypominając sobie czynności z interwencji. Pozostałe dzieci, mimo że kojarzyły użyte przedmioty z tworzeniem projekcji i pamiętały, że trzeba ustawić je w jednej linii, nie potrafiły odtworzyć efektu doświadczenia.

Powyższe dowodzi, że mimo nieskomplikowanych do przeprowadzenia czynności i wykorzystaniu znanych przedmiotów (lupa, tekturowe pudełko i kalka techniczna) okazuje się, że odtworzenie zjawiska jest dla dzieci kłopotliwe. Jednorazowe przeprowadzenie zajęć wśród uczniów pierwszej klasy nie wystarcza, aby potrafiły odtworzyć jego przebieg. Problemem wydaje się nie tyle relacja przedmiotów (oko-pudełko-lupa), ile rozumienie właściwości światła stanowiące klucz do zrozumienia działania aparatu otworkowego.

Wyniki badań dostarczają ważnej informacji dla praktyków. Dowodzą bowiem, że dla utrwalenia efektu dzieci muszą nie tylko samodzielnie przeprowadzić doświadczenie, ale także wykonać to kilkakrotnie, w odstępie czasowym. Nie bez znaczenia jest także wprowadzenie elementów fizyki wśród dzieci na zajęciach edukacji technicznej, aby zjawisko aparatu otworkowego stało się w pełni zrozumiałe.

Bibliografia

- Anderson, C.W., & Smith, E.L. (1986). *Children's Conceptions of Light and Color: Understanding the Role of Unseen Rays. Research Series No. 166*. <https://eric.ed.gov/?id=ed270318>.
- Costa, M.F.M., Campos, J.A., de Lira, M., Franco, S., & Vazquez-Dorrio, J.B. (2011). Optics and children. *Journal of Physics: Conference Series*, 274, 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/274/1/012002>.

- Feher, E., Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision II. *Science Education*, 72, 637–649. <https://doi.org/10.1002/sce.3730720509>.
- Fetherstonhaugh, T., Treagust, D.F. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653–672. <https://doi.org/10.1002/sce.3730760606>.
- Galili, I. (1996). Students' conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18(7), 847–868. <https://doi.org/10.1080/0950069960180709>.
- Guesne, E. (1985). *Light. Children's Ideas in Science*, R. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien (eds.). Open University Press, Philadelphia.
- Jelinek, J.A. (2018). *Dziecko konstruktorem. Rozwijanie zadatków uzdolnień technicznych u dzieci przedszkolnych i uczniów klasach I-III*, Wydawnictwo CEBP, Kraków.
- Jelinek, J.A., Jak działa aparat fotograficzny? *Bliżej Przedszkola*, 3/2015, s. 58-60.
- Kipnis, N. (1998). *A History of Science Approach to the Nature of Science: Learning Science by Rediscovering it in The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies*, F. McComas (ed.), Kluwer Academic Publishers, 3-39.
- Martini, B., Tombolato, M., D'Ugo, R. (2019). Primary colors as a source of possible misconceptions: An insight into teaching and learning about color. *Colour Culture and Science Journal*, 11(2), 25–33. <https://doi.org/10.23738/CCSJ.110203>.
- Mihas, P. (2001). A historical example of the use of the 'pinhole camera'. *School Science Review* 82(301), 103-104.
- Mihas, P., Vaia, K. (2001). *Problems in the study of the pinhole camera and the lenses*. 9th Panhellenic Physics Conference „Developments, trends, achievements in Teaching Physics”, Chios.
- Ntalakoura, V., Ravanis, K. (2014). Changing preschool children's representations of light: A scratch based teaching approach. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (2).
- Piaget, J. (1974). *Understanding Causality*. W.W. Norton and Company Inc. New York.
- Ravanis, K., & Boilevin, J.M. (2009). A comparative approach to the representation of light for five-, eight- and ten-year-old children: Didactical perspectives. *Journal of Baltic Science Education*, 8, 182–190.
- Rice, K., Feher, E. (1987). Pinholes and images: Children's conceptions of light and vision I. *Science Education*, 71(4), 629–639. <https://doi.org/10.1002/sce.3730710413>.
- Şahin, Ç., İpek, H., Ayas, A. (2008). Students' understanding of light concepts primary school: A cross-age study. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1–19.
- Selley, N.J. (1996). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18(6), 713–723. <https://doi.org/10.1080/0950069960180605>.
- Singh, A., Butler, P.H. (1990). Refraction: Conceptions and knowledge structure. *International Journal of Science Education*, 12(4), 429–442. <https://doi.org/10.1080/0950069900120409>.
- Wosilat, K., Heron, P., Shaffer, P.S., McDermott, L.C. (1998). Development and assessment of a research-based tutorial on light and shadow. *American Journal of Physics*. 66 (10).

PONOWNE ODKRYWANIE PRZEZ DZIECI 8-LETNIE ZJAWISKA CAMERA OBSCURA

Streszczenie: Optyczne zjawisko *camera obscura* sprowadza się do projekcyjnej funkcji lupy. Ustawienie lupy w pewnej odległości od ściany, naprzeciw okna, pozwala na powierzchni ściany wyświetlić obraz widoczny za oknem. Podczas zajęć edukacyjnych zaprezentowano dzieciom to proste doświadczenie i zachęcano je do testowania go, przy użyciu kilku modeli aparatów otworkowych. Po 4 miesiącach od przeprowadzenia zajęć zorganizowano sprawdzian wiadomości, na którym poproszono dzieci o zademonstrowanie omówionego zjawiska. Badania wykazały, że tylko nieliczni potrafili odtworzyć czynności, które wykonywali na praktycznych zajęciach. Mimo dysponowania takimi samymi przedmiotami tylko 19 (z 87) osób potrafiło ponownie odkryć metodą prób i błędów zjawisko optyczne. Niska skuteczność przeprowadzonych zajęć edukacyjnych prowadzi do refleksji, że organizowanie praktycznych zajęć nie wystarczy dla zbudowania przez dzieci odpowiednich śladów pamięciowych. Nawet jeśli dysponowały takimi samymi przedmiotami, kojarzyły je z efektem wywołanym podczas zajęć (projekcją), to nie potrafiły odtworzyć „procedury dojścia” do uzyskania efektu tego zjawiska. Jednorazowe zajęcia edukacyjne, nawet wypełnione aktywnością dziecka, nie dają pewności o ich skuteczności. Potrzebne są dodatkowe procedury przypominające i utrwalające wiedzę.

Słowa kluczowe: zjawisko fizyczne, zjawisko optyczne, lupa, aparat otworkowy, camera obscura, dzieci 8-letnie

8-YEAR-OLD CHILDREN'S REDISCOVERY OF THE CAMERA OBSCURA PHENOMENON

Abstract: The optical phenomenon of the camera obscura boils down to the projection function of the magnifier. By positioning the magnifying glass at a certain distance from the wall, facing the window, the image visible behind the window can be projected onto the surface of the wall. During the educational activities, the children were presented with this simple experience and encouraged to test it, using several pinhole camera models. Four months after the activity, a knowledge test was organised where the children were asked to demonstrate the phenomenon discussed. The test showed that only a few were able to reproduce the activities they had performed in the practical classes. Despite having the same objects at their disposal, only 19 (out of 87) were able to rediscover the optical phenomenon by trial and error. The low effectiveness of the learning activities carried out leads to the reflection that organising practical activities is not enough for children to build up adequate memory traces. Even if they had the same objects at their disposal and associated them with the effect produced during the class (projection), they were not able to reproduce the “procedure for arriving” at the effect of the phenomenon. A single learning activity, even one filled with child activity, does not give confidence in its effectiveness. Additional recall and consolidation procedures are needed.

Keywords: physical phenomena, optical phenomenon, magnifying glass, pinhole camera, camera obscura, 8-year-old children