

Nauczanie fizyki przyjazne rozwojowi

Prolegomena do stosowania wybranych teorii dydaktycznych
w praktyce edukacyjnej¹

Elżbieta Małkiewicz

Uniwersytet Wrocławski, Centrum Edukacji Nauczycielskiej

Andrzej Krajna

Uniwersytet Wrocławski, Centrum Edukacji Nauczycielskiej

Krystyna Sujak-Lesz

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Fizyki Doświadczalnej

Leszek Ryk

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Fizyki Doświadczalnej

Jan Górski

Uniwersytet Wrocławski, Instytut Fizyki Doświadczalnej

I

Jak to w życiu często bywa, nie wiemy, że mówimy prozą, dopóki ktoś nam tego nie uświadomi. Zdziwienie Pana Jourdain towarzyszy nam przez całe życie, jeśli tylko – zachowując zdolność uczenia się – ustawicznie napędzamy pasją i ciekawością poznawczą hermeneutyczne koło samorozwoju.

Tak właśnie pojawiły się w „zbiorowej” świadomości zespołu autorów tego artykułu teorie Lwa S. Wygotskiego i Roberta Karplusa, do których chcemy się odnieść w tekście poniżej. Obaj przemawiali do nas nie tylko „prozą”, ale i z sensem, którego w kolejnych odsłonach reformy oświaty czasem nam brakowało i brakuje, ponieważ były one oparte na ideologiach i doktrynach pedagogicznych, a nie naukowym oglądzie rzeczy, który sfalsyfikować by można.

¹ Zbieżność tytułu artykułu z tekstem M. Żylińskiej *Fizyka przyjazna mózgowi* (por. s. 27 niniejszego tomu) jest przypadkowa, ponieważ problem jest o wiele szerszy. Pedagodzy, powołujący się w swoich pracach na wyniki badań nad mózgiem, z reguły analizują reakcje, które w mózgu zachodzą pod wpływem nauczania-uczenia się, ale w niewielkim stopniu odnoszą te zmiany do rozwoju poznawczego osoby uczącej się. Podobnie jest z teorią konektywizmu edukacyjnego, która zdaje się „nie widzieć” ograniczeń wynikających z rozwoju poznawczego edukowanego (por. M. Fankanowski, *Czy konektywizm jest szansą polskiej edukacji?* [W:] A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz (red.), *Problemy dydaktyki fizyki*. Oficyna Wydawnicza ATUT, Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011, s. 37-48). Podobnie – także poza rozwojem uczącego się – buduje swoje modele edukacyjne komputacjonizm (za: J. Bruner, *Kultura edukacji*, TAIWPN „Universitas”, Kraków 2006, s. 17-27). Z kolei, teorie kulturalistyczne (takie jak – bliski nam – konstruktywizm edukacyjny) nie uwzględniają istotnych ustaleń, które wynikają z badań nad mózgiem. Intuicja Brunera, że w niedalekiej przyszłości dojdzie do spotkania obu nurtów badawczych w dydaktykach wydaje się trafna. Póki co, projektowaniem zmian w edukacji bawią się politycy i zaprzyjaźnieni z nimi pracownicy nauki.

Przypadek Karplusa świadczy o tym, że Europejczycy w Ameryce, nawet reformując oświatę, stają się bardziej pragmatyczni, a idee, które starają się urzeczywistnić poddają aideologicznym procedurom badawczym. Niestety, stworzone przez Nich idee edukacyjne, choć dobrze naukowo udokumentowane, nawet w „nieobecnych dyskursach” pedagogicznych się nie pojawiają. Tym większa zasługa dr Zofii Gołąb-Meyer, że uobecniła w dyskursie pedagogię Karplusa.²

Zamierzamy odwołać się również do koncepcji edukacyjnych Lwa S. Wygotskiego, którego analizy związku między edukacją i rozwojem – mimo trudności interpretacyjnych dotyczących pojęcia „strefy najbliższego rozwoju” – uznajemy za naukowo wiarygodne.

II

Bezdiskusyjnym wydaje się fakt, że nauczanie fizyki przyjaznej nie tylko rozwojowi, ale i mózgowi powinno być oparte na eksperymentowaniu uczniów i narracyjnych metodach nauczania.³ Twierdzenie, że najlepszym nauczaniem fizyki jest takie, które wykorzystuje eksperyment uczniowski, podobnie jak uzasadniająca tę tezę argumentacja, są mało odkrywczе, ale trudne do przełożenia na realia polskiej szkoły.⁴

III

Kiedy masz wstręt do definiowania pojęć takich jak: nauczanie, uczenie się, edukacja – zacznij od cytatów opisujących to, o czym chcesz mówić.

Lektura I

Nauczył mnie [ojciec, przyp. red.] zwracać uwagę na pewne rzeczy. Kiedyś bawiłem się czymś, co nazywaliśmy wagonikiem ekspresowym, a co było małym wagonikiem z poręczą biegnąca dookoła tak, żeby dzieci mogły się bawić ciągnąc

² Zob. „Foton” 1/1996 – *Zeszyt dydaktyczny: Wkład psychologii w nauczanie fizyki*, s. 25-34; por. też: J. Bruner, *Kultura edukacji*, TAiWPN „Universitas”, Kraków 2006, s. 163-179.

³ By przekonać się, że tak można, proszę zajrzeć na łódzką stronę szkolnych kół fizycznych moderowaną przez pracowników Katedry Modelowania Procesów Nauczania Uniwersytetu Łódzkiego (<http://kola.edufizyka.pl>). Równie przekonujących dowodów dostarcza dr Elwira Samonek-Micuk (UMCS Lublin), rekomendując interdyscyplinarne projekty edukacyjne nauczycieli prezentowane w „Edukacji przyrodniczej w szkole podstawowej” (3-4/2002), por. E. Samonek-Miciuk, *Interdyscyplinarny projekt dydaktyczny w realizacji edukacji przyrodniczej*. Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, 3-4/2002, s. 9-192.

By tak nauczać, trzeba opanować trudną sztukę przenikania przez mur wymagań egzaminacyjnych do świata fizyki przyjaznej zarówno rozwojowi, jak i mózgowi ucznia. Trudną, ponieważ za sukcesy egzaminacyjne i konkursowe uczniów jesteśmy nagradzani, za rozwój poznawczy ucznia – nie. Dokonując wyboru, pamiętać jednak wypada – na co zwraca uwagę J. Bruner w cytowanej wyżej pracy, że „nauczyciel musi realizować zadania szkoły tak, aby nie kwestionować aktualnego stadium rozwoju ucznia.” Nie da się ukryć, kij edukacyjny ma także dwa końce.

⁴ Szerzej w: A. Krajna, K. Sujak-Lesz, *Eksperyment uczniowski na lekcjach przyrody i fizyki w szkole*. [W:] *Problemy dydaktyki fizyki*, Oficyna Wydawnicza „Atut” – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011, s. 259-265.

go w różne strony. Była w nim piłka – dobrze pamiętam – w wagoniku była piłka i kiedy go pociągnąłem, zauważyłem coś w sposobie poruszania się piłki, poszedłem więc do ojca i powiedziałem: „Słuchaj, tato, zauważyłem coś: kiedy ciągnę wagonik, wtedy piłka toczy się na tył wagonika, a kiedy ciągnę wagonik i potem szybko go zatrzymam, wtedy piłka toczy się do przodu. Dlaczego tak jest?” - zapytałem. A on na to: „Nikt tego nie wie. Ogólna zasada jest taka, że rzeczy, które są w ruchu, próbują pozostać w ruchu, a rzeczy znajdujące się w spoczynku, próbują pozostać w spoczynku, no, chyba, że mocno je pchniesz”. I mówi jeszcze: „Nikt nie wie, dlaczego tak jest, a nazywają to inercją”. To jest właśnie głębokie rozumienie - nie podał mi po prostu nazwy, znał różnicę pomiędzy znajomością rzeczy z nazwy, a znajomością samej rzeczy. To jest różnica, którą zrozumiałem bardzo wcześnie. Dalej mówił tak: „Jeśli przyjrzyj się temu dokładniej, to zobaczysz, że piłka nie rusza do tyłu wagonika, ale to tył wagonika pchasz w kierunku piłki. Piłka stoi w miejscu, a tak naprawdę z powodu tarcia zaczyna się raczej poruszać do przodu, nie do tyłu”. Pobiegłem więc z powrotem do wagonika, włożyłem do niego piłkę i wyciągnąłem spod niej wagonik. Oglądałem wszystko z boku i widziałem, że on miał rację - piłka nigdy nie toczyła się na tył wagonika, kiedy ja pchałem go do przodu. Poruszała się do tyłu względem wagonika, ale względem chodnika troszkę do przodu. To wagonik ją doganiał. I tak właśnie ojciec mnie uczył, na przykładach i w rozmowach, bez żadnego przymusu, po prostu przyjemne i ciekawe rozmowy.

Richard P. Feynman, *Tyranosaurus w oknie*. [W:] Tegoż, *Przyjemność poznawania*. Wyd. Prószyński i S-ka, s. 20

Lektura II

Oczywiście pierwszy kłopot jest jak zwykle z moją ciotką. Wystarczy jej powiedzieć, że każda kula jest sześcianem, a z punktu zielenieje jak szpinak. Staje w drzwiach, wsparta na szczołce do zamiatania, i patrzy na mnie oczami, po których łatwo poznać, że pragnie mnie opluć. W końcu idzie zamieść patio, ale robi to w ciszy, żadnych tam tang ni boler, które zwykły rankami rozweselać nasz dom. Drugie świństwo robi mi sama kula. Ledwo ją elegancko usadzę na równi pochyłej, na której każdy sześcian siedziałby jak u pana Boga za piecem, ta świntucha wyciąga wszystkie nóżki i spada na ziemię jak błyskawica, a wreszcie zapierdala aż pod szafę, gdzie dziwnym zbiegiem okoliczności zawsze jest pełno „kotów”. Wyciąganie jej stamtąd to jeden koszmar. Nie tylko muszę zawijać rękawy, ale w dodatku, mając alergię na kurz, zaczynam kichać, co sprawia, że olbrzymie kłęby „kotów” wyłażą razem ze sześcianem, doprowadzając mnie do ataku astmy; zwalniam się z pracy, pan Rosenthal grozi, że potraci mi to z pensji, ojciec wyjeżdża z tym, jak to on pod gołym niebem w czasie wyprawy na pustynię, a w końcu ciotka i tak zabiera mi tę kulę i kładzie ją tam, gdzie zdaniem rodziny jest jej miejsce: na półce w salonie, między dziełami doktora Cronina a wypchanym ptaszkiem, własnością mojego braciszka, który jako mały chłopaczek powiększył grono aniołków.

Już, że dwa razy ojciec pytał mnie, dlaczego się upieram przy takich głupstwach, ale nie raczyłem mu odpowiedzieć, bo jego bierność mnie mierzi. Jak to możliwe, żeby wszyscy się zmówili, pozwalając tej przekłętej kuli robić, co jej się podoba? Jeszcze będę walczył przeciw tej cholercze, która, wiem to z pewnością, jest szczęściem. Ustawię ją na równi pochyłej, ciotka znowu zmieni się w szpinak, eh, odwieczny cykl, koty, i tak dalej. Ale ja przeczekam atak astmy, a potem ustawię szczęścian na równi pochyłej, bo tam ma siedzieć, a nie na żadnej półce obok ptaszka.

Julio Cortázar, *Każda kula jest szczęściem* [W:] Tegoż, *Ostatnia runda*. Wydawnictwo Literackie, Kraków 1979, s. 200-201

Oba cytaty opisują myślenie uczniów podczas eksperymentowania w tzw. relacjach edukacyjnych, mówią o ich zaangażowaniu w eksplorację otoczenia oraz o wpływie, jaki na wyniki uczenia się czegoś ma poziom rozwoju struktur poznawczych, a także działania dorosłych.

Inne są wzorce rozumowania, gdy słowa opisujące rzeczywistość są na zewnątrz podmiotu poznającego, w przedmiotach, które opisują, a inne, gdy są zinterioryzowane, i niezależne od kontekstu, czy też uniezależniają się stopniowo od kontekstu.

Zarówno Wygotski, jak i Karplus różnice te opisali znakomicie, choć wychodzili od różnych hipotez i posługiwali się innymi metodami badawczymi. Podobieństwo – należy sądzić – wynika z faktu, że obaj odwoływali się do epistemologii genetycznej Piageta i jego operacyjnego modelu rozwoju, który rozważyli w kontekście edukacyjnym. Obaj dają odpowiedź na pytanie, kiedy człowiek przestaje kłaść kulę, która jest szczęściem na równi pochyłej, bo tam ma siedzieć, a nie na żadnej półce obok ptaszka. Z drugiej strony, powinniśmy jednak pamiętać, że dzięki stawianiu nieznosnej kuli, która nie chce być szczęściem, na równi pochyłej, świat idzie naprzód, że granice poznania wyznaczone przez język, którego używamy, o czym wspomina L. Wittgenstein – dzięki metaforze – możemy przekraczać. Odpowiedzi na ten istotny problem w pismach Karplusa i Wygotskiego nie znajdziemy. Korzystniej byłoby ten problem nazwać dylematem, bo wówczas nie musielibyśmy szukać nań odpowiedzi, ale niestety jest to problem.

Problemem bardziej namacalnym jest, co by się działo, gdyby tych dwóch aktywnych poznawczo ludzi – ten od kuli, która nie chce być szczęściem, i ten, który bada ruch piłki w wagoniku (która nawet nie pomyśli, że jest szczęściem) – spotkało się w przestrzeni edukacyjnej. Co zrobi nauczyciel? Wybór wydaje się oczywisty, ale co by się stało, gdyby położyć mimo wszystko na równi pochyłej, kulę, która nie chce być szczęściem, może okaże się, że nasz wybór metod nauczania powinien być inny.⁵ Jednak czy wtedy uda nam się osiągnąć efekty, wynikające z *Podstawy programowej kształcenia ogólnego*, które stawia

⁵ Por. D. Barnes, *Nauczyciel i uczniowie. Od porozumiewania się do kształcenia*. WSiP. Warszawa 1998. Szczególnie uwagi o pracy w małych, zróżnicowanych pod względem rozwoju poznawczego, grupach.

przed nami pracodawca, a którego nie interesują nasze rozterki zawodowe i wyniki badań „action reaserch”, które prowadzimy, by udoskonalić swoją praktykę? O jakości naszego nauczania świadczą wyniki egzaminacyjne, a nie zmiana, która pod wpływem nauczania-uczenia się zaszła w uczniu... i nauczycielu.

IV

Co znaczy określenie: „nauczanie fizyki przyjazne rozwojowi”? Odpowiedź, że jest to nauczanie uwzględniające poziom rozwoju struktur poznawczych edukowanych uczniów, nie jest truizmem lecz wskaźnikiem jakości edukacji. „Możemy mówić o „nauczaniu” tylko wtedy – jak zauważa Gerd Mietzel⁶ – gdy uczeń się czegoś uczy. Innymi słowy: nauczanie każdego z przedmiotów powinno uwzględniać parametr rozwojowy.

V

Często formułujemy tezę, że systematyczne nauczanie szkolne jest jednym z najważniejszych czynników stymulujących rozwój ucznia. Jak więc należy rozumieć związki między nauczaniem a rozwojem?

Wygotski sądził, że rozpatrując ten związek należy ustalić dwa poziomy rozwoju funkcji psychicznych dziecka, opanowania pojęć oraz wiedzy przez dziecko. Pierwszy poziom nazwał poziomem aktualnego rozwoju. Miał tutaj na myśli taki stopień opanowania funkcji (pojęć, wiedzy), który został ukształtowany w efekcie wcześniejszego rozwoju dziecka. Wskaźnikiem aktualnego poziomu osiągniętego przez dziecko jest samodzielne wykonanie przez nie zadań z interesującego nas obszaru.

Drugi poziom rozwoju dotyczy tych funkcji (pojęć, wiedzy), które dopiero się tworzą. Jego wskaźnikiem jest wykonanie przez dziecko zadań z danego obszaru przy pomocy wskazówek i sugestii osoby dorosłej. Różnica między poziomem rozwiązania zadań dostępnych pod kierunkiem i przy pomocy dorosłych a poziomem rozwiązania uzyskanym w trakcie samodzielnego działania dziecka tworzy *strefę najbliższego rozwoju*⁷. Wygotski stwierdza, że to, co dziecko robi dzisiaj przy po-

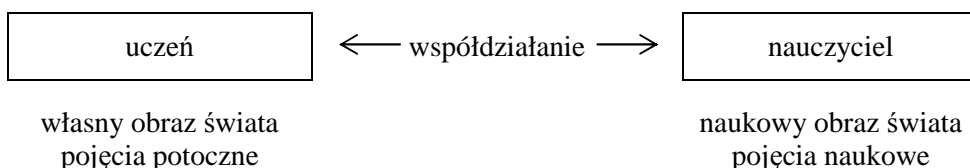
⁶ G. Mietzel. *Psychologia dla nauczycieli. Jak wykorzystać teorie psychologiczne w praktyce dydaktycznej*. GWP, Gdańska 2009, s. 35-37.

⁷ Badacze twórczości naukowej L.S. Wygotskiego (np. N. Veresov'a) bardziej interesują teoretyczne podstawy rozumienia terminu „strefa najbliższego rozwoju”, niż konteksty związane z badaniami Wygotskiego nad rozwojem pojęć u uczniów. Należy pamiętać, że Wygotski opisał różnice między pojęciami naturalnymi a pojęciami naukowymi; por. Tegoż, *Myslenie i mowa*, PWN, Warszawa 1987, s. 164-316, a także syntezę poglądów Wygotskiego zestawioną na s. 154 niniejszego tekstu. Ustalenia te mają istotne znaczenie przy konstruowaniu systemu dydaktycznego przez nauczyciela, o wiele istotniejsze od odniesień do teorii Bachtina. Nie dostrzegamy wagi tego problemu dla rozumienia pojęcia „strefy najbliższego rozwoju”, ponieważ większość tzw. doniesień z badań dotyczy jedynie młodszych uczniów (tj. dzieci w wieku przedszkolnym i z klas I-III szkoły podstawowej), a więc poza głównym obszarem zainteresowań dydaktyki fizyki, a także innych przedmiotów przyrodniczych, które odpowiadają za kształtowanie pojęć naukowych w szkole.

mocy dorosłego, jutro zrobi samodzielnie⁸. Z kolei inni autorzy⁹ (Brown, Ferrara 1994, s. 37) wskazują, że „strefa najbliższego rozwoju jest swoistą mapą obszaru gotowości dziecka ograniczoną na niższym końcu przez obecny poziom umiejętności, na wyższym końcu przez poziom umiejętności, które dziecko może osiągnąć w najbardziej korzystnych warunkach”.

Nauczanie i uczenie się szkolne jest formą systematycznego współdziałania nauczyciela i ucznia, a także jego współdziałania z rówieśnikami. **Współdziałanie to powinno odbywać się w strefie najbliższego rozwoju, nawiązywać do funkcji, pojęć, umiejętności jeszcze nie ukształtowanych, tych właśnie, które, znajdują się tuż za progiem, są gotowe do dalszego rozwoju.** Wygotski nazywa je funkcjami dojrzewającymi. Współdziałając z dorosłym, dziecko może naśladować jego czynności, zdobywać w ten sposób nowe umiejętności, ale tylko w granicach wyznaczonych przez strefę.

Strefa stanowi przestrzeń wspólną dla nauczyciela i ucznia. Uczeń wnosi w nią pojęcia potoczne, nauczyciel naukowe.¹⁰



STREFA NAJBLIŻSZEGO ROZWOJU

Pojęcia potoczne (spontaniczne) **stanowią dolny próg strefy**, są podstawą współdziałania z nauczycielem, bazą, na której odbywa się proces nauczania i uczenia się pojęć naukowych. **Pojęcia naukowe i ich opanowanie na pewnym poziomie leży w strefie najbliższego rozwoju ucznia starszych klas szkoły podstawowej oraz gimnazjum.** Podkreślmy sformułowanie „na pewnym poziomie”, ponieważ cechy charakterystyczne dla pojęć naukowych w myśleniu ucznia w pełni pojawiają się dopiero w okresie adolescencji. Odnosnie starszych klas szkoły podstawowej i gimnazjum możemy powiedzieć, że całą pracę inte-

⁸ Za: L.S. Wygotski, *Problemy nauczania i rozwoju umysłowego w wieku szkolnym*, [w:] *Wybrane prace psychologiczne*, PWN, Warszawa 1971, s. 542.

⁹ Np. A.I. Brown, L.A. Ferrara, *Poznanie stref najbliższego rozwoju*, [w:] A. Brzezińska, G. Lutomski (red.) *Dziecko w świecie ludzi i przedmiotów*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 1994, s. 237.

¹⁰ Przez pojęcie Wygotski rozumie **znaczenie słowa** albo **uogólnienie**. Pojęcia rozwijają się w toku życia człowieka, każda z faz rozwojowych charakteryzuje się specyficznymi dla niej pojęciami. Mimo że dziecko i dorosły posługują się takimi samymi słowami, ich znaczenie, stojące za nimi uogólnienie jest inne na każdym szczeblu rozwoju.

lektualną nad przyswojeniem pojęć naukowych dziecko wykonało wspólnie z nauczycielem, współpracując z nim na lekcjach, naśladowując jego działania. Ten proces naśladowania ma miejsce nawet wtedy, gdy dziecko odrabia lekcje w domu pod nieobecność nauczyciela. Wykorzystuje wtedy samodzielnie doświadczenie zdobyte wspólnie z nauczycielem, dokonuje się transfer opanowanych umiejętności na nowe sytuacje.

Teorii Wygotskiego, mimo klarowności, odniesiona do procesu nauczania-uczenia się uczniów w starszym wieku szkolnym, okazuje się trudnym zadaniem w konstruowaniu systemu dydaktycznego nauczycieli.¹¹

W sytuacji dydaktycznej nieuchronnie **pojęcia potoczne dziecka zderzają się z pojęciami naukowymi prezentowanymi mu przez nauczyciela.**¹²

Pojęcia naukowe nie są przyswajane w gotowej postaci, lecz podlegają rozwojowi. Dziecko kształtuje je z dużym nakładem wysiłku i aktywności intelektualnej. Kiedy zaczyna je sobie przyswajać, dysponuje już bogatym zbiorem pojęć potocznych. Rozwój obu typów pojęć to procesy ściśle ze sobą związane i wzajemnie na siebie oddziaływujące:

- pojęcia naukowe rozwijają się przy pewnym osiągniętym poziomie pojęć potocznych,
- pojęcia naukowe wpływają na poziom już ukształtowanych pojęć potocznych.
- pojęcia naukowe zakładają upośredniony stosunek do rzeczywistości, upośredniony poprzez sieć wypracowanych wcześniej pojęć potocznych,
- oba typy pojęć różni stosunek do rzeczywistości, przyswajając sobie usystematyzowaną wiedzę przedmiotową, uczeń uczy się tego, co wykracza poza jego bezpośrednio doświadczenie,
- przy odpowiednim nauczaniu rozwój pojęć naukowych wyprzedza rozwój pojęć potocznych, np. dziecko lepiej rozumie związki przyczynowe w dziedzinie pojęć naukowych (trafniej odpowiada na pytanie „dlaczego” odnośnie wiedzy szkolnej niż pozaszkolnej),
- stopniowo najistotniejsze cechy systemu pojęć naukowych, jakimi są uświadomienie i celowe użycie pojęcia (obie te właściwości są uwarunkowane przez taką cechę pojęć naukowych, jaką jest systemowość) są przenoszone na obszar pojęć potocznych,
- z kolei przy odpowiednim nauczaniu pojęcia naukowe coraz bardziej zbliżają się do rzeczywistości, stają się bardziej nasycone konkretną treścią – osobistym doświadczeniem dziecka.

¹¹ Por. przypis na s. 151 niniejszego artykułu.

¹² Za: E. Małkiewicz, *Pojęcia potoczne i naukowe a proces nauczania i uczenia się*, [w:] *Nauczanie przyrody. Wybrane zagadnienia*, praca zbiorowa pod red. Ewy Arciszewskiej i Stanisława Dylaka, Wydawnictwa CODN, Warszawa 2005, s. 103.

Odpowiedź na pytanie, co wynika ze zderzenia się pojęć naukowych i potocznych jest konsekwencją rozumienia związku między nauczaniem a rozwojem.

Zgodnie z koncepcją Wygotskiego różnice między pojęciami naturalnymi (potocznymi, spontanicznymi) a pojęciami naukowymi są następujące¹³:

Cechy pojęć potocznych	Cechy pojęć naukowych
konkretne, zróżnicowane, bogate	raczej ogólne niż konkretne
nie tworzą systemu	tworzą system
mniej i bardziej ogólne pojęcia są traktowane jako równoważne	istnieje hierarchia pojęć
tworzą się od dołu do góry	tworzą się od góry do dołu
dziecko ma trudności z definicją pojęcia	dziecko zna i potrafi podać definicję pojęcia
nie są uświadomione, dziecko nie potrafi ich używać w sposób celowy	są uświadomione, dziecko może się nimi posługiwać w sposób celowy
słowa są traktowane jako cechy przedmiotów	słowa to umowne określenia mające wypracowane społecznie znaczenie
pytanie o przyczynę zjawiska jest rozumiane jako pytanie „po co”	pytanie o przyczynę zjawiska jest rozumiane jako pytanie „dlaczego”
siła pojęć potocznych to kryjące się za nimi osobiste i konkretne doświadczenie	siła pojęć naukowych to ich uświadomienie i celowe użycie
ich słabość to niezdolność do abstrahowania, dowolnego operowania, nieprawidłowe używanie	ich słabość to werbalizm i niedostateczny związek z rzeczywistością

Powstanie pojęć naukowych zaczyna się (lecz nie kończy), kiedy dziecko po raz pierwszy przyswaja sobie nowy termin – nośnik pojęcia naukowego.

VI

Przekładu teorii Wygotskiego na praktykę konstruowania systemu dydaktycznego przez nauczyciela ułatwić mogą, jak sądzimy, wzorce rozumowania Karplusa¹⁴ (uwzględniające różnice w rozwoju poznawczym uczniów na poziomie operacji

¹³ Za: A. Krajna, E. Małkiewicz, K. Sujak-Lesz, *Wiedza potoczna ucznia i jej wykorzystanie w edukacji*, [w:] A. Krajna, J. Lesz, K. Sujak-Lesz (red.), *Wokół pedagogiki ucznia w centrum*. Wyd. Mar-Mar, Wrocław 2005, s. 195-206.

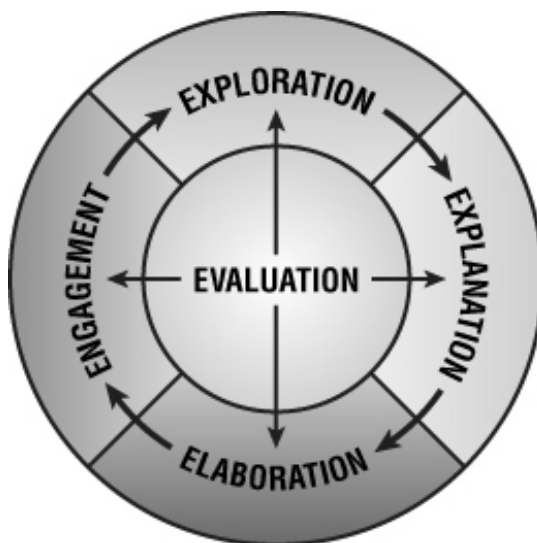
¹⁴ R. Karplus formułując wzorce rozumowania uczniów opierał się na teorii rozwoju poznawczego opracowanej przez J. Piageta.

konkretnych i zdaniotwórczych) oraz model nauczania-uczenia się czegokolwiek opracowany przez Tegoż.

uczeń rozumujący na poziomie konkretnym	uczeń rozumujący na poziomie formalnym
<ul style="list-style-type: none"> - potrzebuje odniesienia do działania, przedmiotów i sytuacji znanych, - wymaga prowadzenia krok po kroku bez pośpiechu, - nie jest świadom własnego rozumowania, bywa niekonsystentny, przeczy sobie. 	<ul style="list-style-type: none"> - nie potrzebuje odniesienia do konkretnego, rozumuje używając pojęć abstrakcyjnych, twierdzeń, stosuje logikę i używa symboli opisu idei, - sam może zaplanować dłuższą procedurę wymagającą wielu kroków, - jest świadom swego rozumowania, jest krytyczny.

Za: Z. Gołąb-Meyer, *Wkład psychologii w rozwiązywanie problemów dydaktycznych*. „Foton 43, 1/1996, s. 26-27.

Proces uczenia się wg Karplusa składa z pięciu zachodzących na siebie cykli¹⁵:



Rys. 1. Cykl uczenia się R. Karplusa zmodyfikowany przez R. Bybee

¹⁵ Za: <http://www.agpa.uakron.edu/p16/btp.php?id=learning-cycle>. Zachowano angielską wersję językową zapisu cykli (por. rys. 1), wychodząc z założenia, że tłumaczenia na język polski terminów diagramu może mieć niekorzystne dla rozumienia problemu, odcienie znaczeniowe.

Zaangażowanie (Engagement) – faza inicjująca proces uczenia się czegokolwiek w szkole, uczeń „chwytą” tzw. temat, zaciekawia się stawianym przez nauczyciela problemem. Dominującą rolę w tej fazie cyklu uczenia się odgrywa chcąc nie chcąc nauczyciel; to on: stawia problem, rozpoznaje wiedzę i umiejętności poznawcze uczniów przed uczeniem się czegokolwiek, tworzy uczniowskie zespoły badawcze i pomaga uczniom w tworzeniu grup zadaniowych, formułuje cele działań poznawczych uczniów, informując ich, do czego zmierzają, podejmując określony trud edukacyjny, przypomina uczniom, jakie mają umiejętności i jaką wiedzę dysponują, przystępując do lekcji.

Badanie (Exploration) – uczeń buduje swoją wiedzę dzięki naprowadzającym pytaniom nauczyciela, które – podobnie jak obserwacje – wyznaczają granice strefy najbliższego rozwoju.

W tej fazie cyklu uczenia się dominującą rolę pełni uczeń, ponieważ to on jest aktywny: gromadzi dane, które pozwolą na rozwiązanie problemu postawionego przez nauczyciela na lekcji.

Wyjaśnianie (Explanation) – uczeń opisuje swoje badania, nie tylko procedury, ale także przesłanki i rozmyślenia, które doprowadziły go do takich, a nie innych wyników. Nauczyciel w dyskusji doprecyzowuje rozumowanie ucznia, wprowadzając m.in. „naukowe” słownictwo, pozwalające na uogólnienie doświadczeń uczniów.

Rozszerzenie (Elaboration) – w tej fazie cyklu nauczyciel dostarcza uczniom nowych informacji, formułuje problemy, które uczniowie mogliby rozwiązać stosując wiedzę i umiejętności, których się nauczyli w poprzednich fazach cyklu uczenia się. Wychodzenie przez ucznia poza dostarczone informacje czyni cel nauczania czegokolwiek bardziej klarownym i staje się elementem służącym do analizy rzeczywistości pozaszkolnej.

Ocena (Evaluation) – nauczyciel ocenia stopień rozumienia nowej wiedzy przez ucznia. Robi to w trakcie wszystkich faz cyklu.

Kluczową (centralną) rolę w modelu uczenia się Karplusa odgrywa ocena (Evaluation), które należy widzieć jako czynność badawczą, ułatwiającą rozumienie tego, jakie zmiany w uczniach zachodzą pod wpływem nauczania.¹⁶

„Zwiad dydaktyczny”, którego dokonuje nauczyciel przystępując do nauczania czegokolwiek (lepiej to zrobić w fazie planowania lekcji, wówczas cele, jakie stawia nauczyciel przed uczniami mogą zostać sformułowane bardziej realistyczne), powinien dawać informację o tym, jaki jest stopień rozumienia przez ucznia tego, co będzie poznawał w każdej fazie lekcji. Metody pozyskiwania danych mogą być

¹⁶ Podobnie uważa G. Mietzel: „Informacje na temat szkolnego uczenia się można pozyskać tylko podczas badań prowadzonych przez nauczyciela w klasie szkolnej.” I dalej: „Możemy mówić o „nauczaniu” tylko wtedy, gdy uczeń się czegoś uczy.” (Tegoż, *Psychologia dla nauczycieli. Jak wykorzystać teorie psychologiczne w praktyce dydaktycznej*, GWP, Gdańsk 2009).

zróżnicowane; zazwyczaj jest to obserwacja uczestnicząca. Stosując tę metodę należy jednak pamiętać, że „aby coś tylko zobaczyć, trzeba coś myśleć w trakcie patrzenia”¹⁷, a więc musimy uzbroić swoje zmysły w odpowiednią dla naszej „action reaserch” aparaturę interpretacyjną (poznawczą). W każdej z faz nauczycielski wgląd w sytuację dydaktyczną będzie dotyczyć różnych elementów.

W karplusowskiej fazie zaangażowanie ocena jest elementem diagnozy wstępnej: „Co uczeń poznawczo wnosi w planowaną przeze mnie sytuację dydaktyczną?” Innymi słowy: Czy to, co uczeń wie i potrafi (aktualna strefa rozwoju) pozwoli na realizację moich zamiarów dydaktycznych, czy to, co planuję pozwoli mi się znaleźć w strefie najbliższego rozwoju ucznia. Do dyspozycji ma różne metody diagnostyczne.¹⁸

W fazie badania – według Karplusa – nauczyciel powinien oceniać procedury zbierania danych przez uczniów, a nie wynik działania uczniów. Pogląd – jak się wydaje – oczywisty, ale rzeczywistość często jest inna. Tymczasem nauczyciel w tej fazie cyklu uczenia się uczniów powinien zastanowić się nad tym, czy uczniowie zbierają dane eksperymentalne właściwie, czy procedury stosowane przez nich podczas zbierania danych są badawczo – poprawne, w jaki sposób zapisują dane pomiarowe, a w konsekwencji oceniają jaki jest efekt pracy badawczej uczniów: logiczny (zalgorytmizowany) czy przypadkowy?

Jak łatwo zauważyć, pytania tego typu „kształtują uwagę” i porządkują obserwację uczestniczącą, którą nauczyciel prowadzi. Przedwczesna ocena wyniku pracy ucznia zakłóca obserwację, blokując nauczycielowi wejście do strefy najbliższego rozwoju ucznia.

Ocena wyniku pracy ucznia powinna mieć miejsce w kolejnej fazie karplusowskiego modelu uczenia się – objaśnianiu. W tej fazie ocenie nauczyciela powinno podlegać bowiem to, jak uczniowie wykorzystują zebrane podczas badania informacje oraz to, jak wykorzystują wiedzę uprzednią ujawnioną w fazie zaangażowania. Ponadto, nauczyciel może poddać ocenie stopień zrozumienia przez uczniów nowego słownictwa i nowych koncepcji.

Z kolei w fazie opracowania, zamiast formułować wnioski, czego się uczeń nauczył podczas lekcji, nauczyciele skupiają się na tym, jak uczeń rozwiązał test zamieszczany na końcu rozdziału podręcznika, czasem oceniają tabelę z opracowanymi przez ucznia wynikami. Rzadko badają zmianę w uczniu, która świadczy o jakości nauczania cokolwiek.

¹⁷ H-G. Gadamer, *Aktualność piękna. Sztuka jako gra, symbol i święto*. Warszawa: Oficyna Naukowa, 1993, s. 39.

¹⁸ Poglądy autorów nt. diagnozowania i przykłady narzędzi diagnostycznych opisano np. w: A. Krajna, J. Lesz, K. Sujak-Lesz, E. Małkiewicz, L. Ryk, *Budować wspólnotę w różnorodności/Building Community in Diversity*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza „Atut”, 2012, s. 74-118.

VI

Używając narzędzi badawczo-interpretacyjnych i założeń teoretycznych opisanych powyżej przeprowadzono zajęcia laboratoryjne z uczniami w Pracowni Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Wrocławskiego.¹⁹

Opis działań

Opracowano „Karty pracy”, przygotowano stanowiska badawcze (nie gotowe zestawy lecz zbiory elementów wykorzystanych podczas wykonywania doświadczeń przez uczniów).

Po przygotowaniu obudowy dydaktycznej zaproszono do współpracy uczniów starszych klas szkoły podstawowej. Do współpracy zaproszono dziewczęta i chłopców.

Przed zajęciami oceniono zdolność postrzegania analitycznego uczniów biorących udział w zajęciach (cecha ta jest istotna w uczeniu się fizyki) używając narzędzi diagnostycznych opracowanych przez Josefa Trnę z Uniwersytetu Masaryka w Brnie.²⁰

Badania wykazały, że w grupie znaleźli się uczniowie o wybitnych, jak i przeciętnych zdolnościach do postrzegania analitycznego.

Sesje były nagrywane. Analizie poddano jedynie zachowania komunikacyjno-językowe uczniów.

W dalszej części pracy zostaną przedstawione wyniki jednej z sesji.

Zestaw doświadczalny

Zestaw został skonstruowany z prostych elementów, zgodnie z założeniem, że uczeń mógł manipulować nie tylko pojęciami, ale również przedmiotami. Do pomiaru dzieci nie używały zaawansowanych przyrządów pomiarowych wspomaganych ICT, których wyniki analizuje za nich „czarna skrzynka”.

Ich uwagę kształtowała *Karta pracy*, która określiła sposób wykonania doświadczeń i procedury badawcze.

¹⁹ Podobne procedury organizacyjne są stosowane w kształceniu studentów-przyszłych nauczycieli fizyki.

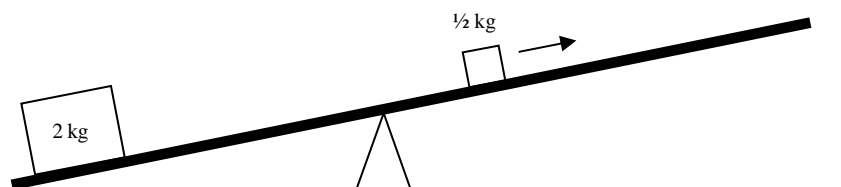
²⁰ J. Trna, *Objevte v sobě Einsteina!: test vnímání a pozorování pro děti od 5 do 11 let*. Brno: Paido, 1999. Polskojęzyczna wersja testu pod nazwą „*Test badający umiejętność postrzegania analitycznego <Zastanów się zanim odpowiesz>*” ukazała się w: A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, *Uzdolnienia fizykalne uczniów*, Legnica: Wyd. WODN, 1996, s. 13-25; por. też: A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz, J. Trna, *O osiągnięciach uczniów – inaczej*, „Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej” 3-4/2001, s. 201-217. (Przedruk: „Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej” 1-4/2008, s. 167-183. W pracach wymienionych wyżej opisano procedury badawcze i wyniki badań pilotażowych.

MASZYNY 1**Czy przy pomocy ciężarka 1/2 kg można podnieść ciężar 2 kg?**

UWAGA! Kładź i zdejmuj ciężary powoli, ostrożnie. Koniec deski spadając może Cię uderzyć!

Na krótszym końcu deski połóż ciężar 2 kg. Jego środek powinien być 25 cm od osi (punktu podparcia deski).

Po drugiej stronie osi połóż ciężarek 1/2 kg i powoli przesuwaj ku dłuższemu końcowi deski aż do momentu, gdy duży ciężar się podniesie.



Zmierz jak daleko od osi obrotu deski jest mały ciężarek i wynik zapisz w tabelce.

Powtórz doświadczenie kładąc ciężar 2 kg w odległości 20 oraz 15 cm od osi.

Ciężar duży 2 kg	25 cm	20 cm	15 cm
Ciężarek mały 1/2 kg			

Czy zauważasz jakąś prawidłowość?

Jeśli prawidłowość ta nie jest dokładna, napisz co mogło spowodować tę niedokładność.

Wyobraź sobie, że stoisz na desce 100 cm od osi, a po drugiej stronie 10 cm od osi leży ciężar.

Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?

Odpowiedzi modelowe²¹ na pytania z *Karty pracy*:

Czy zauważasz jakąś prawidłowość?

- Wielkości ciężarów pomnożone przez ich odległości od osi są sobie równe.
- Mały ciężarek jest tyle razy dalej od osi, ile razy jest mniejszy od dużego ciężaru.
- Cztery razy mniejszy ciężarek jest cztery razy dalej od osi niż duży.

Jeśli prawidłowość ta nie jest dokładna, napisz co mogło spowodować tę niedokładność.

Prawidłowość nie jest dokładna. Niedokładność tę mogły spowodować:

- tarcie osi (opory zawieszenia);
- niedokładny pomiar odległości ciężarków od osi (trudno zmierzyć położenie środka ciężarka);
- zbyt szybkie przesuwanie ciężarka po desce (powoduje przesunięcie go zbyt daleko od osi).

Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?

Mogę podnieść 500 kg.

Jeśli mój ciężar wynosi 50 kg, to: $50 \text{ kg} * 100 = x * 10$

Więc $x = 100/10 * 50 \text{ kg} = 500 \text{ kg}$.

Moja odległość od osi jest 10 x większa niż odległość ciężaru. Mogę więc podnieść ciężar 10x większy od swojego. Ważę 50 kg, więc mogę podnieść 500 kg.

Przykładowy zapis pracy grupy uczniów uwzględniający cykl uczenia się Karplusa

Grupa zadaniowa I

Uczennice:

U1 – zdolność do postrzegania analitycznego przeciętna

U2 – zdolność do postrzegania analitycznego wysoka (talent)

U3 – zdolność do postrzegania analitycznego poniżej przeciętnej

Nauczyciel (N1)

²¹ „Odpowiedź modelowa” stanowi wzorzec „oceny” osiągnięć szkolnych ucznia i oceny skuteczności działań dydaktycznych nauczyciela. Porównanie odpowiedzi modelowej z odpowiedziami, jakie uczniowie udzielili na pytanie wypełniając *Kartę pracy*, może być źródłem refleksji, czy cele, jakie sobie założyłem zostały na lekcji zrealizowane, co muszę jeszcze zmienić w działaniach dydaktycznych, aby osiągnąć zaplanowaną zmianę w uczniu?

Zaangażowanie

N1: To są problemy do rozwiązania.

(nauczyciel rozdaje karty pracy i omawia zestaw doświadczalny, którego uczniowie będą używać podczas rozwiązywania problemów)

To zadanie polega na tym, że tutaj mamy dwukilogramowy ciężki odważnik.

Postawimy go w odległości 25 cm od miejsca, gdzie ta deska jest podparta, o, ona, jak widzicie, może się pochyłać, jak waga.

W tej chwili jest tak wyważona, że zachowuje równowagę.

Jeżeli postawimy tutaj, 25 cm od osi obrotu ciężarek, to oczywiście on opadnie.

Pytanie jest, **czy można podnieść ten duży ciężarek używając tego małego?**

Postawicie go na tej desce i będziecie odsuwać stopniowo, aż do momentu, kiedy ten mały ciężarek podniesie, przeważy ten duży.

U3: Mamy tutaj coś pisać? (dot. karty pracy)

N1: Proszę?

U3: Mamy tutaj coś pisać? Na tych kartkach?

N1: No dobrze by było. Dać wam coś do pisania?

U3: mhm

N: Dobrze. **No i właśnie trzeba będzie zmierzyć taką miarką odległość od tej osi do środka tego małego ciężarka i wpisać wynik pomiaru do tabeli.** Tu jest jeden długopis. (ocenie)

Badanie

(porządkowanie reguł działania)

U3: Chyba mam

U2: Iza.

U3: Czekaj, najpierw zaczniemy rzucać tutaj.

U1: Ej, czekajcie.

U3: Jeszcze trochę

U2: ale czekaj, może trochę wcześniej

U1: ale po kolei

U1: ej, weźcie, bo tę wagę rozwalicie

U2: tu jeszcze nie.

U2: trochę

U1: i jeszcze kawałek.

U1: jeszcze trochę.

U1: czekajcie, czekajcie, bo nam to zaraz spadnie

(podział ról, działanie systemowe – wykonywanie doświadczenia, odczyt wyników, zapisywanie)

U2: jeszcze kawałek. Jeszcze

U1: jeszcze przesuwaj

U2: jeszcze przesuwaj. Jeszcze!

U1: No jeszcze

U2: jeszcze!

U1: jeszcze trochę

U2: przesun do końca

U1: nie, nie. To już wystarcza (U3 przesun ciężarek; U1 mierzy miarką odległość)

U2: to będzie sto.

U1: sto sześć (zapisują)

U3: i o pięć niżej.

U1: teraz ten musi być na dwadzieścia (U1 przesuwa duży ciężarek, U3 przestawia mały)

N1: i co?

U3: ten pewnie będzie.

N: ewentualnie możecie powtórzyć to kilkakrotnie. (**oceniańie**)

U1: Już się podnosi, jeszcze kawałek

N1: jeszcze, jeszcze, moment (U1 mierzy odległość) o (**oceniańie**)

U1: dobra

N1: do dwudziestu

U3: ile?

U2: ile będzie? Osiemdziesiąt.

U1: osiemdziesiąt trzy (zapisują)

U2: Mogę teraz ja przesuwać, uwaga.

U3: tutaj, wiesz.

U1: nie

U1: daj trochę bliżej, czy się da, już się da

U3: bliżej. Czekaj (próbuję przesunąć ciężarek)

U1: ej, daj, teraz ja

N1: tylko ten ciężarek przesuwasz powolutku. (**oceniańie**)

U1: jeszcze kawałek.

N1: właśnie

U3: No już było, U2 (U1 mierzy odległość) sześćdziesiąt pięć (zapisują)

Wyjaśnianie

(formułowanie wniosków)

U3: Czy zauważasz prawidłowość?

U1: no., im bliżej ten ciężarek jest osi, tym ten też musi być bliżej. Tu było 25 i musiało być sto sześć

U3: no to im bliżej jeden ciężarek, to i drugi ciężarek bliżej

U1: właśnie.

U3 (szepcem. Pokazuje na chłopców obok) co oni mają?

U1: im cięższy ciężarek bliżej osi, tym lżejszy też musi być bliżej

U3: No to.. Czy mamy to zapisać czy narysować jakoś? (pytanie w kierunku nauczyciela)

N1: jeżeli możecie, to zapiszcie swoje wnioski (**oceniańie**)

U2: to jak?

U1: Każda pisze swój (zapisują)

U3 (szepcem do U1): jak się pisze „lżejszy”?

U1 (szepcem): Ż z kropką

U2 (zagląda do U1): tym lżejszy.

U3: ciężarek. (U2 i U3 zaglądają coraz do U1, wzorują się, albo przepisują, wymawiając niektóre wyrazy na głos). U1 pierwsza kończy zapisywać, przesuwa lżejszy ciężarek bliżej osi

U1: czasem też jest bliżej osi, a nie podnosi., stoi tu - nie podnosi, stoi tu - podnosi.

U2: właśnie nie, musi być dalej

N1: Zwróćcie uwagę na liczby. Ten cięższy jest ile razy cięższy od lżejszego? (**ocenia-
nie**)

U3: ale patrz jak cięższy jest dalej, to i mały musi być dalej, a im ten bliżej, to i ten..

U1: czyli dwa razy.

N1: cztery. Dwa kilogramy i pół kilograma. I zwróćcie uwagę na odległości też

U1: też około cztery razy, musi być między nimi mniej więcej cztery razy. Musi być między nimi jakaś odległość

U3: mniej więcej cztery razy

U2: U3.

U3: no co

U2: czyli tu musimy coś.

U1: nie, tu jest dobrze, ale tu, żeby była dokładniejsza, musi być cztery razy.

U3: no tyle razy ile cięższy jest cięższy ciężarek

U1: no, tyle razy to ma być większa odległość dużego od małego (zapisują. U2 i U3 zaglądnę do U1.)

U2: Czekaj., ej a wy sobie tu siedzicie, tak?

U1: chodź tu siadaj z nami (U2 przesiada się na drugą stronę stołu)

U1: masło maślane wyszło.

U2: no

(Pomiar sprawdzający)

(U1 wstaje i jeszcze raz ustawia ciężarki i mierzy)

U1: tu jest piętnaście, cztery razy piętnaście, czyli tu musi być sześćdziesiąt (? – niedokładnie słychać) centymetrów, (przestawia mniejszy ciężarek) no i wtedy też, patrzcie, jak jest... patrzcie, jak tu jest cztery razy więcej (pokazuje), tu jest cztery razy, to tu też trzyma

Rozszerzenie

U2: kropka. Teraz to. O, to już ostatnie (wczytują się w zadanie. U1 zaczyna coś rysować. U2 zagląda do niej, też rysuje)

U2: to jest trochę takie trudne (?)

U3: gdzie robisz to? (szepcem. U3 też zagląda do U1)

N2: możecie się naradzać.

N1: Macie kłopoty z rozwiązaniem tego?

U1: tu jest coś z tym cztery razy, tylko.

N1: proszę?

U1: pogubiłam się we własnych myślach, tu mówię (pokazuje na swoją kartkę) coś jest cztery razy cięższe od czegoś, tylko.

N1: to znaczy odkryłaś, że tyle razy dalej musi być ciężarek, ile ten jest cięższy. Tutaj masz dziesięć cm, tutaj sto. Żeby znaleźć ten ciężar to musisz znać swój własny ciężar. (**ocenia-
nie**)

U1: hm, to ja ważyć, nie pamiętam.

U2: ile ważysz, U3?

U3: trzydzieści. A ty?

U2: trzydzieści sześć

U3: ile?

U2: trzydzieści sześć

U1: a ja ważyć, jeśli takie coś, to jest dziesięć razy więcej.

U2: czyli czterysta

U1: czyli to jest dziesięć razy
 U3: Ja ważę trzydzieści.
 U1: ile?
 U2: czterysta dwadzieścia pięć
 U1: matko
 U3: czyli to waży trzysta. O, ludzie!
 U1: no, nie wiem, chyba tak.
 U3: to moje waży trzysta
 U2: to moje będzie ważyło trzysta sześćdziesiąt?
 U1: tak
 U3: chyba tak (zapisują)
 U3: o, ludzie.
 U1: zrobiliśmy
 N1: proszę?
 U1: zrobiliśmy
 N1: prawie pół tony, tak?
 U1: mhm.
 U3: u mnie trzysta
 U1: a u mnie trzysta sześćdziesiąt
 N1: to możemy przejść do drugiego? (**ocenie**)
 U2: mhm.
 U1: tak
 N1: nie zmęczyłyście się już?
 U1: to mamy zostawić tu? (pokazuje na swoją kartkę)
 N1: podpiszcie te kartki swoimi imionami

Grupa zadaniowa II

Uczniowie:

U4 – zdolność do postrzegania analitycznego przeciętna

U5 – zdolność do postrzegania analitycznego wysoka (talent)

Nauczyciel (N2)

Zaangażowanie

N2: (brak początku nagrania) ... która jest zawieszona w pewnym miejscu na osi. Jest tak wyważona, jak waga, nie przechyla się ani w jedną, ani w drugą stronę.

U4: tak

N2: Jeżeli postawicie na jednym z końców, tutaj, ciężarek ten trzykilowy

U5: dwu.

U4: dwu

N2: spróbuj go tutaj postawić

Badanie

U5: gdzie to ma być? (stawia)

N2: tak, żeby środek był w odległości dwudziestu pięciu centymetrów od osi., no to... (**ocenie**)

U4: chyba dalej (przesuwa ciężarek)

N2: noo, teraz jest za daleko, jak spojrzysz z boku, ty patrzysz z tamtej strony (**ocenie**)

U4: aa!

N2: trzeba patrzeć zawsze., (kreśli ręką linię nad zaznaczoną na desce odległością) ... o właśnie, tak, jak, (pokazuje na drugiego chłopca, który pochyla się nad stołem) chyba, że jesteście innej myśli, to możecie po mnie poprawić. (**ocnianie**)

U5: nie, dobrze jest.

N2: no i zadanie polega na tym, żeby przy pomocy takiego małego ciężarka, przesuując go powoli po desce, podnieść ten duży. Zresztą.. przeczytajcie instrukcję, od razu? To będzie błąd. (**ocnianie**) (U5 ustawia ciężarek na drugim końcu deski)

U4: nie, to będzie za daleko, nie.

N2: Chodzi o to, żeby znaleźć takie miejsce na desce, kiedy ten mały ciężarek przeważa (**ocnianie**) (U5 przesuwa; U4 wysyła uśmiech do kamery)

U5: (mały ciężarek w końcu przeważa) jest (oba czytają instrukcję; N2 w milczeniu kładzie koło U5 miarkę).

U5: o (mierzy: od osi do środka ciężarka) sto jest., no to od zera.

U4: to jest metr.

U5: środek gdzieś tu.

U4: sto pięć

U5: sto pięć (zapisują; każdy osobno) dwadzieścia pięć, bliżej, ok. (przesuwa większy ciężarek bliżej osi. Wstaje, przesuwa bliżej osi mniejszy ciężarek) jest (bierze miarkę, mierzy) osiemdziesiąt trzy (zapisują) to będzie, sto pięć. (Wstaje U4 i przesuwa większy ciężarek jeszcze bliżej osi)

U5: i teraz, (wstaje, bierze miarkę. Przesuwa mały ciężarek w kierunku osi i zaczyna odsuwać. Mierzy odległość) sześćdziesiąt trzy

U4: sześćdziesiąt trzy (jednocześnie. Zapisują)

U5: dalej

Wyjaśnienie

(dłuższa chwila w milczeniu. U4 spogląda w kierunku U5. Każdy namyśla się osobno)

N2: uwagi też możecie wymieniać ze sobą i uzgadniać wnioski, czy też spostrzeżenia (**ocnianie**)

(chłopcy dalej pracują osobno, w milczeniu)

N2: nie pisze? (U4 potrząsa głową. Odkłada długopis. N2 podaje mu drugi)

(dłuższa chwila w milczeniu)

Rozszerzenie

N2: możecie ze sobą rozmawiać

(dłuższa chwila w milczeniu)

N2: jak skończycie, to powiedzcie, możecie zaglądać sobie do kartek, możecie rozmawiać, uzgadniać odpowiedź (**ocnianie**)

(bez zmian: dalej wpatrują się każdy w swoją kartkę. Wreszcie U5 zagląda do U4. U4 wzrusza ramionami i robi minę: „nie wiem”)

N2: rozmawiajcie (**ocnianie**)

(U4 coś mruczy niewyraźnie)

N2: to przeczytaj, może pomogę (**ocnianie**)

U4: (czyta) wyobraź sobie, że stoisz na desce 100 centymetrów od osi, a po drugiej stronie dziesięć centymetrów od osi leży ciężar. Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?

N2: noo? (U4 wzrusza ramionami, geście „nie wiem”) ..wiesz, gdzie jest oś? tutaj na tej desce? (U5 pokazuje oś palcem) tak i teraz wyobraźcie sobie, że po jednej stronie stoi jeden, sto centymetrów, czyli metr od osi, tak, jak ten mały ciężarek, tak? (**ocnianie**)

U5: mm

N2: a po drugiej stronie stoi ktoś drugi, tak? No i co mniejszy popatrzcie, jaką wagę ma ten mały? pięćdziesiąt, tak? A ten? (**ocnianie**)

U5: dwa kilo

N2: dwa kilogramy, pięćdziesiąt dekagramów to ile to będzie? (**ocnianie**)

U4: czyli czwarta część

N2: czwarta część. Bardzo dobrze. Czyli, pierwsza odległość to było sto centymetrów, a druga odległość? Ile? (**ocnianie**)

U5: dziesięć centymetrów

N2: dziesięć centymetrów, tak? A popatrzcie teraz na odległości te, które zmierzyliscie, tu było, sześćdziesiąt, tak? Trzy a tutaj odległość była piętnaście, jak się mniej więcej te odległości mają do siebie? Piętnaście centymetrów i sześćdziesiąt centymetrów? to jest?: siedemdziesiąt pięć

N2: nie, nie., jak, w jakiej proporcji do siebie są U4 powiedział, że pięćdziesiąt dekagramów to jest czwarta część dwóch kilogramów, to może ta odległość też będzie czwartą częścią tej odległości. (**ocnianie**)

U5: no, tak

N2: Spróbujmy podzielić sześćdziesiąt przez piętnaście (**ocnianie**)

U5: cztery

N2: cztery, czyli też jest czwartą częścią, to teraz odwróćmy sytuację, w miejscu małego ciężarka postawmy kogoś, kto, ile ma ważyć? Jest tam podane? (**ocnianie**)

U5: nie

N2: tylko, że stoimy, tak? (**ocnianie**)

U5: tak

N2: sto centymetrów, tak? (**ocnianie**)

U5: mhm

N2: no i., jak sto centymetrów stoimy, a dziesięć centymetrów coś stoi po drugiej stronie osi, to jest to... (**ocnianie**)

U5: dziesiąta część

N2: dziesiąta część, tak? (**ocnianie**)

U5: mhm

N2: czyli, co? Moglibyśmy podnieść coś dziesięć razy cięższe od nas, tak? (**ocnianie**)

U4: o!

N2: ale rozumiemy? (**ocnianie**)

U5: tak (głowa schylona, cicho)

N2: i co?

N2: już się wyjaśniło (**ocnianie**)

N2: jak już chcecie zakończyć pracę nad tym ćwiczeniem, to powiedzcie (chłopcy dalej w milczeniu wiszą, każdy nad swoją kartką) pamiętajcie, że wszystko, co robicie, jest dobre... nie ma tu złych rzeczy.

U4: mhm

N2: skończyliście? Czy jeszcze czas potrzebujecie? (**ocnianie**)

U5: jeszcze (U4 kiwa głową)

N2: dobrze, czekamy. Możecie rozmawiać między sobą. Możecie sobie zaglądać do kartek. (**oceniać**)

(dłuższa chwila w milczeniu)

N2: już? (U4 kiwa głową, że tak) zapytaj, czy kolega też już.

U4: już? (w kierunku U5)

N2: U5, gotów?

(N2 zabiera deskę)

Zapisy w Karach pracy

Maszyny 1

Grupa 1

Ciężar duży 2 kg	25 cm	20 cm	15 cm
Ciężarek mały ½ kg	106 cm	83 cm	65 cm

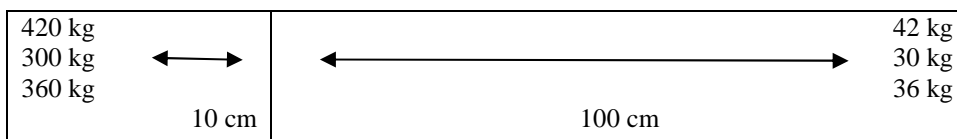
Czy zauważasz jakąś prawidłowość?

Im cięższy ciężarek jest bliżej osi tym lżejszy też musi być bliżej

Jeśli prawidłowość ta nie jest dokładna, napisz co mogło spowodować tę niedokładność.

Ciężarek lżejszy powinien się znajdować tyle razy dalej od osi, ile razy cięższy ciężarek jest cięższy od lżejszego.

Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?



Grupa 2

Ciężar duży 2 kg	25 cm	20 cm	15 cm
Ciężarek mały ½ kg	105 cm	83 cm	63 cm

Czy zauważasz jakąś prawidłowość?

Im dalej położony jest cięższy ciężarek od osi, tym dalej musi być położony lżejszy ciężarek. (U5)

Że gdy zmniejszymy o 5 cm miejsce, gdzie mały ciężarek przeważy zmniejsza się o mniej więcej 20 cm. (U4)

Jeśli prawidłowość ta nie jest dokładna, napisz co mogło spowodować tę niedokładność.

?

Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?

$37 \times 10 = 370$ (U5)

Ważę 47 kg

10 cm – to 10-ta część ze 100 cm
 Czyli mogę podnieść 10 razy więcej niż ważę
 Mogę podnieść: $10 \times 47 = 470$ kg
 (U4)

Poniżej zamieszczamy zweryfikowaną wersję *Karty pracy*, która uwzględniła uwagi krytyczne nauczycieli (por. podpunkt autorefleksja „Co zrobiłbym inaczej?”) prowadzących zajęcia z uczniami w Pracowni Dydaktyki Fizyki Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego.²²

Autorefleksja „Co zrobiłbym inaczej?”²³

- *Jeśli próbuje się pobudzić aktywność ucznia stawiając przed nim np. problem typu: **Czy przy pomocy ciężarka 1/2 kg można podnieść ciężar 2 kg?**, to trzeba uczniowi zostawić jego rozstrzygnięcie.*
Sformułowanie: „...przesuwaj ku długiemu końcowi deski aż do momentu, gdy duży ciężar się podniesie.” uniemożliwia zabawę w odkrywanie.
- *Pytanie: „Czy zauważasz jakąś prawidłowość?” zakłada, że uczeń rozumie słowo „prawidłowość” jako regułę, powtarzającą się zależność. Nie musi to być prawdą.*
Uczeń może dostrzec prawidłowość na wiele sposobów.
Z pewnością nasunie mu się najprostszy wniosek, że zmniejszanie odległości od osi jednego z ciężarków powoduje zmniejszanie odległości drugiego.
*Poszukiwanie przez ucznia formuły/związku między liczbami zakończy się sukcesem, tylko wtedy, gdy użyje działania mnożenia lub dzielenia (**ile razy** liczba jest większa lub mniejsza).*
Jeśli będzie się przyglądać liczbom zastanawiając się „o ile...” zależności nie dostrzeże bez pomocy nauczyciela.
- *Sformułowanie „Jeśli prawidłowość ta nie jest dokładna...” sugeruje, że oczekuje się od ucznia, że zauważy, iż liczby spełniają pewną matematyczną zależność.*
Jest to bardzo trudne, ponieważ dokładnej zależności nie widać. Staje się ona widoczna dopiero wtedy, gdy wiemy coś o niepewności pomiarowej i potrafimy zaokrąglić liczby.

²² Weryfikacja konstrukcji językowo-logicznej *Karty pracy* oraz tzw. odpowiedzi modelowej została przeprowadzona po analizie zapisu przebiegu zajęć, a także wypełnionych przez uczniów *Kart pracy*.

²³ *Hermeneutyczne koło samorozwoju* zostało puszczane w ruch, refleksja nad własnym warsztatem pracy jest miernikiem tego, że nauczyciel ma zdolność poruszania się w strefie najbliższego rozwoju ucznia, a także opanował umiejętność oceniania osiągnięć ucznia na podstawie jego działań na lekcji, a nie tylko formalnie (za pomocą kartkówek, klasówek i egzaminów).

- Kolejne zadanie („Wyobraź sobie, że stoisz na desce...”) wymaga od ucznia abstrakcyjnego myślenia formułami matematycznymi.
Jeśli uczeń ten potrafi zauważyć tylko najprostszą, jakościową zależność, nie będzie potrafił go wykonać.
Aby dać mu poczucie sukcesu i ułatwić przejście na (ha! To się chyba tak zowie!) poziom myślenia formalnego, dobrze byłoby przedtem dodać zadanie nie wymagające działań na wzorach matematycznych.
Konieczna też będzie pomoc nauczyciela.
- Odpowiedzi modelowe.
Pierwszą i najczęstszą odpowiedzią będzie: Jeśli maleje odległość od osi pierwszego ciężarka, to maleje też odległość drugiego.

„Poprawiona” Karta pracy

MASZYNY 1

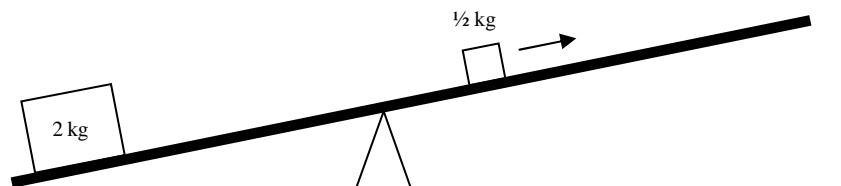
Czy przy pomocy ciężarka 1/2 kg można podnieść ciężar 2 kg?

UWAGA! Kładź i zdejmuj ciężary powoli, ostrożnie. Koniec deski spadając może Cię uderzyć!

Na krótszym końcu deski połóż ciężar 2 kg. Jego środek powinien być 25 cm od osi (punktu podparcia deski).

Po drugiej stronie, niedaleko osi²⁴ połóż ciężarek 1/2 kg i powoli przesuwaj ku dłużemu końcowi deski.

Co obserwujesz?



Spróbuj znaleźć takie położenie małego ciężarka, że dźwignia jest w równowadze (to znaczy, żaden z ciężarków nie przeważa).

Zmierz jak daleko od osi obrotu jest wtedy mały ciężarek i wynik zapisz w tabelce.

²⁴ Zmiany dokonane w Karcie pracy zobrazowano innym krojem czcionki (zastosowano czcionkę typu ariel).

Powtórz doświadczenie kładąc ciężar 2 kg w odległości 20 oraz 15 cm od osi.

Ciężar duży 2 kg	25 cm	20 cm	15 cm
Ciężarek mały ½ kg			

Przyjrzyj się liczbom w tabelce.

Co zauważasz? Czy można powiedzieć, że są między nimi jakieś zależności?

Jeśli zauważasz zależności, to czy są one dokładne?

Co może być przyczyną tych niedokładności?

Położ jeszcze raz ciężar 2 kg w odległości 25 cm od osi. Przesuwaj ciężarek 0,5 kg po drugiej stronie osi, aż dźwignia będzie w równowadze.²⁵

Zastanów się (postaw hipotezę).

Jeśli w miejsce ciężaru 2 kg położysz ciężar 1 kg, to jaki ciężarek trzeba położyć w miejsce ciężarka 0,5 kg?

Zapisz swoją hipotezę i sprawdź ją używając odpowiednich ciężarków.

Położ jeszcze raz ciężar 2 kg w odległości 25 cm od osi. Przesuwaj ciężarek 0,5 kg po drugiej stronie osi, aż dźwignia będzie w równowadze.²⁶

Zastanów się (postaw hipotezę).

Jeśli w miejsce ciężaru 2 kg położysz ciężar 1 kg, to gdzie trzeba będzie położyć ciężarek 0,5 kg aby zrównoważyć dźwignię?

Zapisz swoją hipotezę i sprawdź ją używając odpowiednich ciężarków.

Wyobraź sobie, że stoisz na desce 100 cm od osi, a po drugiej stronie 10 cm od osi leży ciężar.

Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?

²⁵ Zadanie dodatkowe nr 1.

²⁶ Zadanie dodatkowe nr 2.

Zweryfikowane Odpowiedzi modelowe na pytania z Karty pracy:

Czy zauważasz jakąś prawidłowości?

- Jeśli maleje odległość od osi pierwszego ciężarka, to maleje też odległość drugiego.
- Wielkości ciężarów pomnożone przez ich odległości od osi są sobie równe.
- Mały ciężarek jest tyle razy dalej od osi, ile razy jest mniejszy od dużego ciężaru.
- Cztery razy mniejszy ciężarek jest cztery razy dalej od osi niż duży.

Jeśli zauważasz zależności, to czy są one dokładne?

Co może być przyczyną tych niedokładności?

Prawidłowość nie jest dokładna. Niedokładność tę mogły spowodować:

- tarcie osi (opory zawieszenia);
- niedokładny pomiar odległości ciężarków od osi (trudno zmierzyć położenie środka ciężarka);
- zbyt szybkie przesuwanie ciężarka po desce (powoduje przesunięcie go zbyt daleko od osi).

Zadanie dodatkowe nr 1

- 0,25 kg
- Ponieważ odległości się nie zmieniają, a jeden ciężar jest o połowę mniejszy, to drugi też powinien być o połowę mniejszy.

Zadanie dodatkowe nr 2

- Trzeba położyć ciężarek w połowie poprzedniej odległości.
- Po jednej stronie dźwigni odległość od osi się nie zmienia, a ciężar maleje dwukrotnie. Po drugiej stronie ciężarek się nie zmienia, więc odległość powinna być dwa razy mniejsza.

Jaki ciężar możesz podnieść? Dlaczego?

Mogę podnieść 500 kg.

Jeśli mój ciężar wynosi 50 kg, to: $50 \text{ kg} * 100 = x * 10$

Więc $x = 100/10 * 50 \text{ kg} = 500 \text{ kg}$.

Moja odległość od osi jest 10 x większa niż odległość ciężaru. Mogę więc podnieść ciężar 10x większy od swojego.

Zaprezentowane powyżej rozwiązania dydaktyczne uważamy za właściwe dla procesu nauczania-uczenia się fizyki i godne propagowania.

Rozpisanie działań uczniów i czynności nauczyciela w kategoriach procesu uczenia się wg Karplusa (niezależnie od wzorca stosowanego przez nauczyciela) ułatwia analizę porównawczą efektywności procesu nauczania-uczenia się.

Analiza zachowań werbalnych uczniów i nauczyciela zarejestrowanych podczas wykonywania doświadczenia oraz odpowiedzi uczniów z *Kart pracy* pozwala na formułowanie kierunku zmian w procesie nauczania-uczenia się przyrody i fizyki w szkole, tak aby proces ten był bardziej przyjazny rozwojowi ucznia.

Uważamy, że propagowana w projektach edukacyjnych zmiana metod nauczania (np. przez zastępowanie eksperymentowania symulacjami komputerowymi dostępnymi w Internecie) jest szkodliwa poznawczo dla ucznia. Co mogłoby być poznawczo korzystne dla ucznia? Na pewno rozwijanie funkcji neurorozwojowych.

Proces nauczania-uczenia się czegokolwiek w szkole

Nauczanie, obok wiedzy i umiejętności przedmiotowych, powinno w sposób systemowy rozwijać funkcje neurorozwojowe uczącego się podmiotu.

Konstruując swój system dydaktyczny nie wystarczy analizować tylko to, czego uczyć, ale także, jak tego uczyć. Jedynie wgląd w uczenie się daje informację o tym, czy nauczanie miało miejsce.²⁷

Szukanie odpowiedzi na pytanie: „Jak czegoś uczyć?”, zanim kierować będzie uwagę nauczyciela na metody nauczania, powinno być zwrócone na ucznia, czyli na analizę, czy to, jak uczyć, jest korzystne dla kształtowania funkcji neurorozwojowych moich uczniów?²⁸

Jakie funkcje neurorozwojowe kształtować na lekcjach przyrody i fizyki? Wszystkie...²⁹, bez wątpienia, ale w dyskusji uznano, że w trakcie zajęć, na których uczniowie wykonują doświadczenia szczególną uwagę należy zwrócić na kształtowanie *kontroli wyjścia informacji* oraz *metapamięci*.

Dlaczego akurat te funkcje neurorozwojowe uznaliśmy za istotne w nauczaniu?

Kontrola wyjścia informacji, choć powinna pełnić kluczową rolę w rozwoju człowieka, ze względu na swoją odmienną – jest lekceważona w procesie edukacji. M. Levine tak ten dysonans edukacyjny opisuje: „Niemał wszystkie funkcje w miarę dojrzewania dziecka muszą działać coraz szybciej, natomiast kontrola wyjścia działa coraz wolniej i wolniej. Mówiąc inaczej, dobra kontrola

²⁷ Patrz przypis 16 na s. 156 niniejszego artykułu.

²⁸ Zainteresowanych problematyką odsyłamy na stronę projektu badawczo-szkoleniowego „All Kinds of Minds” (kod dostępu: <http://www.allkindsofminds.org/>).

²⁹ Wyczerpujący opis kształtowania funkcji neurorozwojowych w szkole można znaleźć m.in. w książce: Mel Levine, *Umysł – krok po kroku. Nowe rewolucyjne techniki nauczania dzieci*. Warszawa: Wyd. „Albatros” Andrzej Kuryłowicz, 2006.

wyjścia narzuca umysłowi dojrzewającego człowieka wolniejszy tryb pracy, skłania do refleksji, a nie do impulsywności, zmusza do zastanawiania się, a nie do kierowania się pierwszym lepszym pomysłem, jaki przychodzi do głowy. Jest to oczywista ironia losu, w naszych liceach bowiem wymaga się od uczniów możliwie jak najszybszej pracy. Muszą pisać prędko, myśleć szybko, przypominać sobie natychmiast, błyskawicznie rozwiązywać testy na czas i przestrzegać nieprzekraczalnych terminów. Ten gorączkowy, dyktowany przez pedagogów rytm jest całkowicie sprzeczny z tym, do czego zmierza mózg ucznia.³⁰ I dalej: „Kontrola wyjścia robi, co może, by zwolnić tempo myślenia, podejmowania decyzji, pracy; stara się ona skłonić dziecko, by się zastanawiało, nie zaś działało impulsywnie. Jednym z najważniejszych celów szkoły średniej powinno być zatem wpojenie wolnego tempa pracy, zgodnego z tym, co usiłuje nam powiedzieć rozwijający się mózg.”³¹

Prawda jest, że informacje znajdują się na zewnątrz, ale powinny się też znajdować w głowach uczniów. To, na co powinniśmy zwrócić uwagę nauczając uczniów twardej fizyki, a co będzie także przyjazne dla ich neurorozwoju szczególnie w szkole średniej to rozwój tzw. *metapamięci*. Tam, gdzie to uzasadnione, nauczyciel powinien odwoływać się do samoświadomości uczniów, aktualizować zasoby ich pamięci (choć tego nie lubią) – struktury wiedzy i procedury poznawania świata (umiejętności) – i uczestniczyć w budowaniu struktury wiedzy naukowej w świadomości uczniów, sięgając do zasobów poznawczych znajdujących się w głowach uczniów, a nie do zasobów internetowych (typu: „kopiuj-wklej”).

Potrzebne jest planowanie czynności uczenia się, niezbędne w każdym etapie dorosłego życia. Szkoła nie uczy nas tego, jak planować czynności uczenia się, metawiedza uczniów na temat czynności uczenia się jest niewielka, wprowadzie wiemy jak informacje pozyskiwać, by zadowolić nauczycieli, nie dbając o zachowanie praw autorskich, ale nie wiemy, jak ich używać do samorozwoju, by uzyskane informacje stawały się autorskie.

Inna, bardzo nie lubiana w nauczaniu przyrody oraz fizyki czynnością ćwiczoną w szkole powinno być pisanie, z którego w szkole „przyjaznej mózgowi”, lekką ręką się rezygnuje. Konstrukcja tzw. „zeszytów ćwiczeń”, w których praca ucznia polega na uzupełnianiu luk w tekście - jest sprzeczna z neurorozwojem, który wymaga wysiłku pamiętania o ortografii, gramatyce i o własnych koncepcjach i strukturach wiedzy, którą w szkole poznaliśmy i ustawicznie wzbogacamy o nowe elementy. Uczniowie nie lubią pisania, przelewania myśli na papier, bo ono boli, zmusza do wysiłku, a przecież życie, także szkolne, powinno być

³⁰ Ibidem, s. 100.

³¹ Ibidem, s. 101.

przyjemne. Zapominamy, że przyjemność poznawcza osiągnięta przez wysiłek nie tylko lepiej smakuje, ale jest też prawdziwą przyjemnością³².

Ponadto, a może przede wszystkim, w nauczaniu czegokolwiek należy dbać szczególnie o rozwój myślenia wyższego rzędu, ponieważ **układ myślenia wyższego rzędu** (myślenie pojęciowe, myślenie o rozwiązywaniu problemów, myślenie krytyczne, myślenie twórcze, myślenie oparte na regułach) ma decydujący wpływ na wyniki osiągnięte przez ucznia w szkole.³³

Dla nauczyciela, który chce nauczać w sposób przyjazny rozwojowi ucznia podstawowym problemem staje się dobór zadań, ponieważ „układ myślenia wyższego rzędu włącza się, gdy uczeń natrafia na informację lub zadania, którego znaczenie lub rozwiązanie nie jest od razu oczywiste. Jeżeli rower dziwnie skrzypi [...], to nadszedł czas, by jego umysł przestawił się na wyższy poziom myślenia”³⁴.

Język nasz szkolny a język nasz powszedni

Szczególną rolę w nauczaniu czegokolwiek, w kształtowaniu czegokolwiek, choć zwolennicy inteligencji emocjonalnej uważać są skłonni inaczej, powinien – naszym zdaniem – odgrywać **język**. Język jest, i miejmy nadzieję, że pozostanie, mimo wysiłku badaczy innych rodzajów inteligencji, najistotniejszą strefą pośredniczącą między uczniem i nauczycielem.³⁵

Jak „warstwa językowa” wygląda w przytoczonym przez nas przykładzie?

Aktywność językowa nauczyciela i uczniów

Grupa 1 (model 1)

N1:

- To są **problemy** do **rozwiązania**. To **zadanie** polega na tym, że tutaj mamy dwukilogramowy ciężki **odważnik**. Postawimy go w **odległości** 25 cm od **miejsca**, gdzie ta

³² Bez wysiłku nie ma sukcesu. Por. M. Gladwell. *Poza schematem. Sekrety ludzi sukcesu*. Wydawnictwo Znak, Kraków 2009, s. 47-74.

³³ Analizie powyższego zagadnienia w praktyce szkolnej, jak i kwestiom omówionym poniżej, poświęcimy uwagę w innym artykule.

³⁴ M. Levine, *Umysł – krok po kroku...*, s. 229.

³⁵ Odnotowuje ten fakt również *Podstawa programowa z komentarzami*. Tom 5: *Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum*. Dostępna na stronie Ministerstwa Edukacji Narodowej. „Jednym z najważniejszych zadań szkoły podstawowej jest kształcenie umiejętności posługiwania się językiem polskim, w tym dbałość o wzbogacanie zasobu słownictwa uczniów. Wypełnianie tego zadania należy do obowiązków każdego nauczyciela” (Część wstępna *Podstawy programowej dla szkoły podstawowej*, s. 15-16). I dalej: „Jednym z najważniejszych zadań szkoły na III i IV etapie edukacyjnym jest kontynuowanie kształcenia umiejętności posługiwania się językiem polskim, w tym dbałość o wzbogacanie zasobu słownictwa uczniów. Wypełnienie tego zadania należy do obowiązku każdego nauczyciela” (Część wstępna *Podstawy programowej dla gimnazjum i liceum*, s. 19-20).

deska jest podparta, o, ona, jak widzicie, może się pochylać, jak **waga**. W tej chwili jest tak wyważona, że zachowuje **równowagę**. Jeżeli postawimy tutaj, 25 cm od osi **obrotu ciężarek**, to oczywiście on opadnie. Pytanie jest, czy można podnieść ten duży **ciężarek** używając tego małego. Postawicie go na tej desce i będziecie odsuwać stopniowo, aż do momentu, kiedy ten mały **ciężarek** podniesie, przeważy ten duży.

- Proszę?
- No dobrze by było. Dać wam coś do pisania?
- Dobrze. No i właśnie trzeba będzie zmierzyć taką **miarką odległość** od tej **osi** do **środką** tego małego **ciężarka** i wpisać do **tabeli**. Tu jest jeden **długopis**.
- i co?
- ewentualnie możecie powtórzyć to kilkakrotnie.
- jeszcze, jeszcze, moment (U1 mierzy odległość) o
- do dwudziestu
- tylko ten **ciężarek** przesuwajcie powolutku.
- właśnie
- jeżeli możecie, to zapiszcie swoje **wnioski**
- Zwróćcie uwagę na **liczby**. Ten cięższy jest ile razy cięższy od lżejszego?
- cztery. Dwa **kilogramy** i pół **kilograma**. I zwróćcie uwagę na **odległości** też
- możecie się naradzać.
- Macie **kłopoty z rozwiązaniem** tego?
- proszę?
- to znaczy odkryłaś, że tyle razy dalej musi być **ciężarek**, ile ten jest cięższy. Tutaj masz dziesięć cm, tutaj sto. Żeby znaleźć ten **ciężar** to musisz znać swój własny **ciężar**.
- proszę?
- prawie pół tony, tak?
- to możemy przejść do drugiego?
- nie zmęczycie się już?
- podpiszcie te **kartki** swoimi imionami

U1:

- Ej, czekajcie.
- ale po kolei
- ej, weźcie, bo tę **wagę** rozwalicie
- i jeszcze **kawałek**.
- jeszcze trochę.
- czekajcie, czekajcie, bo nam to zaraz spadnie
- jeszcze przesuwaj
- No jeszcze
- jeszcze trochę
- nie, nie. To już wystarcza
- sto sześć
- teraz ten musi być na dwadzieścia
- Już się podnosi, jeszcze **kawałek**
- dobra
- osiemdziesiąt trzy (zapisują)
- nie

- daj trochę bliżej, czy się da, już się da
- ej, daj, teraz ja
- jeszcze **kawałek**.
- no., im bliżej ten **ciężarek** jest **osi**, tym ten też musi być bliżej. Tu było 25 i musiało być sto sześć
- właśnie.
- im cięższy **ciężarek** bliżej **osi**, tym lżejszy też musi być bliżej
- Każda pisze swój (zapisują)
- Ż z kropką
- czasem też jest bliżej **osi**, a nie podnosi., stoi tu - nie podnosi, stoi tu - podnosi.
- czyli dwa razy.
- też około cztery razy, musi być między nimi mniej więcej cztery razy. Musi być między nimi jakaś **odległość**
- nie, tu jest dobrze, ale tu, żeby była dokładniejsza, musi być cztery razy.
- no, tyle razy to ma być większa **odległość** dużego od małego
- chodź tu siadaj z nami
- masło maślane wyszło.
- tu jest piętnaście, cztery razy piętnaście, czyli tu musi być sześćdziesiąt **centymetrów**, no i wtedy też, patrzcie, jak jest... patrzcie, jak tu jest cztery razy więcej, tu jest cztery razy, to tu też trzyma
- tu jest coś z tym cztery razy, tylko.
- pogubiłam się we własnych myślach, tu mówię coś jest cztery razy cięższe od czegoś, tylko.
- hm, to ja ważę, nie pamiętam...
- a ja ważę, jeśli takie coś, to jest dziesięć razy więcej.
- czyli to jest dziesięć razy
- ile?
- matko
- no, nie wiem, chyba tak.
- tak
- zrobiłyśmy
- zrobiłyśmy
- mhm.
- a u mnie trzysta sześćdziesiąt
- tak
- to mamy zostawić tu?

U2:

- U3
- ale czekaj, może trochę wcześniej
- tu jeszcze nie.
- trochę
- jeszcze kawałek. Jeszcze
- jeszcze przesuwaj. Jeszcze!
- jeszcze!
- przesun do końca
- to będzie sto.

- ile będzie? Osiemdziesiąt.
- Mogę teraz ja przesuwac, uwaga.
- to jak?
- tym lżejszy.
- właśnie nie, musi być dalej
- U3.
- czyli tu musimy coś.
- Czekał., ej a wy sobie tu siedzicie, tak?
- no
- kropka. Teraz to. O, to już ostatnie
- to jest trochę takie trudne (?)
- ile ważysz, U3?
- trzydzieści sześć
- trzydzieści sześć
- czyli czterysta
- czterysta dwadzieścia pięć
- to moje będzie ważyło trzysta sześćdziesiąt?
- mhm.

U3:

- Chyba mam
- mhm
- Mamy tutaj coś pisać?
- Mamy tutaj coś pisać? Na tych kartkach?
- Czekał, najpierw zaczniemy rzucać tutaj.
- Jeszcze trochę
- i o pięć niżej.
- ten pewnie będzie.
- ile?
- tutaj, wiesz.
- bliżej. Czekał
- No już było, U2 sześćdziesiąt pięć
- Czy zauważasz **prawidłowość**?
- no to im bliżej jeden **ciężarek**, to i drugi **ciężarek** bliżej
- co oni mają?
- No to... Czy mamy to zapisać czy narysować jakoś?
- jak się pisze „lżejszy”?
- **ciężarek.**
- ale patrz jak cięższy jest dalej, to i mały musi być dalej, a im ten bliżej, to i ten...
- mniej więcej cztery razy
- no co
- no tyle razy ile cięższy jest cięższy **ciężarek**
- gdzie robisz to?
- trzydzieści. A ty?
- ile?
- Ja ważę trzydzieści.
- czyli to waży trzysta. O, ludzie!

- to moje waży trzysta
- chyba tak
- o, ludzie.
- u mnie trzysta

Grupa 2 (model 2)

N2:

- ...która jest zawieszona w pewnym miejscu na **osi**. Jest tak wyważona, jak **waga**, nie przechyla się ani w jedną, ani w drugą stronę.
- Jeżeli postawicie na jednym z końców, tutaj, **ciężarek** ten trzykilowy
- spróbuj go tutaj postawić
- tak, żeby **środek** był w **odległości** dwudziestu pięciu **centymetrów** od **osi**, no to...
- noo, teraz jest za daleko, jak spojrzysz z boku, ty patrzysz z tamtej strony
- trzeba patrzeć zawsze., ... o właśnie, tak, jak, chyba, że jesteście innej myśli, to możecie po mnie poprawić.
- no i **zadanie** polega na tym, żeby przy pomocy takiego małego **ciężarka**, przesuważąc go powoli po **desce**, podnieść ten duży. Zresztą... przeczytajcie **instrukcję**, od razu? To będzie **błąd**.
- Chodzi o to, żeby znaleźć takie **miejsce** na **desce**, kiedy ten mały **ciężarek** przeważa
- **uwagi** też możecie wymieniać ze sobą i uzgadniać **wnioski**, czy też **sposstrzeżenia**
- nie pisze?
- możecie ze sobą rozmawiać
- jak skończycie, to powiedzcie, możecie zaglądać sobie do **kartek**, możecie rozmawiać, uzgadniać odpowiedź
- rozmawiajcie
- to przeczytaj, może pomogę
- noo? ..wiesz, gdzie jest **oś**? tutaj na tej **desce**? tak i teraz wyobraźcie sobie, że po jednej stronie stoi jeden, sto **centymetrów**, czyli **metr** od **osi**, tak, jak ten mały **ciężarek**, tak?
- a po drugiej stronie stoi ktoś drugi, tak? No i co mniejszy popatrzcie, jaką **wagę** ma ten mały? pięćdziesiąt, tak? A ten?
- dwa **kilogramy**, pięćdziesiąt **dekagramów** to ile to będzie?
- czwarta część. Bardzo dobrze. Czyli, pierwsza **odległość** to było sto **centymetrów**, a druga **odległość**? Ile?
- dziesięć **centymetrów**, tak? A popatrzcie teraz na **odległości** te, które zmierzyliscie, tu było, sześćdziesiąt, tak? Trzy a tutaj **odległość** była piętnaście, jak się mniej więcej te **odległości** mają do siebie? Piętnaście **centymetrów** i sześćdziesiąt **centymetrów**? to jest?: siedemdziesiąt pięć
- nie, nie., jak, w jakiej **proporcji** do siebie są U4 powiedział, że pięćdziesiąt **dekagramów** to jest czwarta część dwóch **kilogramów**, to może ta **odległość** też będzie czwartą częścią tej **odległości**.
- Spróbujmy podzielić sześćdziesiąt przez piętnaście
- cztery, czyli też jest czwartą **częścią**, to teraz odwróćmy **sytuację**, w miejscu małego **ciężarka** postawmy kogoś, kto, ile ma ważyć? Jest tam podane?
- tylko, że stoimy, tak?
- sto **centymetrów**, tak?

- no i., jak sto **centymetrów** stoimy, a dziesięć **centymetrów** coś stoi po drugiej stronie osi, to jest to...
- dziesiąta część, tak?
- czyli, co? Moglibyśmy podnieść coś dziesięć razy cięższe od nas, tak?
- ale rozumiemy?
- i co?
- już się wyjaśniło
- jak już chcecie zakończyć **pracę** nad tym **ćwiczeniem**, to powiedzcie pamiętajcie, że wszystko, co robicie, jest dobre... nie ma tu złych rzeczy.
- skończyliście? Czy jeszcze czas potrzebujecie?
- dobrze, czekamy. Możecie rozmawiać między sobą. Możecie sobie zaglądać do kartek.
- już? zapytaj, czy **kolega** też już.
- U5, gotów?

U4:

- sześćdziesiąt trzy
- sto pięć
- to jest **metr**.
- chyba dalej
- dwu
- aa!
- tak
- nie, to będzie za daleko, nie.
- wyobraź sobie, że stoisz na desce 100 **centymetrów** od **osi**, a po drugiej stronie dziesięć **centymetrów** od **osi** leży **ciężar**. Jaki **ciężar** możesz podnieść? Dlaczego?
- czyli czwarta część
- o!
- mhm
- już?

U5:

- jeszcze
- tak
- mhm
- dziesiąta część
- mhm
- tak
- nie
- cztery
- no, tak
- dziesięć **centymetrów**
- dwa **kilo**
- mm
- nie
- nie, dobrze jest.
- dwu.
- gdzie to ma być?

- jest
- sto jest., no to od zera.
- **środek** gdzieś tu.
- sto pięć dwadzieścia pięć, bliżej, ok. jest osiemdziesiąt trzy to będzie, sto pięć.
- i teraz, sześćdziesiąt trzy
- dalej

Różnice w zachowaniach językowych

Grupa 1 (dobrze rozwinięte umiejętności współpracy w grupie)

N1: 238 wyrazów
 U1: 130 wyrazów
 U2: 86 wyrazów
 U3: 277 wyrazów
 Łącznie: 731 wyrazów

Grupa 2 (brak współpracy w grupie)

N2: 426 wyrazów
 U4: 49 wyrazów
 U5: 54 wyrazy
 Łącznie: 529 wyrazów

Z powyższego przykładu wynika, że uczniowie formułując komunikaty językowe używają przede wszystkim języka konkretnego.

Podobnie jak pamięć epizodyczna, tak język konkretny „należą” do codzienności; w życiu myślimy zmysłami korzystając z dobrodziejstw pamięci epizodycznej i języka konkretnego.

To, co w życiu jest dobre, w nauczaniu w szkole czegokolwiek – niekoniecznie.

W *fazie badania*, kiedy uczniowie manipulują przedmiotami – to nie przeszkadza, w *fazie wyjaśniania* i *fazie rozszerzenia*, kiedy „zadanie” odwołuje się do umiejętności ucznia związanych z myśleniem wyższego rzędu taka ateoretyczna postawa utrudnia formułowanie wniosków i uogólnianie, procesy te bowiem wymagają odwołań do teorii i matrycy pojęć z nią związanych.

Reasumując, ważne, by uczniowie w procesie nauczania mogli manipulować nie tylko przedmiotami, ale również pojęciami.

Badawcze zamierzenia

W kolejnym etapie działań badawczych zostaną opracowane procedury i metody kształtowania w procesie nauczania przyrody i fizyki wybranych struktur neurorozwojowych.

Literatura

Barnes D., *Nauczyciel i uczniowie. Od porozumiewania się do kształcenia*, WSiP, Warszawa 1998.

Boleyn-Fitzgerald M., *Obrazy naszego umysłu. Co mówią o nas najnowsze odkrycia neurobiologii*, Wyd. Sonia Draga, Katowice 2010.

- Brown A.I., Ferrara L.A., *Poznawanie stref najbliższego rozwoju*, [w:] A. Brzezińska, G. Lutomski (red.) *Dziecko w świecie ludzi i przedmiotów*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 1994, s. 217-258.
- Bruner J., *Kultura edukacji*, TAIWPN „Universitas”, Kraków 2006.
- Casacuberta D., *Umysł, czym jest i jak działa*, Świat Książki, Warszawa 2007.
- Cortázar J., *Każda kula jest szczęściem* [W:] Tegoż, *Ostatnia runda*. Wydawnictwo Literackie, Kraków 1979, s. 200-201.
- Fankanowski M., *Czy konektywizm jest szansą polskiej edukacji?*, [w:] A. Krajna, L. Ryk, K. Sujak-Lesz (red.), *Problemy dydaktyki fizyki*. Oficyna Wydawnicza ATUT, Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011.
- Feynman R. P., *Tyranosaurus w oknie*, [w:] Tegoż, *Przyjemność poznawania*, Wyd. Prószyński i S-ka, Warszawa (brw), s. 20.
- Fuller R.G., *"Don't Tell Me, I'll Find Out" Robert Karplus: A Science Education Pioneer*. "Journal of Science Education and Technology" (kod dostępu: <http://www.jstor.org/stable/i40005937>).
- Gadamer H-G., *Aktualność piękna. Sztuka jako gra, symbol i święto*. Oficyna Naukowa, Warszawa 1993.
- Gladwell M., *Poza schematem. Sekrety ludzi sukcesu*. Wydawnictwo Znak, Kraków 2009.
- Gołąb-Meyer Z., *Wkład psychologii w rozwiązywanie problemów dydaktycznych*. „Foton” 43, 1/1996, s.26-27.
- Krajna A., Ryk L., Sujak-Lesz K., *Uzdolnienia fizyczne uczniów*, Wyd. WODN, Legnica 1996.
- Krajna A., Ryk L., Sujak-Lesz K., Trna J., *O osiągnięciach uczniów – inaczej*, „Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej” 3-4/2001.
- Krajna A., Małkiewicz E., Sujak-Lesz K., *Wiedza potoczna ucznia i jej wykorzystanie w edukacji*, [w:] A. Krajna, J. Lesz, K. Sujak-Lesz (red.), *Wokół pedagogiki ucznia w centrum*. Wyd. Mar-Mar, Wrocław 2005, s. 195-206.
- Krajna A., Sujak-Lesz K., *Eksperyment uczniowski na lekcjach przyrody i fizyki w szkole*. [W:] *Problemy dydaktyki fizyki*, Oficyna Wydawnicza „Atut” – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Krośnice-Wrocław 2011, s. 259-265.
- Krajna A., Lesz J., Sujak-Lesz K., Małkiewicz E., Ryk L., *Budować wspólnotę w różnorodności/Building Community in Diversity*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza „Atut”, Wrocław 2012.
- Levine M., *Umysł – krok po kroku. Nowe rewolucyjne techniki nauczania dzieci*. Wyd. „Albatros” Andrzej Kuryłowicz, Warszawa 2006.
- Mietzel G., *Psychologia dla nauczycieli. Jak wykorzystać teorie psychologiczne w praktyce dydaktycznej*, GWP, Gdańsk 2009.
- Podstawa programowa z komentarzami*. Tom 5: *Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum*. (materiały powielane Ministerstwa Edukacji Narodowej dostępne na stronie: <http://www.men.gov.pl/>).

- Strona domowa niekomercyjnego instytutu „All Kinds of Minds” (kod dostępu: <http://www.allkindsofminds.org>).
- Strona domowa „Akron Global Polymer Academy's – P16 Science Education” (kod dostępu: <http://www.agpa.uakron.edu/p16/btp.php?id=learning-cycle>).
- Strona domowa inicjatywy edukacyjnej „Szkolne Koła Fizyczne Województwa Łódzkiego” (kod dostępu: <http://kola.edufizyka.pl>).
- Trna J., *Objevte v sobě Einsteina!: test vnímání a pozorování pro děti od 5 do 11 let*. Paido, Brno 1999.
- Wygotski L.S., *Zadanie rozwoju pojęć naukowych w wieku szkolnym*, [w:] *Wybrane prace psychologiczne*, PWN, Warszawa 1971, s. 287-411.
- Wygotski L.S., *Problemy nauczania i rozwoju umysłowego w wieku szkolnym*, [w:] *Wybrane prace psychologiczne*, PWN, Warszawa 1971, s. 531-447.
- Wygotski L.S., *Myślenie i mowa*, PWN, Warszawa 1989.
- Wygotski L.S., *Rozwój myślenia i tworzenia pojęć w okresie dorastania*, [w:] *Wybrane prace psychologiczne II. Dzieciństwo i dorastanie*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2002, s. 221-304.

III.

Wybrane zagadnienia z zakresu dydaktyki fizyki

