
Niedoceniana zasada

Under-appreciated principle

Stanisław D. Głazek*

Instytut Fizyki teoretycznej, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Abstrakt. W fizyce jest pewna przydatna zasada, która dotyczy uczenia się i używania języka. Stosowanie podobnych zasad w komunikacji społecznej na szerszą skalę mogłoby okazać się pomocne, szczególnie w sferze edukacji.

Słowa kluczowe: fizyka, język, komunikacja społeczna, edukacja

Abstract. There is a useful rule in physics, which concerns how one learns and uses a language. Application of similar rules in social communication on a wider scale could turn out helpful, particularly in the domain of education.

Keywords: physics, language, social communication, education

Zasada, o której mowa, dotyczy uczenia się i używania języka. Chodzi mi przede wszystkim o związek między pamięcią o przeżywanych zdarzeniach i słowami, przypisywanymi tym zdarzeniom w umyśle dziecka, ucznia lub studenta, czyli ludzi młodych, od których zależy i do których należy przyszłość. Najprostszym przykładem zastosowania tej zasady jest język fizyki, więc najpierw będzie mowa o tworzeniu i używaniu jej języka. Przykład fizyki jest bardzo prosty w porównaniu z życiem, a w tym np. z dialogiem w sprawach ważnych społecznie. Właśnie dzięki prostocie tego przykładu wydaje się możliwe wyjaśnienie, o jaką zasadę chodzi. W wypadku bardziej złożonych zjawisk, niż badane przez fizyków, złożoność zdarzeń szybko prowadzi do utraty jasności, jakiej zasady *de facto* używamy, tworząc własny język.

Wiadomo, że fizycy są w stanie porozumiewać się na temat własności świata materialnego i poznawać go coraz lepiej. Tablice fizyczne podają niektóre wielkości z dokładnością do wielu cyfr znaczących [1]. Precyzja ta rośnie z czasem. Na przykład masa elektronu jest dzisiaj znana jako $0,91093837015(28) 10^{-30}$ kg, gdzie cyfry w nawiasie pokazują, jak duża jest niepewność ostatnich cyfr 15. Dane o takiej precyzji wymagają wyjątkowo dobrze zdefiniowanego języka do opisanego, jak zostały otrzymane, tj. na tyle dokładnego określenia, co i jak robimy w trakcie pomiaru, jakbyśmy potrafili zdefiniować i zmierzyć odległość od Tatr do Bałtyku z dokładnością do jednego milimetra.

Fizycy posługują się swoim językiem w publikacjach i dyskusjach. Formułują w nim hipotezy i zachęcają się wzajemnie do sprawdzania ich trafności przez doświad-

czenia i obserwacje. Takie sprawdziany wymagają wciąż rosnących zespołów ludzi, a tym samym porozumienia między nimi, porozumienie to zaś wykorzystujące poznawanie i opisywanie rzeczywistości przynosi nie tylko namacalne korzyści, takie jak np. współczesna możliwość używania telefonu komórkowego. Zgłębianie rzeczywistości uświadamia nam ogromny zakres zjawisk, w wyniku których żyjemy; zaczynając od zjawisk subatomowych, tajemnic naszego DNA, zagadek działania mózgu czy sposobu życia każdego z nas i dochodząc do skali życia rozwiniętego na planecie Ziemia w Układzie Słonecznym jako wyniku ewolucji niewyobrażalnie wielkiego Wszechświata.

Zasada tworzenia, uczenia się i używania języka jest więc warta uwagi, a jej skuteczne stosowanie w fizyce mogłoby służyć jako elementarny przykład pożytku z jej używania. Podkreślmy jednak, że to wcale nie znaczy, iż tę samą zasadę można stosować równie skutecznie i bez żadnych zmian we wszystkich dziedzinach nauki czy w dyskursie społecznym. Potrzebne jest jeszcze uwzględnienie zachowania się organizmów żywych, którego fizyka nie bada i nie opisuje. Na przykład fizyka nie wyjaśnia, w jaki sposób badany obiekt nabiera własnego zdania w sprawie doświadczenia, które go dotyczy. Jednak przykład fizyki dowodzi, że stosowanie pewnej zasady jest pomocne. Między przedstawicielami różnych nauk też byłoby łatwiej o porozumienie [2], gdyby podobne zasady brało się w praktyce pod uwagę.

Można powiedzieć, że język fizyki powstaje przez tworzenie słów, które symbolizują poznawane zjawiska lub relacje między nimi zachowane w naszej pamięci. W ten sposób treść słowa jest utożsamiona ze zbiorem zapamiętanych zdarzeń. Ten zbiór składa się z doświad-

*ORCID: 0000-0003-3095-5046

czeń, obserwacji i rozumowań. Zwłaszcza rozumowań innych fizyków, którzy już pojęli wyniki doświadczeń i obserwacji dostatecznie precyzyjnie, żeby umieć dobrać słowa do opisu pojętej treści. Z tymi rozumowaniami zapoznajemy się za pomocą języka. Przykładami słów używanych w fizyce, których treści nie daje się zrozumieć bez włożenia wysiłku w niezbędną analizę wymagającą pojmowania treści wielu innych słów, są: spin, kwark lub względność czasu i przestrzeni.

Zasadę poznawania treści słów używanych w fizyce można przedstawić na przykładzie słowa masa [3]. Ten przykład jest dostatecznie prosty, by zidentyfikować i nazwać kluczowy element ogólnej zasady, o którą tutaj chodzi, z niewielkim prawdopodobieństwem nieporozumienia.

Otóż można samodzielnie zbudować z listwy, prostego statywu i szalek, np. z podstawek do doniczek, wagę, na której da się równoważyć przedmioty. Zbudowawszy wagę, możemy wykonać wiele ważeń różnych przedmiotów. Niektóre z nich będą się równoważyć z dokładnością naszego uznania, że mamy równowagę. Na przykład jeden widelc z jednego zestawu sztućców będzie się równoważyć z drugim widelcem z tego samego zestawu. Jednakowe łyżki z łyżkami i łyżeczki z łyżeczkami też będą się równoważyć, ale łyżeczki z łyżkami czy widelcami już nie. Może widelc będzie się równoważyć ze szklanką, a może z kieliszkiem itd. Wszystkie przedmioty, które równoważą się z widelcem, możemy uznać za równoważne widelcowi i sobie wzajemnie właśnie w tym sensie, że równoważą się na wadze, co jest też przyczyną doboru użytych słów. W szczególności, wszystkie przedmioty z jednej takiej klasy równoważności równoważą się z zadawalającą nas dokładnością z konkretną liczbą jednakowych przedmiotów, które uznamy za jednostkowe. To mogłyby być jednakowe monety, koraliki lub nakrętki. Masą przedmiotu nazwalibyśmy liczbę nakrętek, które równoważą go na wadze. Ta liczba jest jednakowa dla wszystkich przedmiotów w rozważanej klasie, ale zależy od przedmiotów jednostkowych, których używamy do ważenia. Na przykład lekkich nakrętek aluminiowych trzeba mniej więcej trzy razy tyle co identycznie wyglądających ciężkich żelaznych, żeby zrównoważyć ten sam przedmiot. Jednak po uwzględnieniu różnicy między przedmiotami jednostkowymi, czyli tego, ile przedmiotów jednostkowych jednego rodzaju równoważy przedmiot jednostkowy drugiego rodzaju, masa jako liczba przedmiotów jednostkowych staje się wielkością niezależną od doboru jednostek – jej pomiar przez równoważenie daje po przeliczeniu tę samą liczbę.

Kluczowym elementem w przykładzie z masą jest fakt, że przyrząd buduje się samemu, używa się go własnoręcznie do porównywania przedmiotów i w końcu poznaje się sens słowa masa. To co się faktycznie liczy, to

uznanie zbioru faktów za własny, dostępny w naszej pamięci. W naszym przykładzie jest to zbiór faktów, które składają się na nasze przeżycie znaczenia słowa masa. To przeżycie czyni słowo masa potrzebnym, przydatnym i określonym dostatecznie precyzyjnie, żeby można było użyć go w prostym dialogu: *Poproszę 10 dkg sera. Może być II? Tak, dziękuję.* Podobnie jest w wypadku innych dobrze określonych słów, które poznajemy. Samodzielne wykonywanie doświadczeń i opisywanie ich za pomocą słów oznaczających poznawaną treść słowa masa, jest analogiem bardziej złożonych procesów, które przeżywamy i na podstawie których interpretujemy znaczenie słów. Uczymy się mówić w domu. Dzieci zadają mnóstwo pytań. Chcą zrozumieć odpowiedź. Potem poznajemy treść nowych słów odnajdując się w gronie rówieśników. Później, gdy czytamy tekst, słuchamy wykładu lub bierzemy udział w dyskusji, musimy orientować się, co znaczą słowa. Musimy jakoś wyjaśnić, co znaczą nasze i zrozumieć, co znaczą czyjeś. Ta potrzeba jest oczywista, gdy Polka rozmawia z Chińczykiem. A Polka z Polakiem?

W naszym przykładzie masa jest zdefiniowana za pomocą przedmiotów jednostkowych i wagi, na której równoważy się ciała przyciągane przez Ziemię jej polem ciężkości. Dlatego masę zdefiniowaną w ten sposób nazywamy masą grawitacyjną. Tak określone znaczenie słowa masa, składające się w naszej pamięci ze zdarzeń budowania wagi, ważenia przedmiotów i dyskusji z kimś drugim, kto już zna słowo masa w fizyce, nie daje się poznać w stacji kosmicznej, bo tam panuje stan nieważkości. Można tam jednak poznać inne pojęcie też nazywane masą, przez wykonywanie doświadczeń związanych z ruchem przedmiotów. Można wprowadzić masę ciała jako liczbę zderzeń z nieruchomymi przedmiotami jednostkowymi na jego drodze, potrzebną do ustalonej zmiany ruchu tego ciała względem stacji. Tylko kto ma okazję znaleźć się w stacji kosmicznej i prowadzić tam doświadczenia własnego pomysłu? Niemniej jednak poznawszy te dwa *a priori* kompletnie różne pojęcia: jedno mierzalne wagą na Ziemi, zwane masą grawitacyjną, a drugie mierzalne w zderzeniach, zwane masą bezwładną, jesteśmy w stanie zauważyć, że odpowiadające im liczby w odpowiednich jednostkach są zawsze sobie równe, dla wszystkich mierzonych ciał i to z wielką precyzją, tzn. nie jesteśmy w stanie zmierzyć różnicy, bo jest za mała, o ile w ogóle istnieje. Ta równość jest podstawą ogólnej teorii względności, której poznanie wymaga przeżycia treści znacznej liczby dalszych słów.

Wyobraźmy sobie teraz, jak wiele słów trzeba poznać, odwołując się do własnego doświadczenia i porównując je z wypowiedziami innych ludzi, żeby poruszać ze wzajemnym zrozumieniem tematy, które dotyczą pojęć takich jak np. prawda, fałsz lub wolność czy demokracja.

W porównaniu ze złożonością zdarzeń, które wchodzą w grę w wypadku tych słów, znaczenie słów używanych w języku fizyki jest wyjątkowo proste.

W tej sytuacji można więc uznać, że zasada przydatna do tworzenia, używania i nauczania języka w dziedzinie fizyki nie nadaje się do stosowania w życiu. Wymaga ona daleko idącej analizy, co faktycznie robimy, co mamy na myśli, gdy wypowiadamy słowa ułożone w zdania, i jak sprawdzamy, że się nie mylimy lub nie wprowadzamy kogoś w błąd. Natomiast życie jest często tak intuicyjne, emocjonalne, odruchowe... A jednak fizycy dochodzą wspólnie do precyzyjnego dialogu na temat świata materialnego. Uważny dobór słów pozwala im porozumiewać się i współpracować przy sprawdzaniu hipotez, z których co prawda niewiele jest słusznych, ale te, które się ostają, są bardzo pomocne w budowaniu rzetelnego obrazu. W wyniku operowania językiem, w którym znaczenie słów jest definiowane przez pamięć o wykonywanych operacjach i ich konsekwencjach, fizykom udaje się nie tylko poznawać, ale i wykorzystywać poznawane prawa działania tego świata. Można powiedzieć, że fizycy starają się prowadzić dialog z Naturą i uczą się od niej na przykładach, jak o niej rozmawiać. Precyzja tej rozmowy staje się wielka wtedy, gdy przykłady dają się sprowadzać do prostych zdarzeń mierzonych z dużą dokładnością. Czy to znaczy, że zasada tworzenia, używania i nauczania języka używana przez fizyków nie jest przydatna w życiu, bo ono jest zbyt skomplikowane? Otóż jest przydatna, ale nie jest doceniana. Jej przydatność polega na tym, że daje przykład, jak daleko można zajść, idąc drogą zrozumienia i porozumienia, o czym jest mowa. Złożonych zjawisk nie da się w pełni traktować tak, jakby były proste, ale prosty przykład pokazuje, według jakiej zasady można starać się postępować.

Tymczasem wydaje się, że uczestnicy dialogu na skomplikowane tematy, np. społeczne, nie zawsze zdają sobie sprawę z różnic między znaczeniami, jakie przypisują tym samym słowom. Czasami sprawiają wrażenie, że zupełnie nieświadomie mówią o różnych rzeczach, choć używają tak samo brzmiących słów. Można przewidzieć, że w ten sposób nigdy nie będą w stanie osiągnąć porozumienia. Będą musieli klócić się coraz zajadlej, aż w końcu zaczną używać „argumentu” siły.

Aby wybrnąć z wymiany słów o niejasnym i czasami sprzecznie pojmowanym znaczeniu, potrzebna jest praca nad ustalaniem oraz uwspólnianiem ich znaczenia. Mechanizmem takiego poznawania i uwspólniania w fizyce jest robienie doświadczeń, obserwacja zjawisk, ich opisywanie, interpretowanie i proponowanie wyjaśnień. Mówiąc bardziej ogólnie, człowiek uczy się języka przeżywając zdarzenia, dla których wprowadza nazwy, słowa, jako skrótove symbole użyteczne w dialogu o rzeczywistości. Rzecz jasna mechanizm ustalania wspólnego znaczenia

słów wymaga pracy i wcale nie jest łatwy. Wspomniany wcześniej wzrost precyzji opisu rzeczywistości i dialogu na jej temat jest trudny do wyjaśnienia w szczegółach nawet w prostym przypadku fizyków, o czym przekonują się filozofowie i historycy nauki [4, 5, 6]. To, jak podobny wzrost jasności i precyzji wypowiedzi mógłby zachodzić w bardziej złożonych wypadkach świadomego dyskursu o rzeczywistości, musi być jeszcze bardziej zagadkowe.

Za główną korzyść z uświadamiania sobie zasady tworzenia języka fizyki uznałbym więc: po pierwsze kształcenie u siebie samego umiejętności rozważania, wzięcia pod uwagę, oceny, jakie to zdarzenia w mojej pamięci tworzą znaczenie słowa, którego używam w rozmowie, po drugie, starałbym się zadawać sobie samemu pytanie, w jakim stopniu te „moje” zdarzenia mogą być podobne do zdarzeń, które najprawdopodobniej tworzą znaczenie tak samo brzmiącego słowa w pamięci kogoś, z kim rozmawiam. Musielibyśmy przeżyć podobne zdarzenia, żeby rozumieć te słowa podobnie, a przecież wiemy o innych tak niewiele. Trzeba brać pod uwagę różnice między naszymi przeżyciami. Drogą do uniknięcia konfliktu wydaje się rozważanie konkretnych przykładów i ustalanie z ich pomocą, co się rozumie pod używanymi słowami w tych przykładach. Gdy słowa oznaczają złożone zdarzenia, a tym samym złożone pojęcia, to porozumienie wymaga wysiłku, cierpliwego rozważania przykładów i sprawdzenia, co dla nas znaczą słowa, których używamy do ich opisu.

Wydaje mi się, że przykład fizyki jest szczególnie przydatny w określaniu sensu dwóch słów: *uczyć się* i *uczyć* [7]. Zadawszy pytanie, jaką rolę w uczeniu się odgrywają motywacje wewnętrzna i zewnętrzna [8] i starając się określić, co według nas samych wynika na temat „uczenia się” z różnicy między tymi motywacjami, wejdziemy na drogę definiowania, o co właściwie chodzi w uczeniu się, a tym samym czemu ma służyć szkoła. Jestem zdania, że temat okaże się pełen zagadek, które wymagają wyjaśnienia. Natomiast znaczenie słowa *uczyć* jest szczególnie ważne, gdyż stanowi podstawę systemu edukacji, wyniki działania tego systemu zaś determinują późniejszą zdolność obywateli do uczestnictwa w komunikacji społecznej. Mogą prowadzić do pokoju, ale i do wojen. Do tych drugich szczególnie niezawodnie wtedy, gdy człowiek nie uczy się od małego poprzez przeżywanie znaczenia ważnych słów, tak jak miały możliwość doświadczyć dzieci kształcone przez Korczaka, który traktował je z szacunkiem należnym człowiekowi myślącemu, chcącemu nauczyć się żyć [9].

Według omawianej zasady placówki edukacyjne mogłyby być miejscami, w których młodzi ludzie poznają sens ważnych słów przez przeżywanie ich treści. Na przykład mogliby po Korczakowsku tworzyć własną konstytucję, swój parlament, sąd, rząd, bank i periodyk infor-

macyjny. Mogliby mieć zadania do wykonania z użyciem wzorów z literatury, z potrzebą stosowania matematyki, wykorzystywania metod naukowych i poznawania środków wyrazu dostępnych sztuce. Taki proces tworzyłby w głowach młodych ludzi elementy języka przydatnego w funkcjonowaniu demokracji [10, 11, 12]. Włączenie sprawdzonej zasady tworzenia wspólnego języka do zbioru podstawowych zasad społecznych nauczanych w szkołach, mogłoby prowadzić do jej doceniania, z dobrymi skutkami w praktyce życia społecznego.

Autor dziękuje prof. Halinie Walentowicz z Zakładu Filozofii Społecznej Wydziału Filozofii Uniwersytetu Warszawskiego za dyskusję.

Literatura

- [1] Particle Data Group, https://pdg.lbl.gov/2023/reviews/contents_sports.html dostęp 03.11.2023.
- [2] C. P. Snow, *The Two Cultures: And a Second Look*, Cambridge University Press, Cambridge 1965.
- [3] L.C. McDermott oraz Zespół Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Stanu Washington, *W poszukiwaniu praw fizyki*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2000.
- [4] T. S. Kuhn, *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity*, 1894-1912, University of Chicago Press, Chicago 1987.
- [5] A. Pickering, *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*, University of Chicago Press, Chicago 1999.
- [6] J. L. Gaddis, *The Landscape of History: How historians Map the Past*, Oxford University Press, Oxford 2002.
- [7] S. B. Sarason, *And What Do YOU Mean by Learning?* Heinemann, Portsmouth 2004.
- [8] E. L. Deci, R. M. Ryan, *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*, Plenum, New York 1985.
- [9] J. Korczak, *Do moich przyszłych czytelników*, Mały Przegląd, dodatek do Nasz Przegląd 3 października 1926.
- [10] J. Dewey, *Experience and Education*, The Kappa Delta Pi Lecture Series, Free Press edition, New York 2015.
- [11] D. Meier, *Professional growth of a teacher*, esej w zbiorze *Rozwój własny nauczyciela*, ed. S. D. Głazek, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2019.
- [12] A. Białas, *Profesja: nauczyciel*, *PAUza Akademicka* 484, 4 (2019).