

Agnieszka Bojarska-Sokolowska

<https://doi.org/10.26881/pwe.2019.44.12>

ORCID 0000-0003-3864-2263

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

bojarska@matman.uwm.edu.pl

Rozwój i wykorzystanie zasady pogładowości w edukacji matematycznej dzieci

Summary

Development and use of the principle of objectivity in the mathematical education of children

The first part of the article presents the history of the development of the principle of viewpoints starting from its illustrative and static perception, and ending with its contemporary, interactive use. In the second part, referring to our own research, we describe and analyze the contemporary use of the principle of viewpoint during extracurricular mathematical classes organized for pre-school and younger school children. The essence of the contemporary use of the principle of objectivity is the intentional and skilful use of didactic means while shaping the mathematical concepts of students. Attention was paid to the fact that children were provided with conditions free and without time pressure to experiment with mathematical objects, the ability to agree their observations and discoveries with their peers, the teacher.

Keywords: mathematical education of children, principle of view, interactive teaching, visual geometry

Słowa kluczowe: edukacja matematyczna dzieci, zasada pogładowości, interaktywne nauczanie, geometria pogładowa

Wprowadzenie

Matematykę jako naukę szkolną w klasach początkowych należy rozpatrywać w trzech aspektach: przedmiotu, metody i języka. Przedmiotem matematyki w klasach I–III są liczby naturalne i działania na nich oraz figury geometryczne. Są one trudne dla dzieci, gdyż nie można tych obiektów zobaczyć, dotknąć. Są to pojęcia abstrakcyjne, które powstają w umyśle dziecka pod wpływem obserwacji różnych sytuacji, kształtów w sytuacjach realnych poprzez zorganizowane nauczanie. Drugi z aspektów matematyki–metoda, charakteryzuje się rozumowaniem dedukcyjnym, regułami i prawami logicznymi. Na etapie edukacji wczesnoszkolnej rozumowanie to będzie konkretyzowane na przykładach, mających jednak charakter rozumowań ogólnych, czyli odnoszących się do różnych przypadków. Kolejnym aspektem matematyki jest jej język, który ma charakter słowno-symboliczny.

Już od najwcześniejszych lat dziecko spotyka się z symbolami matematycznymi, typu: symbole obiektów, np. cyfry 0, 1, ..., 9; symbole operacji, np. symbole działań: „-”, „+”, „·”, „:”; symbole relacji, np. równości „=”, większości/mniejszości „<”, „>” itp. (Bobik 1994: 67–69).

Ten abstrakcyjny charakter matematyki, powoduje wiele trudności w nauczaniu-uczeniu się tego przedmiotu. Problem ten mógłby być po części rozwiązany poprzez umiejętne wykorzystanie pogładowości w edukacji matematycznej. Zasada ta w nauczaniu była przez lata różnie rozumiana i interpretowana, przypisywano jej również różne funkcje. Artykuł ten poświęcony jest historii rozwoju zasady pogładowości. Przedstawiono w nim również przykłady współczesnego wykorzystania jej w edukacji pozaszkolnej dzieci.

Historia rozwoju zasady pogładowości w nauczaniu matematyki

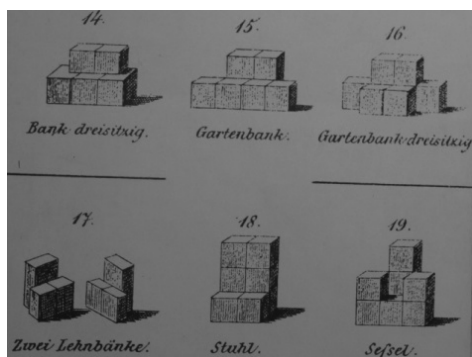
Zasada pogładowości była wykorzystywana w edukacji już od XVI wieku przez F. Bacona, który krytykował nauczanie werbalne i nawoływał do badania zjawisk za pomocą obserwacji i eksperymentu. W książce „Nowa Atlantyda” opisywał mityczną krainę Bensalem, w której mieszkańcy uczęszczają do szkoły zwanej Domem Salomona, w którym przeprowadzają eksperymenty, mające na celu poznanie natury (Bacon 1956: 70).

W początkowym okresie rozwoju, **zasadę pogładowości utożsamiano z ilustratywnością i ograniczono się wyłącznie do jej wzrokowego aspektu**. J.A. Komeński, który jako jeden z pierwszych wprowadził do nauczania postulat pogładowości, domagał się, aby treści książek uczniów zostały zobrazowane dodatkowo na ścianach klasy szkolnej „(...) będzie bardzo korzystne, jeśli wyciągi wszystkich książek dla danej klasy unaocznili się na ścianach sali już to odtwarzając (w treściwym skrócie), już to malując obrazy i symbole, na których co dnia uczniowie ćwiczyć będą swe zmysły, pamięć i umysł” (Komeński 1956: 187). W tamtych czasach nauczanie opierało się na dwóch zasadach. Po pierwsze przyjmowano, że wiedza ma charakter zewnętrzny i obiektywny. Uważano, że wiedza jest w „pełni przekazywalna i treści ją tworzące mogą być tak zilustrowane, by możliwa była ich niezakłócona reprodukcja” (Karwasz, Kruk 2012: 15–16). Po drugie uczenie się traktowano jako kopiowanie wiedzy zawartej w zilustrowanym za pomocą środków dydaktycznych przekazie. „Im wierniejszy przekaz obrazowy zostanie dostarczony uczącemu się, tym prawdziwszy i bliższy pierwowzorowi będzie odpowiadający mu obraz powstający w umyśle odbiorcy” (Karwasz, Kruk 2012: 16). W takim ujęciu procesu nauczania umysł dziecka traktowany był jak karta do zapisywania wrażeń przez demonstrującego wiedzę nauczyciela (Aebli 1982: 30–31). Jako pierwszy zasady pogładowego nauczania w geometrii i rachunkach stosował H. Pestalozzi. W swojej książce „ABC der Anschauung”, określa on za najważniejszą zasadę nauczania – „postrzeganie”, „ogłądanie” wspomagane przez intuicję. Badacz ten przyjmował: w początkowej fazie nauczania arytmetyki-postrzeganie konkretnych przedmiotów; w początkowej fazie nauczania geometrii-postrzeganie miarowych stosunków odcinków. W praktyce nauczania

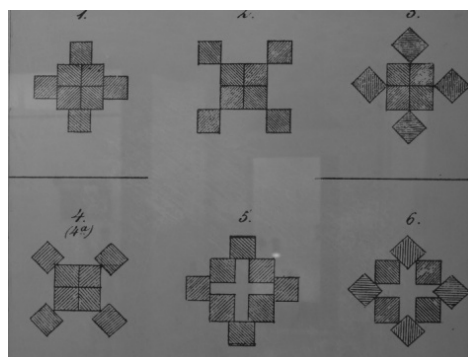
geometrii, H. Pestalozzi wykorzystywał dwie figury: odcinek i kwadrat. Uczniowie mieli za zadanie patrząc na figurę geometryczną wypowiadać za nauczycielem spostrzeżenia, dotyczące tych odcinków, typu: „Pierwsza linia jest krótsza od drugiej, druga jest dłuższa od pierwszej, ale krótsza od trzeciej, trzecia jest...” (Urbańczyk 1960: 15). Uczniowie wykonywali podczas lekcji geometrii, ćwiczenia które opierały się na trzech typach czynności: postrzeganie połączone ze zrozumieniem oglądanych figur i ich wzajemnych stosunków; powtarzanie za nauczycielem zdań wyrażających treść tego, co sami zobaczyli i zrozumieli oraz rysowanie figur (Urbańczyk 1960: 15). Koncepcję nauczania geometrii podaną przez J.H. Pestalozziego uważa się za załazek współczesnej propedeutyki geometrii. Sztuka mierzenia powinna objawiać się orientacją ucznia w formach przestrzennych. Za największy błąd w jego koncepcji nauczania, uważa się przecenianie czynności nazywania, co prowadziło w nauczaniu do nadmiernego werbalizmu. Zwolennicy poglądów H. Pestalozziego organizowali proces nauczania matematyki poprzez zmianę podstawowego obiektu geometrycznego. Na przykład J.F. Herbart zastąpił kwadrat i odcinek – trójkątem, jako „prawdziwym elementem wszelkich form” (Urbańczyk 1960: 17). Założył on, co okazało się błędem, że struktura najprostsza będzie dla uczniów najłatwiejsza do opanowania (Nawroczyński 1987: 157). Tymczasem z badań przeprowadzonych przez B. Harmana, wynika że „dzieci zapoznają się z formami przestrzennymi w następującej kolejności: koło i kula, (...) kwadrat, a po kwadracie trójkąt” (Nawroczyński 1987: 157).

Inni badacze proponowali różne rozbudowane kombinacje odcinków i prostokątów. W. Harnisch rozpoczynał nauczanie geometrii nie od figur płaskich jak H. Pestalozzi lecz od brył przestrzennych: sześcianu, czworoscianu, pryzmatu, walca kołowego. Uważał on, że „bryła geometryczna, którą uczeń nie tylko ogląda ale może także wziąć do ręki, i która reprezentuje świat rzeczy realnych i materialnych, jest lepszym punktem wyjścia do nauki geometrii, aniżeli mało interesujące odcinki czy nawet trójkąty i czworokąty” (Urbańczyk 1960: 17). Ten sposób nauczania, zwany „fuzją planimetrii i stereometrii w początkowym nauczaniu geometrii” (Urbańczyk 1960: 17) został uznany przez większość metodyków. Metodę polegającą na równoległym nauczaniu o figurach płaskich i przestrzennych stosował w swojej koncepcji nauczania F.W. Fröbel. Podstawowymi bryłami, które wykorzystywał w swoim nauczaniu geometrii dzieci w wieku 3–6 lat, były: sześcian, walec i kula. Badacz ten inspirował się dziełami J.H. Pestalozziego, jednak w swoim nauczaniu uwzględnił również jakości zmysłowe oraz aktywne czynniki przeżycia spostrzeżeniowego dzieci, tzn. „to co dziecko spostrzega, to powinno również wykonać rękami” (Nawroczyński 1987: 155). Podczas wykonywania konstrukcji, budowli dzieci, śpiewały zwrotki rymowanki: „Alle Würfel kann ich sehn vor mir auf dem Tisch stehn. Wer was Tüchtiges will baun, muß den Baustoff recht beschaun, ob er auch gesund und feste, wie zu nutzen er aufs Beste” (słowa rymowanki pochodzą z ekspozycji poświęconej Fröblowi, znajdującej się w Deutsches Museum w Monachium). Jest to instrukcja wydajnego i prawidłowego budowania, tj. przed przystąpieniem do budowania należy zapoznać się ze wszystkimi elementami budowli, pomanipulować nimi, aby móc później wykorzystać materiał budowlany w jak najlepszy sposób. Na zdjęciach 1–2 przedstawiono środki dydaktyczne

zapropomowane przez W.F. Fröbla. Na zdjęciu 1 pokazano ilustracje budowli przedstawiających różne typy ławek, krzesło i fotel. Na zdjęciu 2 pokazano przykładowe rzuty z góry różnych konstrukcji do złożenia z klocków Fröbla.



Zdjęcie 1. Ilustracje różnych budowli, muzeum w Monachium



Zdjęcie 2. Rzuty budowli, muzeum w Monachium

Badacz to nauczanie poglądowe wiązał z grami i zabawami dziecięcymi, nawiązywał do zainteresowań intelektualnych dzieci. Zreformował edukację przedszkolną, był twórcą ogródków dziecięcych przygotowujących małe dziecko do edukacji. Innym zwolennikiem poglądowego nauczania geometrii na poziomie niższym był P. Treutlein. Walczył on o uwzględnienie postulatów poglądowości w nauczaniu. Uważał, że „nauka na niższym stopniu powinna być poglądowa: powinna opierać się na rozważaniu różnych ciał i odnajdować w nich poszczególne utwory płaskie i przestrzenne, wykorzystując samodzielność uczniów przy szacowaniu i mierzeniu ich wielkości, rysowaniu i modelowaniu ich kształtu. Należy przy tym nawiązywać do spostrzeżeń z codziennego życia ucznia, zarówno przy poznawaniu nowych pojęć, jak i przy ich stosowaniu (...)” (Urbańczyk 1960: 19). Jednocześnie uważał on, że nauka geometrii na wyższym poziomie powinna wykorzystywać zebrane na niższym poziomie kształcenia spostrzeżenia i przejściu wyłącznie na formę dedukcyjną.

Rewolucja naukowo-techniczna XIX wieku spowodowała **zmianę interpretacji zasady poglądowości ze statycznej i ilustratywnej do postaci dynamicznej i wieloznacznej**. W koncepcji tej postrzeganie ucznia jest rozszerzone na wszystkie zmysły, „sposrteżenia są intensywniejsze, jeżeli uczeń nie tylko ogląda jakiś przedmiot z daleka, ale także bierze go do ręki, manipuluje nim, (...) czyli jeżeli przedmiot oddziałuje nie tylko na analizator wzrokowy ucznia, ale także na inne analizatory (dotykowy, ruchowy (...))” (Urbańczyk 1960: 21). **Kazimierz Sośnicki rozszerzył i przeformułował zasadę poglądowości** sformułowaną przez J.A. Komeńskiego wprowadzając trzy jej funkcje: uogólnienie myślenia ucznia, wyjaśnienie gotowych, słownych uogólnień oraz weryfikację posiadanych uogólnień, pojęć, itp. (Sośnicki 1959: 281). **Według Sośnickiego, bezpośrednie poznanie ucznia nie ograniczało się wyłącznie do spostrzeżeń wzrokowych, a było rozszerzone na wszystkie**

możliwe zmysły, „(...) aby więc mógł ruchowo manipulować przedmiotem, wykonywać doświadczenia i wywoływać zjawiska, wypróbowywać cechy i właściwości spostrzeganych przedmiotów i zjawisk” (Sośnicki 1959: 283). W postrzeganiu pośrednim, uczeń styka się ze środkiem zastępującym rzeczywisty przedmiot, czy symulacją prawdziwego zjawiska. W ramach dydaktyki szkoły aktywnej, której określenie wprowadził H. Aebli, przyjmuje się, że podstawowym elementem myślenia nie jest obraz lecz operacja. Uczący się i konstruujący wiedzę człowiek jest aktywny badawczo nad problemem. Badacz ten wyjaśnia różnicę między uczeniem się nawykowym a operacyjnym, na przykładzie tabliczki mnożenia. W pierwszym przypadku uczeń wyucza się tabliczki mnożenia jako reakcji nawykowej, tzn. każdy iloczyn dwóch liczb zapamiętuje jako spostrzeżenie wzrokowe albo słuchowe dwóch liczb, której wynikiem jest trzecia. W tym podejściu każdy wynik jest niezależny od innych. W drugim natomiast przypadku uczeń opanowuje tabliczkę mnożenia jako system operacji, uwzględniając nie tylko operację mnożenia, ale również dzielenia i dodawania. Dzięki takiemu podejściu może on bez problemu wyprowadzać jedną operację z drugiej, jak również może dochodzić do wyniku (iloczynu) różnymi drogami (Aebli 1982: 103). Dydaktyka aktywna traktuje „uczenie się jako proces badawczy, podczas którego uczący się konstruuje system operacji i określa za ich pomocą pojęcia” (Karwasz, Kruk, 2012: 16). Istotne w tym procesie jest „przygotowanie otoczenia „uwzględniające odpowiednią aranżację przestrzeni i wypełnione jej pomocami i zabawkami (Kruk 2005: 195).

Pierwsze próby opracowania nauczania pogładowego na podstawie badań naukowych przeprowadziła M. Montessori. Opierając się na prowadzonych na dzieciach w wieku 3–7 lat, wynikach badań opracowała ona drobiazgowy system ćwiczeń kształtujący zmysły dziecka, sprawność jego ruchów oraz zdolność obserwowania rzeczy (Nawroczyński 1987: 157). Zaletą tak skonstruowanych pomocy jest możliwość samodzielnej samokontroli przez dzieci, tzn. uczeń jest w stanie wizualnie ocenić poprawność swojego rozwiązania, wadą natomiast jednostronne wykorzystanie proponowanych powyżej pomocy, tzn. uczeń może postępować tylko w konkretny opisany sposób, zawarty w instrukcji. Dydaktyka ta nie uwzględniała znaczenia środowiska zewnętrznego i poznawczej w nim relacji, czynników: kulturowych, językowych, kontekstów związanych z indywidualnymi możliwościami uczącego się, jak również faktu, że człowiek jest podmiotem „działającym wśród rzeczy i obiektów, którym nadaje znaczenie (...) ustalone w działaniu” (Karwasz, Kruk 2012: 16–17).

W latach 70-tych XX wieku Zofia Krygowska wprowadziła na grunt dydaktyki polskiej **czynnościowe nauczanie matematyki**. Koncepcja ta zawierała dwa aspekty: metodologiczne podstawy matematyki jako nauki, tj. **operacyjność pojęć matematycznych oraz psychologiczne uwarunkowania kształtowania się pojęć u dziecka** (Krygowska 1977: 127). W czynnościowym nauczaniu ważną rolę odegrały: teorie Piageta dotyczące stadiów rozwoju poznawczego dzieci oraz koncepcje reprezentacji Brunera, według której dziecko poznaje nowe pojęcia poprzez trzy rodzaje reprezentacji: enaktywną, ikoniczną i symboliczną. Każdej z nich odpowiadają odpowiednie czynności: konkretne, wyobrażone i abstrakcyjne, przez które przechodzi kolejno dziecko podczas kształtowania pojęć.

Czynności konkretne polegają na organizowaniu aktywności dziecka na konkretnych przedmiotach i środkach poglądowych (Wilk-Siwiek 1997: 10). Środki te można podzielić na: przedmioty naturalne i modele. Przedmiotami naturalnymi są: zbiory guzików, orzechów, kredek, fasolek, różnego rodzaju miarki: linijka, centymetr krawiecki, waga z odważnikami, zegar. Modelami matematycznymi są np. liczby w kolorach – do prezentacji i porównywania liczb od 1 do 10, modele figur płaskich, w których pewne elementy są ruchome (Urbańczyk 1960: 32–36), geoplany na których za pomocą gumek można demonstrować różne własności wielokątów jak również ćwiczyć pojęcie pola i obwodów tych figur, itp. **Czynności wyobrażone** polegają na wykorzystaniu podczas nauczania-uczenia się dzieci obrazów, ilustracji/tablic, schematów, grafów. H. Siwiek wyróżnia cztery rodzaje ilustracji i rysunków wykorzystywanych w edukacji wczesnoszkolnej:

- obiekt zastępczy, na którym dziecko ma wykonać działania np. łączenia przedmiotów na ilustracjach,
- obrazy sztuczne, służące zilustrowaniu cech istotnych pojęć matematycznych, które nie mają odpowiedników w codziennym życiu, np. do wprowadzenia systemu dziesiętkowego – pociągi liczbowe,
- ilustracje realistyczne lub schematyczne związane z wykonywaniem ćwiczeń rachunkowych,
- rysunki o tematyce geometrycznej, tj. figury geometryczne, paseczki do mierzenia, mozaiki do wykładania, kratownice do rysowania oraz szlaczki geometryczne.

Czynności abstrakcyjne polegają na wykorzystaniu sformułowań słowno-symbolicznych (Wilk-Siwiek 1997: 10–13).

Rozwój technologii kształcenia, spowodował główny nacisk na efektywność i skuteczność procesu nauczania-uczenia się. W tej koncepcji nauczania **zasada poglądowości wiązała się z kształceniem multimedialnym**, realizowanym z zastosowaniem większej ilości środków dydaktycznych. Cechuje się on polisensorycznością, wielością stosowanych metod, stosowaniem technik audiowizualnych (Kruk 2008: 94–95). W praktyce nauczania matematyki odzwierciedla się to używaniem różnorodnych technologii, począwszy od filmów popularyzujących matematykę, programów komputerowych – kształcących umiejętności rachunkowe i wyobraźnię geometryczną dzieci oraz wykorzystaniu dostępnej elektroniki podczas lekcji matematyki. Dzięki zastosowaniu tych urządzeń można znacznie przyspieszyć proces nauczania matematyki, ale również zubożyć proces percepcji uczniów. Powodując zaniedbanie w procesie uczenia się reprezentacji enaktywnej i przejście bezpośrednio do aktywności kształtujących reprezentację ikoniczną i symboliczną. Rolą zasady poglądowości w tej koncepcji nauczania **jest zilustrowanie określonych treści programu kształcenia**, które jeśli są pozbawione szerszego kontekstu nie inspirują uczniów do refleksji, do interpretacji do pracy twórczej (Kruk 2008: 95). Użycie środków dydaktycznych oraz technologii komputerowych podczas nauczania-uczenia się matematyki nie gwarantuje prawidłowego wpływu na kształcenie matematyczne u dzieci. F. Urbańczyk zwraca uwagę na fakt, właściwego zastosowania tych pomocy podczas zajęć z dziećmi. Nadmierne ich używanie powoduje „dezorientację

uczniów, którzy gubią się w nadmiarze wrażeń i spostrzeżeń” (Urbańczyk 1960: 70). Dlatego też ważne jest podczas stosowania pomocy kierowanie się wyznaczonym celem, czyli wytworzeniem niezbędnych spostrzeżeń do dalszych rozważań. Dodatkową wartość użycia pomocy podczas zajęć z dziećmi jest umiejętne kierowanie do nich pytań/problemów badawczych, które powodują kierowaną obserwację, manipulację przedmiotami połączoną z analizą spostrzeżeń.

Podsumowując rozważania na temat rozwoju zasady pogładowości można za W. Okoń przyjąć, że **współcześnie polega ona na bezpośrednim zmysłowym poznaniu rzeczy, zjawisk, procesów przy czynnym udziale poznania rozumowego** (Okoń 2004: 311).

Współczesne wykorzystanie zasady pogładowości w pozaszkolnej edukacji matematycznej

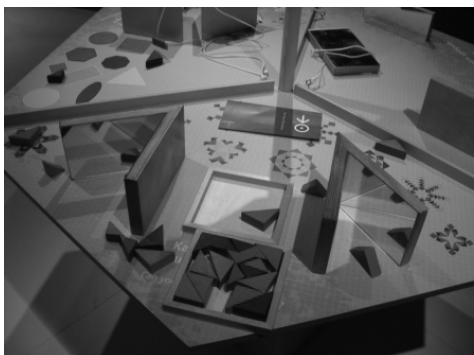
W latach 2008–2018 prowadziłam badania, których celem z jednej strony było opisanie obiektów matematycznych znajdujących się w muzeach, centrach nauki oraz na wystawach interaktywnych, z drugiej strony, zaś analiza zachowania dzieci i młodzieży podczas pozaszkolnych interaktywnych zajęć matematycznych. Ubocznym skutkiem realizacji tych badań jest refleksja nad wykorzystaniem zasady pogładowości w edukacji matematycznej dzieci w badanych przez mnie palcówkach. W postępowaniu badawczym zastosowałam następujące metody i techniki badawcze: obserwację eksponatów i ich dokumentację prowadzoną w muzeach, centrach nauki w Niemczech. Wybór państwa i konkretnych miejsc został podyktowany różnorodnością dostępnych w nich form: wystawa okresowa (Deutsches Technikmuseum w Berlinie), centrum nauki (z sieci Phänomenta, ośrodek w Peenemünde), ekspozycja w muzeum (specjalnie wydzielone w muzeach: Deutsches Museum w München i Erlebnisland Mathematik w Dresden), muzeum matematyki (Mathematikum w Giessen), muzeum prywatne (Centrum Nauki „Explora” we Frankfurcie nad Menem). Przeprowadziłam również obserwację zachowań dzieci podczas interaktywnych zajęć matematycznych na Wydziale Matematyki i Informatyki UWM w Olsztynie i na Uniwersytecie Dzieci w Olsztynie.

Na potrzeby tego tekstu przedstawię przykłady zastosowania pogładowości podczas interaktywnego sposobu nauczania-uczenia się matematyki.

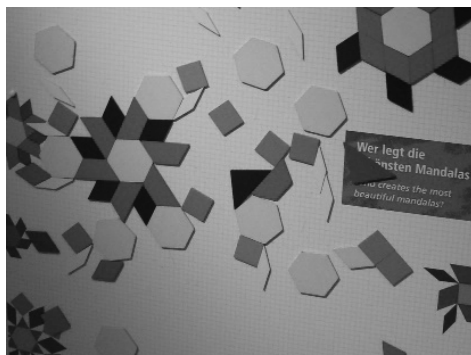
Z interaktywnym sposobem uczenia się matematyki możemy spotkać się dzisiaj w muzeach/centrach nauki. Pogładowość interaktywna polega na bezpośredniej, nieskrępowanej interakcji z przedmiotem poznania, Proces ten został przedstawiony przez J. Kruk, w następujący sposób: „1. **doświadczenie odbiorcy** – z czym mam do czynienia, co chcę zrozumieć? 2. **ekspонат** – czym jest ten przedmiot?, jaki zawiera przekaz? 3. **odbior (interakcja) z eksponatem** – rekonstrukcja sensu 4. **konstrukcja wiedzy** – interpretacja przekazu” (Karwasz i in. 2011).

Eksponaty i ekspozycję, które mogłyby wspomóc edukację matematyczną dzieci można podzielić na:

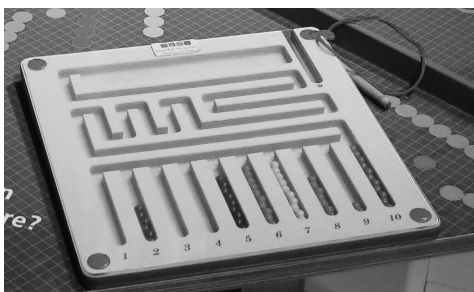
1. eksponaty, dzięki którym można kształcić orientację/rozumienie przestrzenne – zdjęcie 3,
2. doświadczenia dzięki, którym można kształcić rytmy/regularności – zdjęcie 4,
3. eksponaty, dzięki którym można kształcić rozumienie liczby i działań na nich – zdjęcie 5,



Zdjęcie 3. Materiały do konstrukcji kalejdoskopów-wystawa w Berlinie 2008 rok, Muzeum Techniki

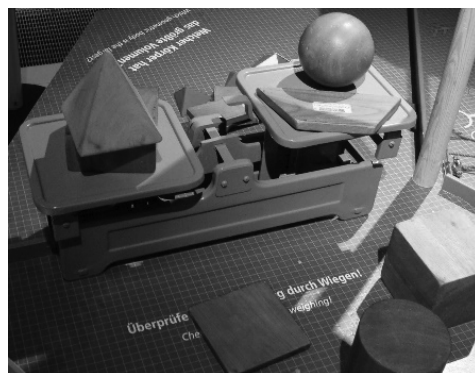


Zdjęcie 4. Magnetyczne klocki do konstrukcji mandali, wystawa w Berlinie 2008 rok, Muzeum Techniki

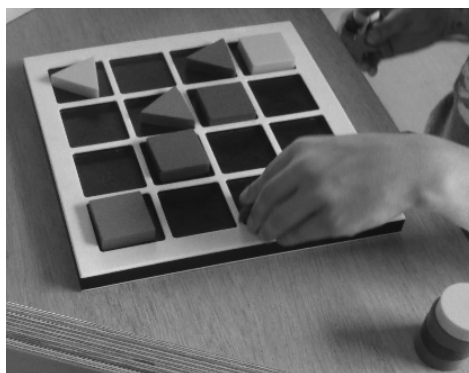


Zdjęcie 5. Ekspонат służący do przeliczania, przyporządkowywania liczb do odpowiednich ilości kulek, wystawa w Berlinie 2008 rok, Muzeum Techniki

4. doświadczenia polegające na mierzeniu/ważeniu – zdjęcie 6,
5. doświadczenia polegające na klasyfikowaniu/układaniu według zadanych warunków – zdjęcie 7,
6. eksponaty ilustrujące mechanizm zjawisk losowych, np. gier – zdjęcie 8,
7. eksponaty angażujące i pokazujące ograniczenia zmysłów (złudzenia optyczne, figury niemożliwe, obrazy anamorficzne) – zdjęcie 9,
8. doświadczenia polegające na rozpoznawaniu kształtów i rozwijające intuicję geometryczną – zdjęcia 10, 11.



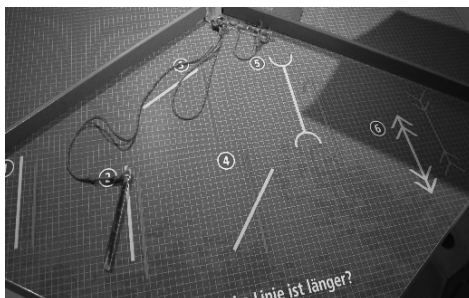
Zdjęcie 6. Ekspozycja służąca do ważenia różnych brył, wystawa w Berlinie 2008 rok, Muzeum Techniki



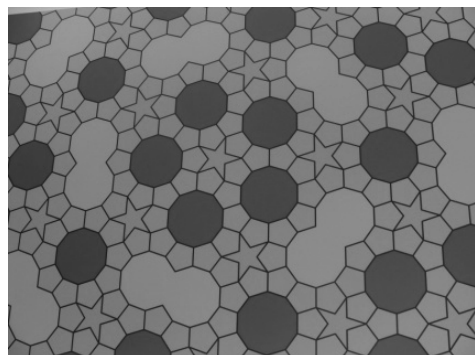
Zdjęcie 7. Ekspozycja służąca do składania sudoku, muzeum w Giessen, 2014 rok



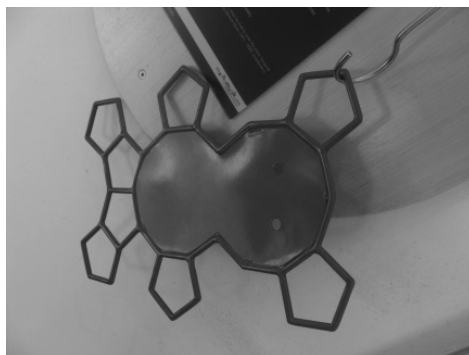
Zdjęcie 8. Ekspozycja służąca do obserwacji zjawisk losowych, muzeum w Giessen, 2014 rok



Zdjęcie 9. Ekspozycja dotycząca złudzeń optycznych, wystawa w Berlinie 2008 rok, Muzeum Techniki



Zdjęcie 10. Plansza z parkietem Penrosa, muzeum w Giessen, 2014 rok



Zdjęcie 11. Przyrząd do szukania misiów na parkiecie Penrosa, muzeum w Giessen, 2014 rok

Na zdjęciu 3 przedstawiono klocki i lusterka, które mogą służyć do odkrywania lustrzanych symetrii. Pytaniami badawczymi na tej wyspie (stanowisku tematycznym) były: Czy możesz stworzyć te wzory? Ile razy możesz mnie odbić? itp. Zdjęcie 4 przedstawia magnetyczne klocki, dzięki którym dzieci mogą układać różne mandale. Mogą wzorować się pokazanymi przykładami na ilustracjach lub wymyślać własne wzory. Pytaniami badawczymi przy tym stanowisku były: Czy możesz układać wzory bez przerw? Kto stworzy najpiękniejsze mandale?

Na zdjęciu 5 przedstawiono eksponat służący do przeliczania kulek, przesuwania ich w labiryntach. Dzieci mogą również porządkować kulki według podanej liczby zapisanej przy każdym otworze, zwracając uwagę na kolor kulek. Pytanie badawcze na tej wyspie brzmiało: Ile kul należy do każdej rury? Dzięki ekspozycji pokazanej na zdjęciu 6, dzieci mogą szacować ciężar brył. Mogą porównywać wagę oglądając bryły, porównywać ich wielkości, ważyć je w ręku. Następnie sprawdzają swoje przypuszczenia, ważąc przedmioty na wadze. Problem przy tym stanowisku brzmiał: Wybierz bryłę najcięższą. Czy jest nią bryła, która jest największa? Swoje przypuszczenia sprawdź za pomocą wagi.

Na zdjęciu 7 przedstawiono eksponat służący do układania czterech kształtów (koło, kwadrat, trójkąt, gwiazdka), w czterech kolorach (niebieski, czerwony, żółty, zielony), w taki sposób, aby ani kolor ani kształt nie powtórzyły się w kolumnie i wierszu. Dzięki eksponatowi przedstawionemu na zdjęciu 8, dzieci mogą poeksperymentować z prawdopodobieństwem wylosowania kulki czarnej (jedna możliwość na milion) która znajdowała się w rurze razem z 999 999 kulkami białymi. Na zdjęciu 9 przedstawiono ekspozycję, na której dzieci mogą przeprowadzić sześć różnych doświadczeń, polegających na wybraniu najkrótszej linii. Na zdjęciach 10 i 11 przedstawiono obiekty, dzięki którym dzieci mogą znaleźć jak najwięcej misiów – zdjęcie 11, na parkietażu Penrosa – zdjęcie 10.

Edukacja matematyczna w muzeach/centrach nauki może być pretekstem do wielu pytań badawczych, sprzyjających samodzielnemu eksperymentowaniu (Kruk 2008: 97).

Miejsce centralne na wystawie zajmuje przedmiot poprzez, który odbywa się kształcenie. Eksponaty przeznaczone dla dzieci w muzeach/centrach nauki są atrakcyjne: powiększone do olbrzymich rozmiarów, zazwyczaj są kolorowe (wyjątek stanowiły eksponaty z centrum w Peenemünde). Wyróżnia je plastyczność, estetyka, wyjaśniają i tłumaczą zjawiska. Interaktywność tych **eksponatów polega na tym, że zmieniają się poprzez aktywność dzieci, ich działanie.**

Niektóre pomysły proponowane przez autorów wystaw interaktywnych wykorzystaliśmy podczas zajęć na Uniwersytecie Dzieci – zdjęcia 12 i 13.

Na zdjęciu 12 zostały przedstawione warsztaty pt.: „Jak układa się wzorki na chodnikach?”, podczas których dzieci w wieku 8–10 lat sprawdzały jakimi wielokątami można wypełnić szelwnie kartkę papieru A4. Wycięte różnokolorowe wielokąty miały pomóc dzieciom w dojściu do kilku wniosków, m.in. nie wszystkimi wielokątami da się wypełnić szelwnie płaszczyznę, np. siedmiokątami, samymi ośmiokątami, dwudziestokątami, siedemnastokątami nie da się tego dokonać. Biorąc tylko trójkąty równoboczne, kwadraty lub sześciokąty foremne można wypełnić całą kartkę papieru według żądanych warunków.



Zdjęcie 12. Dzieci sprawdzają, którymi wielokątami da się wypełnić szelwnie kartkę papieru

Zdjęcie 13. Dzieci dzielą bryły według przyjętych przez siebie kryteriów

Podczas zapełniania płaszczyzny/budowania chodnika można tworzyć różne wzory, układając kolorowe płytki różnych kształtów, itp. W trakcie tych zajęć dzieci zadawały pytania, typu: Czy samymi kołami da się zapełnić płaszczyznę? Czy do konstrukcji można użyć innych figur, np. prostokątów, rombów, trapezów, itp.? i próbowały na nie odpowiadać. Na zdjęciu 13 przedstawiono warsztaty pt.: „Ile ścian ma wielościan”, podczas których dzieci w wieku 6–7 lat zapoznawały się z figurami przestrzennymi. Dzieci miały za zadanie sklasyfikować bryły znajdujące się na stole. Musiały przyjąć sobie jakieś kryterium podziału, dokonać i opowiedzieć o swojej klasyfikacji. Pojawiły się różne rozwiązania, każda grupa wymyślała swoje kryteria, uwzględniając kształt ścian brył, materiał użyty do ich zbudowania, typ modelu, tj. model żeberkowy lub wypełniony przezroczysty czy nieprzezroczysty. Niektórzy kierowali się również kolorystyką modeli. Poprzez wspólną rozmowę między uczestnikami grup, między grupami i z wykładawcą podzieleno znajdujące się na stołach bryły:

- na te, które miały w swojej budowie jakieś koło,
- na te, które miały w budowie ścian wyłącznie trójkąty,
- na te, które miały w budowie ścian wyłącznie prostokąty (w zestawie brył nie było graniastosłupów pochyłych, których ściany są równoległobokami),
- na pozostałe, do których budowy użyto różnych figur.

Niektóre dzieci pytały o nazwy brył, inne zwracały uwagę na kolorowe sznurki znajdujące się w przezroczystych modelach brył, które przedstawiały przekątne i wysokości brył i ich ścian.

Podsumowanie

We współczesnym wykorzystaniu zasady pogłębienia ważna jest nie ilość użytych środków dydaktycznych w procesie uczenia się dzieci, ale ich celowe i umiejętne wykorzystanie podczas kształtowania pojęć matematycznych. Ważnym czynnikiem jest również stworzenie dzieciom warunków swobodnego i bez presji czasu eksperymentowania

z obiektami matematycznymi, możliwości uzgadniania swoich spostrzeżeń i odkryć z rówieśnikami lub nauczycielem. Natomiast dzięki wykorzystaniu technologii cyfrowej można umożliwić im zrozumienie świata.

Literatura

- Aebli H. (1982), *Dydaktyka psychologiczna*. Warszawa, PWN.
- Bacon F. (1995), *Nowa Atlantyda i z Wielkiej Odnowy*. Warszawa, Wydawnictwo ALFA.
- Bobik E. (1994), *O symbolach matematycznych*. „Matematyka”, 2 (marzec-kwiecień).
- Karwasz G.K., Kruk J. (2012), *Idee i realizacje dydaktyki interaktywnej – wystawy, muzea i centra nauki*, Toruń, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.
- Karwasz G., Kruk J., Chojnacka J., *Edukacja multimedialna w centrach nauki i eksploratorach*, http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Publikacje_2011/Edukacja_Multimedialna.pdf, 22.12.2017.
- Komeński J.A. (1956), *Wielka Dydaktyka*. Wrocław, Wydawnictwo PAN.
- Kruk J. (2005), *Eksploratorium jako miejsce alternatywnego uczenia się: na przykładzie projektu artefaktum*, W: T. Bauman (red), *Uczenie się jako przedsięwzięcie na całe życie*. Kraków, Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
- Kruk J. (2008), *Doświadczenie, reprezentacja i działanie wśród rzeczy i przedmiotów. Projektowanie edukacyjne*. Gdańsk, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Krygowska Z. (1977), *Zarys dydaktyki matematyki. Część 1*. Warszawa, WSiP.
- Nawroczyński B. (1987), *Dziela wybrane. tom II. Zasady nauczania*. Warszawa, WSiP.
- Okoń W. (2001), *Nowy słownik pedagogiczny*. Warszawa, Wydawnictwo Akademickie „Żak”.
- Sośnicki K. (1959), *Dydaktyka ogólna*. Wrocław, Zakład Narodowy im. Ossolińskich Wydawnictwo.
- Urbańczyk F. (1960), *Zasady nauczania matematyki*. Warszawa, PZWS.
- Wilk-Siwiek H. (1997), *Przewodnik metodyczny 1,2. O nauczaniu i uczeniu się matematyki w klasie pierwszej i drugiej szkoły podstawowej*. Bielsko-Biała, Wydawnictwo KLEKS.