

IM DALEJ W LAS, TYM WIĘCEJ DRZEW - OCENIANIE UCZNIÓW SAMODZIELNIE DOCIEKAJĄCYCH WIEDZĘ

Paweł Bernard*, Karol Dudek, Kinga Orwat

Zakład Dydaktyki Chemii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

*pawel.bernard@uj.edu.pl

Wstęp

Jednym z najczęściej spotykanych problemów związanych z ocenianiem jest równoczesne zastosowanie w praktyce kryterium równego i sprawiedliwego oceniania, czyli stawiania każdemu uczniowi równych wymagań oraz zasady indywidualizacji oceny uczniów. Problem polega na znalezieniu „złotego środka” między tymi obiema zasadami i widoczny jest szczególnie u młodych nauczycieli (Wilson, 1996), (Wiggins, 1993).

Metody nauczania oparte na samodzielnym dociekaniu wiedzy przez uczniów, podczas zajęć z przedmiotów ścisłych i przyrodniczych (ang. Inquiry Based Science Education - IBSE), stają się coraz bardziej popularne i coraz częściej znajdują zastosowanie w kształceniu na różnych poziomach edukacji na całym świecie. Wdrażanie tych metod jest zgodne z obowiązującą podstawą programową (MEN, 2012), promującą aktywny udział uczniów w lekcji, samodzielne wykonywanie eksperymentów, rozwijanie umiejętności myślenia naukowego i podstawowych umiejętności badawczych. IBSE możemy zdefiniować jako „...*intencjonalny proces polegający na diagnozowaniu problemów, dokonywaniu krytycznej analizy eksperymentów i znajdowaniu alternatywnych rozwiązań, planowaniu badań, sprawdzaniu hipotez, poszukiwaniu informacji, konstruowaniu modeli, dyskusji z kolegami oraz formułowaniu spójnych argumentów*” (Linn, Davis i Bell, 2004; Bernard i inni, 2012). Podczas zajęć prowadzonych metodą IBSE rolę wiodącą przejmują uczniowie i ich aktywność, nauczycieli pełni rolę tutora i moderatora lekcji (Anderson, 2002) oraz ocenia postępy uczniów.

Umiejętności rozwijane poprzez IBSE

Proces dociekania realizowany przez uczniów powinien odwzorowywać prowadzenie prawdziwych badań naukowych. Pomimo, że prowadzenie badań w rzeczywistości jest procesem bardzo złożonym i trudno jest określić jedną metodę postępowania prowadzącą do sukcesu (wyników), podjęto wiele prób parametryzacji tego procesu. Na tej podstawie stworzonych zostało kilka modeli opisujących kolejne etapy realizacji zajęć prowadzonych metodą IBSE, które oparte są zazwyczaj na powtarzanym cyklu i biorą pod uwagę:

- etapy lekcji/procesu edukacyjnego, np. *Model 5E* (Bybee, 2009), (Bernard i inni, 2012),
- czynności wykonywane przez uczniów: np.: *Konstruktywistyczny cykl dociekania* opracowany przez (Llewellyn, 2007), *Sześciostopniowy cykl badania i modelowania opartego na dociekaniu naukowym*, wykorzystany w projekcie ESTABLISH (Bernard i inni, 2012), (Establish, 2011),
- umiejętności rozwijane u uczniów, cykl przedstawiony na rysunku 1.



Rysunek 1. Uproszczona wersja cyklu postępowania eksperymentalnego, oparta na grupach rozwijanych umiejętności.

Cykl przedstawiony na rysunku 1 oparty jest na dwóch najbardziej powszechnych taksonomiach klasyfikujących umiejętności rozwijane przez IBSE (Fradd, Lee, Sutman i Saxton, 2001), (Wenning, 2007). W tabeli 1 przedstawiono klasyfikację umiejętności IBSE będącą syntezą podejścia Fradd'a (2001) i Wenning'a (2007), skupiającą się na umiejętnościach podstawowych, podzielonych według etapów postępowania eksperymentalnego.

Tabela 1. Zestawienie umiejętności rozwijanych poprzez IBSE.

Etap postępowania	Kształcone umiejętności
1. Planowanie eksperymentu	<ul style="list-style-type: none"> • Formułowanie pytania badawczego • Formułowanie hipotezy badawczej • Wybór i opis zmiennych • Opracowanie metody kontroli zmiennych (opis zależności matematycznych) • Opracowanie metody zbierania danych surowych (opis procedury postępowania eksperymentalnego)
2. Wykonanie eksperymentu	<ul style="list-style-type: none"> • Zapis danych surowych • Przetwarzanie zebranych danych • Obliczenie/oszacowanie błędów pomiarowych • Prezentacja wyników
3. Wnioskowanie i ewaluacja	<ul style="list-style-type: none"> • Formułowanie wniosków • Ewaluacja planu i realizacji eksperymentu • Propozycja modyfikacji, udoskonalenia eksperymentu
4. Umiejętności kształcone na różnych etapach	<ul style="list-style-type: none"> • Poszukiwanie informacji, krytyczna analiza informacji • Umiejętność pracy w grupie • Stosowanie zasad BHP • Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnej

Czysto umiejętności rozwijane przez IBSE są grupowane w kompetencje. Przykładowo, znaczna część wymienionych powyżej umiejętności została ujęta w obowiązującej w Polsce podstawie programowej pod hasłem „umiejętność myślenia naukowego”, co jest definiowane jako *umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa* (MEN, 2012). Hasło to można utożsamiać z funkcjonującym w anglojęzycznej literaturze terminem *scientific reasoning*.

Kolejny termin określający zestaw podstawowych umiejętności kształconych przez IBSE jest opisywany w j. angielskim jako *scientific literacy*, tłumaczony w raporcie z badań PISA (OECD, 2013) jako rozumowanie w naukach przyrodniczych. Ponieważ terminy „myślenie naukowe” i „rozumowanie naukowe” mogą być omyłkowo utożsamiane i stosowane zamiennie, termin *scientific literacy* sugeruje się tłumaczyć bardziej opisowo, jako „podstawowa wiedza i umiejętności naukowe”.

Kryteria oceny

Wszystkie wymienione w tabeli 1 umiejętności mogą być przedmiotem oceny. Z tego powodu „rozebranie” procesu dociekania na podstawowe czynności i umiejętności jest przydatne, szczególnie w przypadku tworzenia kryteriów oceny. Do każdej z umiejętności można przypisać zestaw cech, które charakteryzują pożądaną postawę ucznia (tabele 2-5). Należy jednak zwrócić uwagę, że oczekiwania względem wykonania danej czynności muszą być dostosowane zarówno do poziomu kształcenia, jak i stopnia zaawansowania uczniów.

Tabela 2. Umiejętności rozwijane na etapie planowania eksperymentu wraz z możliwymi kryteriami oceny.

Umiejętność	Kryteria oceny
Formułowanie pytania badawczego	<ul style="list-style-type: none"> • Czy pytanie ma związek z tematem ogólnym? • Czy pytanie jest w formie pytającej? • Czy pytanie jest otwarte (nie typu TAK/NIE)? • Czy pytanie dotyczy zależności (wpływu parametru x na wartość y)? • Czy pytanie nie uwzględnia zbyt wielu parametrów?
Formułowanie hipotezy badawczej	<ul style="list-style-type: none"> • Czy hipoteza zawiera odpowiedź na pytanie badawcze? • Czy hipoteza jest kierunkowa (przewiduje istnienie zależności przebiegającej w konkretny sposób)? • Czy hipoteza jest uzasadniona?¹ • Czy uzasadnienie jest racjonalne, adekwatne do obecnego stanu wiedzy ucznia?

¹ Zazwyczaj badana zależność jest stosunkowo prosta, może mieć ona charakter dodatni, ujemny lub brak wpływu. Jeżeli chcemy, aby uczniowie formując hipotezę nie zgadywali przebiegu zależności, możemy wymagać, aby hipoteza posiadała uzasadnienie adekwatne do obecnego stanu wiedzy ucznia.

Wybór i opis zmiennych	<ul style="list-style-type: none"> • Czy została uwzględniona zmienna niezależna i zależna? • Czy zmienna niezależna i zależna są zgodne z pytaniem badawczym i hipotezą? • Czy zostały uwzględnione zmienne kontrolowane? • Czy uwzględniono wszystkie zmienne kontrolowane? • Czy pośród zmiennych kontrolowanych nie wymieniono parametrów niemających wpływu na przebieg eksperymentu?
Opracowanie metody kontroli zmiennych (opisu zależności matematycznych)	<ul style="list-style-type: none"> • Czy przedstawiono zależności pozwalające obliczyć, na podstawie uzyskanych danych surowych, wartości końcowe? • Czy przedstawione zależności są pełne i poprawne? • Czy uwzględniono przeliczenie jednostek?
Opracowanie metody zbierania danych surowych (opis procedury postępowanie eksperymentalnego)	<ul style="list-style-type: none"> • Czy przedstawiony ciąg czynności jest logiczny? • Czy postępowanie uwzględnia zapis wszystkich niezbędnych danych? • Czy uwzględniono wszystkie istotne etapy postępowania? • Czy zaproponowano adekwatne szkło i sprzęt laboratoryjny? • Czy uwzględniono wszystkie niezbędne odczynniki? • Czy proponowane szkło, sprzęt odczynniki są zgodne z zasobami udostępnionymi przez nauczyciela? • Czy proponowana procedura jest zgodna z zasadami BHP? • Czy uwzględniono w opisie postępowania komentarze dotyczące BHP?

Tabela 3. Umiejętności rozwijane na etapie wykonania eksperymentu wraz z możliwymi kryteriami oceny.

Umiejętność	Kryteria oceny
Zapis danych surowych	<ul style="list-style-type: none"> • Czy zapisano wszystkie wartości zgodnie z planem postępowania? • Czy wartości zapisano wraz z poprawną jednostką? • Czy wartości są zapisane z poprawną liczbą cyfr znaczących? • Czy uwzględniono dokładność pomiaru? • Czy uwzględniono dane jakościowe (obserwacje)? • Czy dane jakościowe zapisane są zgodnie z przebiegiem procesu?
Przetwarzanie zebranych danych	<ul style="list-style-type: none"> • Czy wartości końcowe zostały obliczone na podstawie uzyskanych danych surowych i opracowanej metodzie kontroli zmiennych? • Czy wyniki końcowe przedstawiono z poprawnymi jednostkami? • Czy wyniki końcowe przedstawiono z odpowiednią liczbą cyfr znaczących?

Obliczenie/oszacowanie błędów pomiarowych	<ul style="list-style-type: none"> • Czy obliczono błąd pomiarowy dla wartości końcowych? • Czy wartość błędu przedstawiono z poprawną liczbą cyfr znaczących?
Prezentacja wyników	<ul style="list-style-type: none"> • Czy zaprezentowano zestawienie uzyskanych wyników końcowych? • Czy zastosowaną graficzną formę prezentacji wyników? • Czy zaprezentowane wykresy są poprawnie opisane (opis osi, uwzględnienie jednostek itd.)?

Tabela 4. Umiejętności rozwijane na etapie wnioskowania i ewaluacji eksperymentu wraz z możliwymi kryteriami oceny.

Umiejętność	Kryteria oceny
Formułowanie wniosków	<ul style="list-style-type: none"> • Czy odpowiedziano na pytanie badawcze? • Czy wnioski są zgodne z uzyskanymi wynikami? • Czy zweryfikowano hipotezę badawczą? • Czy porównano uzyskane wyniki z dostępnymi danymi literaturowymi?
Ewaluacja planu i realizacji eksperymentu	<ul style="list-style-type: none"> • Czy oszacowano dokładność pomiaru? • Czy wskazano główne źródła błędów? • Czy wskazano błędy przypadkowe i systematyczne?
Propozycja modyfikacji, udoskonalenia eksperymentu	<ul style="list-style-type: none"> • Czy zaproponowano poprawki do eksperymentu? • Czy zaproponowane zmiany są zgodne z oszacowanymi błędami pomiarowymi i wnioskami? • Czy zaproponowane poprawki są możliwe do zrealizowania?

Tabela 5. Umiejętności rozwijane na różnych etapach postępowania badawczego wraz z możliwymi kryteriami oceny.

Umiejętność	Kryteria oceny
Poszukiwanie informacji, krytyczna analiza informacji	<ul style="list-style-type: none"> • Czy uczeń korzysta z wielu dostępnych źródeł informacji? • Czy korzysta ze źródeł wiarygodnych? • Czy przeprowadza krytyczną analizę uzyskanych informacji (formułuje spójne argumenty)? • Czy uczeń wykorzystuje dostępne technologie informacyjno-komunikacyjne do pozyskiwania informacji?
Umiejętność pracy w grupie	<ul style="list-style-type: none"> • Czy uczeń współpracuje z innymi członkami grupy? • Czy uczeń uczestniczy w organizacji pracy grupy? • Czy deklaruje chęć realizacji działań? • Czy wywiązuje się z zadeklarowanych działań? • Czy uczeń konsultuje/dyskutuje swoje działania/wyniki/decyzje z pozostałymi członkami grupy? • Czy odnosi się do innych członków grupy z szacunkiem?

Stosowanie zasad BHP	<ul style="list-style-type: none"> • Czy uczeń utrzymuje porządek w miejscu pracy? • Czy uczeń pracuje bezpiecznie? • Czy uczeń zna zagrożenia związane ze stosowaniem wykorzystywanych odczynników? • Czy uczeń potrafi opisać zagrożenia związane ze stosowaniem danego odczynnika na podstawie piktogramów? • Czy uczeń utylizuje odpady chemiczne zgodnie z obowiązującym systemem? • Czy uczeń dba o czystość wykorzystywanego szkła laboratoryjnego (stosowanego do doświadczeń i oddawanego po wykonaniu doświadczenia)? • Czy uczeń poprawnie przenosi odczynniki chemiczne, pobiera próbki, składa je odczynniki?
Wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnej	<ul style="list-style-type: none"> • Czy uczeń korzysta z dostępnego sprzętu i oprogramowania podczas przeprowadzania eksperymentu? • Czy uczeń wykorzystuje programy do prezentacji wyników? • Czy uczeń korzysta ze sprzętu i oprogramowania w sposób efektywny? • Czy uczeń (uczniowie) korzysta z dostępnych narzędzi komunikacyjnych podczas pracy w grupie? • Czy uczeń potrafi korzystać z udostępnionych baz danych?

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że podane w tabelach 2-5 kryteria oceny dotyczą przykładowych aspektów, które mogą być wzięte pod uwagę podczas oceny danej umiejętności. Korzystając z podanych kryteriów, należy wybrać najważniejsze elementy dla danego poziomu edukacji, dla danego eksperymentu i danej grupy uczniów. Podane kryteria należy uzupełnić kryteriami specyficznymi, które są istotne dla danej grupy lub sytuacji. Wybrane kryteria oceny powinny być nie tylko udostępnione uczniom, ale to uczniowie powinni mieć wpływ na to jakie kryteria będą brane pod uwagę; dotyczy to zarówno wyboru, jak i tworzenia kryteriów.

Poprawna realizacja niektórych czynności jest warunkiem prawidłowej realizacji kolejnych etapów dociekania. Przykładowo, błędnie sformułowane pytanie badawcze może uniemożliwić nie tylko sformułowanie hipotezy czy zdefiniowanie zmiennych, ale również przygotowanie logicznego planu postępowania badawczego, a w konsekwencji wykonanie eksperymentu. Z tego powodu często konieczna jest interwencja nauczyciela na etapach kluczowych do przeprowadzenia procesu dociekania. W takim przypadku jako kryterium oceny nauczyciel może przyjąć stopień samodzielności ucznia, np.:

- uczeń wykonał zadanie całkowicie samodzielnie,
- uczeń korzystał z pomocy nauczyciela/kolegów (pracował samodzielnie do danego etapu),
- zadanie zostało zrealizowane przez nauczyciela, a uczeń kontynuował samodzielne działania od kolejnego etapu,
- uczeń wymaga ciągłej pomocy.

Forma oceny

Powyżej wyszczególniono umiejętności, które mogą podlegać ocenie, oraz kryteria, które mogą posłużyć do oceny opanowania tych umiejętności przez uczniów. Nauczyciel po wyborze umiejętności podlegających ocenie podczas danego ćwiczenia oraz z zestawem kryteriów, które posłużą mu do oceny tych umiejętności, musi zdecydować o formie oceny. Ocena w polskiej szkole utożsamiana jest ze wstawianą do dziennika liczbą, czyli oceną podsumowującą. Tymczasem ze względu na złożony charakter procesu dociekania, ocena kształtująca wydaje się być bardziej adekwatna do oceny bieżących postępów ucznia, gdyż wspiera ona uczniów i sprzyja procesowi zdobywania wiedzy oraz umiejętności (Bell i Cowie, 2001). Dzięki niej uczeń uzyskuje konkretną informację, które umiejętności już opanował i w jakim stopniu (Black i Harrison, 2004). Ocena ta pozwala na zaplanowanie zmian w procesie nauczania i uczenia się oraz poprawę osiągnięć uczniów (Harrison, 2014). Ocena kształtująca może być stosowana na każdym etapie uczenia w przeciwieństwie do oceny podsumowującej, która zwykle występuje na końcu (Olson i Loucks-Horsley, 2000) i daje informację o postępach ucznia w odniesieniu do wybranej populacji (Harlen, 2000).

Stosowanie rubryk

Podczas stosowania nauczania kształtującego należy zaakcentować szczególną przydatność tzw. rubryk. Baron and Darling-Hammond (2008) określają je jako jedno z najbardziej efektywnych narzędzi oceny ucznia. Rubryki możemy podzielić na:

- analityczne – skupiające się na pojedynczych umiejętnościach,
- holistyczne – odnoszące się do zestawów umiejętności prostych, umiejętności złożonych lub kompetencji.

Rubryki przedstawiają ocenianą umiejętność (lub ich zestaw) oraz kryteria określające poziomy jej opanowania. W tabeli 6 przedstawiono schemat rubryki analitycznej, uwzględniającej 4 poziomy opanowania umiejętności.

Tabela 6. Schemat 4-poziomowych analitycznych rubryk oceny.

	Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3	Poziom 4
Umiejętność	Stopień opanowania umiejętności wg wybranych kryteriów	Stopień opanowania umiejętności wg wybranych kryteriów	Stopień opanowania umiejętności wg wybranych kryteriów	Stopień opanowania umiejętności wg wybranych kryteriów

Liczba poziomów opanowania danej umiejętności oraz ich nazwa nie powinna mieć bezpośredniego odwzorowania w liczbowej ocenie szkolnej.

Tabela 7. Przykład rubryki analitycznej (Orwat, Bernard i Dudek, 2014).

	Wymagający poprawy	Poprawny	Bardzo dobry	Wyśmienity
Opracowanie metody zbierania danych	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dobiera sprzęt lab. z pomocą nauczyciela, • opracowuje metodę eksperymentalną bez uwzględnienia zmiennej zależnej i niezależnej lub nie opracowuje metody, • przedstawia niepełny lub nieadekwatny ciąg czynności. 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dobiera częściowo poprawnie odczynniki i sprzęt lab., • opracowuje metodę eksperymentalną uwzględniającą zmienną zależną i niezależną, • przedstawia niepełny ciąg czynności. 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • prawidłowo dobiera odczynniki i sprzęt lab., • opracowuje metodę eksperymentalną uwzględniającą zmienną zależną i niezależną oraz niektóre zmienne kontrolowane, • przedstawia logiczny, jednak niepełny ciąg przyczynowo skutkowy uwzględniający niektóre warunki pomiarowe. 	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> • prawidłowo dobiera odczynniki i sprzęt lab., • opracowuje metodę eksperymentalną uwzględniającą wszystkie istotne zmienne, • przedstawia pełny ciąg przyczynowo skutkowy uwzględniający pełne warunki pomiarowe, • uwzględnia zapisy dotyczące BHP.

Zamiast nazw poziomów można zastosować system punktowy. Poniżej przedstawiono przykład rubryki holistycznej wykorzystywanej do oceny umiejętności analizy wyników eksperymentów w systemie matury międzynarodowej IB DP (IBO, 2014). Nauczyciel przedstawia uczniowi przyznaną liczbą punktów oraz ocenę opisową, która dodatkowo może być spersonalizowana.

Tabela 8. Przykład rubryki holistycznej do oceny umiejętności analizy wyników (IBO, 2014).

Liczba punktów	Ocena opisowa
0	Sprawozdanie ucznia nie spełnia opisanych poniżej standardów.
1-2	<p>Sprawozdanie zawiera niewystarczającą ilość danych surowych, co uniemożliwia sformułowanie prawidłowych wniosków pozwalających odpowiedzieć na pytanie badawcze.</p> <p>Niektóre podstawowe obliczenia zostały wykonane, ale z błędami lub/i z nieodpowiednią dokładnością, przez co wyciągnięcie prawidłowych wniosków nie jest możliwe.</p> <p>W sprawozdaniu zbyt mało uwagi poświęcono analizie przypadkowych i systematycznych błędów pomiarowych.</p> <p>Uzyskane dane zostały częściowo lub niepoprawnie zinterpretowane, co prowadzi do błędnych lub niepełnych wniosków.</p>

3-4	<p>Sprawozdanie zawiera poprawne lecz niepełne jakościowe i ilościowe dane surowe, które pozwalają na sformułowanie jedynie częściowo poprawnych lub niepełnych wniosków.</p> <p>Obliczenia zostały wykonane poprawnie i pozwalają na wyciągnięcie poprawnych wniosków ogólnych, jednak nie zostały przeprowadzone z odpowiednią dokładnością lub spójnością.</p> <p>W sprawozdaniu przedstawiono częściową analizę przypadkowych i systematycznych błędów pomiarowych.</p> <p>Uzyskane dane zinterpretowane zostały zbyt ogólnikowo, co prowadzi do niepełnych wniosków.</p>
5-6	<p>Sprawozdanie zawiera poprawne oraz pełne jakościowe i ilościowe dane surowe, które pozwalają na sformułowanie pełnych, szczegółowych i poprawnych wniosków.</p> <p>Obliczenia zostały wykonane poprawnie, z odpowiednią dokładnością i są spójne z uzyskanymi danymi surowymi.</p> <p>W sprawozdaniu przedstawiono pełną analizę przypadkowych i systematycznych błędów pomiarowych.</p> <p>Uzyskane dane zostały poprawnie zinterpretowane, co prowadzi do pełnych i poprawnych wniosków.</p>

Podczas tworzenia i stosowania rubryk należy:

1. Wybrać typ rubryk i stosować go konsekwentnie.
2. Zdecydować, jakie umiejętności będą podlegać ocenie.
3. Zdecydować o liczbie poziomów osiągnięć.
4. Wybrać kryteria oceny.
5. Przyporządkować kryteria oceny do poziomów osiągnięć.
6. Skupić się na pozytywnych stronach oceny – poziomy osiągnięć powinny wskazywać, co uczeń potrafi, a nie czego jeszcze nie opanował.
7. Przedyskutować rubryki z uczniami, wprowadzić zmiany, uzupełnienia, komentarze. Upewnić się, że wszyscy uczniowie zapoznali się z rubryką.
8. Udostępnić uczniom rubryki przed wykonaniem ocenianego ćwiczenia.
9. Oceniając wyniki pracy uczniów, przedstawić ocenę zgodną z osiągniętym poziomem.
10. Przedstawić wynik uczniowi wraz z załączonymi rubrykami, na których jest zaznaczony uzyskany poziom.

Metody pozyskiwania informacji, narzędzia oceny

Dociekanie wiedzy przez ucznia jest procesem złożonym. Uczeń wykonuje szereg czynności, które mają doprowadzić go do odpowiedzi na pytanie badawcze. Z punktu widzenia organizacji zajęć, rola nauczyciela ogranicza się w tym procesie do monitorowania pracy uczniów, pomocy przy realizacji kolejnych etapów dociekania, nadzorowania bezpieczeństwa pracy uczniów oraz oceny umiejętności uczniów. Najprostszą metodą oceny posiadanych przez ucznia umiejętności jest wykorzystanie prac pisemnych, w tym:

- notatek uczniowskich wykonywanych w trakcie realizacji ćwiczenia,
- sprawozdań przygotowanych przez uczniów po zakończeniu ćwiczenia,
- rozwiązywanych przez uczniów zadań testowych, np. zadań typu Lawsona (Lawson, 2000),
- rozwiązywanych przez uczniów zadań problemowych,
- tworzonych przez uczniów map myśli i map pojęciowych,
- arkuszy autorefleksji uczniowskiej,
- prezentacji uczniowskich.

Sprawozdania oddawane przez uczniów stanowią zazwyczaj opis całego przeprowadzonego badania. Podejście to pozwala m.in. zweryfikować zrozumienie przez ucznia istoty przeprowadzonego procesu. Również często w tej formie oceniane są umiejętności przetwarzania i prezentowania danych, wnioskowania, ewaluacji eksperymentu. Czynności związane z tymi elementami mogą być wykonane przez uczniów np. w ramach zadania domowego. Niestety podejście to posiada dwa główne ograniczenia:

- nauczyciel ocenia produkt końcowy, przez co kłopotliwe może być oddzielenie wkładu konkretnego ucznia w sprawozdanie od wkładu nauczyciela,
- uczniowie pracujący w grupie posiadają te same procedury postępowania i zestawy danych. Ocena umiejętności konkretnego ucznia jest bardzo trudna, a często niewykonalna.

Przeprowadzanie sprawdzianów obejmujących zadania testowe i problemowe pozwala ocenić pewien zakres umiejętności ucznia. Zazwyczaj umiejętności te są stosowane podczas sprawdzianu w nowej, analogicznej do rozważanej na lekcji sytuacji. Niestety, nie wszystkie umiejętności można ocenić w ten sposób. Problematiczne są głównie umiejętności związane z pracą w grupie, wykonaniem eksperymentu itp.

Alternatywną metodą oceny umiejętności związanych z IBSE jest obserwacja uczniów podczas pracy. W tym podejściu bardzo przydatne są arkusze obserwacji wypełniane przez nauczyciela w trakcie zajęć, które mogą posłużyć do oceny poszczególnych uczniów lub grup. Dodatkowo w tym procesie można wykorzystać nagrania audio/wideo, mogące w znacznym stopniu ułatwić ocenę aktywności uczniów np. podczas dyskusji, burzy mózgów.

Ciążar oceny można również przesunąć z nauczyciela na uczniów. Przydatne tu mogą być arkusze samooceny lub oceny wzajemnej uczniów. Wypełnione arkusze mogą dostarczyć informacji nt. aktywności i umiejętności kolejnych uczniów oraz posłużyć do sformułowania oceny kształtującej.

Podsumowanie

Ocena uczniów pracujących metodą IBSE wymaga od nauczyciela dużo pracy, zaangażowania uczniów w proces oceny, dostosowania przyjętych kryteriów do danej grupy uczniów i sytuacji. Nauczyciel rozpoczynający pracę z oceną uczniów samodzielnie dociekających wiedzę może czuć się zagubiony w tym złożonym procesie, a w jego klasie nie da się ocenić wszystkich uczniów i wszystkich umiejętności. Z tego powodu należy pamiętać, że:

- podczas jednego ćwiczenia ocenie powinny podlegać nie więcej niż 3 umiejętności, szczególnie w ujęciu analitycznym i przy pierwszych próbach oceny,
- nie wszyscy uczniowie muszą być ocenieni podczas każdego ćwiczenia. Ocena może dotyczyć wybranej grupy uczniów, pozostali zostaną ocenieni podczas kolejnych zajęć.

Wymienione powyżej narzędzia mogą zostać wykorzystane zarówno do oceny podsumowującej, jak i kształtującej, ponieważ charakter oceny powinien zależeć przede wszystkim od celu, w jakim jest ona wykonywana, a nie od narzędzi, jakie zostały wykorzystane (Tyler, Gagné i Scriven, 1967), (Black i Harrison, 2014).

Podziękowania

Projekt SAILS uzyskał dofinansowanie z Siódmego Programu Ramowego Unii Europejskiej [FP7/2007-2013], zgodnie z umową o dofinansowanie nr 289085, oraz dofinansowanie ze środków na naukę w latach 2013-2015 przyznanych na realizację projektu międzynarodowego współfinansowanego.

Bibliografia

- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), pp. 1-12.
- Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning. In B. B. Linda Darling-Hammond, Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding. San Francisco: Jossey-Bass.
- Bell, B., & Cowie, B. (2001). The characteristics of formative assessment in science education. *Science Education*, 85 (5), pp. 536–553. doi:10.1002/sce.1022
- Bernard, P., Białas, A., Broś, P., Ellermeijer, T., Kędzierska, E., Krzeczowska, M., Szostak, E. (2012). Podstawy metodologii IBSE. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów. Kraków: Uniwersytet Jagielloński.
- Black, P., & Harrison, C. (2004). Science inside the black box: Assessment for learning in the classroom. London.
- Black, P., & Harrison, C. (2014). Assessment in the Pedagogy of Inquiry. Science and Mathematics Education Conference 2014 . Dublin.
- Bybee, R. (2009). A commissioned paper prepared for a workshop on exploring the intersection of science education and the development of 21st century skills. The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. . (R. W. Bybee, Ed.) USA: National Science Teachers Association. Pozyskane z: http://itsisu.concord.org/share/Bybee_21st_Century_Paper.pdf [dostęp: 14.12.2015]
- Establish. (2011). Guide for developing Establish Teaching and Learning Units. Pozyskane z: http://www.establish-fp7.eu/sites/default/files/general/ESTABLISH_D3-4_GUIDE_UNITS_0.pdf [dostęp: 14.12.2015]
- Fradd, S., Lee, O., Sutman, F., & Saxton, M. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25 (4), pp. 417-439.
- Harlen, W. (2000). Assessment in the Inquiry Classroom. In V. a.-5. Foundations Vol. 2 - Inquiry: Thoughts, Inquiry, Foundations: Vol 2. National Science Foundation.
- Harrison, C. (2014). Assessment of Inquiry Skills in the SAILS Project. *Science Education International*, 25(1), pp. 112-122.

- IBO. (2014). Diploma Programme Chemistry Guide – First assessment 2016. International Baccalaureate Organization UK: 2014.
- Lawson, E.A. (2000). Classroom Test of Scientific Reasoning. [online] Arizona State University. Pozyskane z: <http://www.public.asu.edu/~anton1/LawsonAssessments.htm> [dostęp: 14.12.2015]
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). Internet Environments for Science Education. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Llewellyn, D. J. (2007). Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards in Grades 3-8 (2 ed.). Corin Press.
- MEN (2012). Podstawa programowa z komentarzami, Tom 5. „Edukacja przyrodnicza”, Pozyskane z: https://archiwum.men.gov.pl/images/stories/pdf/Reforma/men_tom_5.pdf [dostęp 10.09.2015].
- OECD. (2013). PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy. (PISA, Ed.) Paris: OECD Publishing. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Orwat, K., Bernard, P., & Dudek, K. (2014). Inquiry Based Science Education – bringing theory to practice. Science and Technology Education for the 21st Century. Research and Research Oriented Studies (pp. 225-238). Gaudeamus.
- Tyler, R. W., Gagné, R. M., & Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In P. o. evaluation, & R. McNally (Ed.). Chicago.
- Wenning, C. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. Physics Teacher Education Coordinator, 4 (2), pp. 21-24.
- Wiggins, G. (1993). Assessing student performance: Exploring the purpose and limits of testing. San Francisco: Jossey-Bass.
- Wilson, R. (1996). Assessing students in classroom and schools. Toronto: Allyn and Bacon.