



Nadesłano: 2.10.2019

Zaakceptowano: 19.11.2019

Sugerowane cytowanie: Jakubowski R., Piotrowski M. (2019). *W poszukiwaniu uwarunkowań trwałego wprowadzenia STEM/STEAM w polskich szkołach*, „Edukacja Elementarna w Teorii i Praktyce”, vol. 14, nr 4(54), s. 25-36. DOI: 10.35765/eetp.2019.1454.02

Rafał Jakubowski

ORCID: 0000-0002-3587-9583

Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli w Kaliszu

Marek Piotrowski

ORCID: 0000-0003-3360-3169

Chrześcijańska Akademia Teologiczna, Wydział Nauk Społecznych

## W poszukiwaniu uwarunkowań trwałego wprowadzenia STEM/STEAM w polskich szkołach

### SŁOWA KLUCZOWE

STEM, edukacja  
progresywistyczna,  
model 5E, model  
8-punktowy

### ABSTRAKT

W artykule autorzy skoncentrowali się nie tyle na metodzie STEM/STEAM, ile na trudnościach, jakie należy pokonać, by móc tę koncepcję skutecznie wprowadzić do polskiej szkoły. Wśród przeszkód, jakie trzeba przezwyciężyć, wymieniają niedostosowanie polskiej szkoły do wymagań edukacji progresywistycznej. Błędy podstawy programowej wymuszają nauczanie wszystkich uczniów na jednym poziomie.

Przestrzegają, przypominając, że na skutek złego prowadzenia wczesnoszkolnej edukacji matematycznej połowa uczniów o niższym kapitale rodzinno-społecznym ma poważne trudności w zdobyciu zaradności matematycznej. Zatem przed STEM/STEAM w Polsce stoją zasadniczo inne zadania niż gdzie indziej.

Artykuł jest kontynuacją publikacji autorów związanych z kreowaniem uzdolnień heurystycznych oraz nauczania *science* poprzez doświadczenia prowadzone za pomocą metody naukowej. Stąd w następnym artykule, kontynuacji niniejszej publikacji, skoncentrują się oni na przykładach problemów rozwiązywanych przez dzieci za pomocą metod naukowych. Według autorów jest to propozycja przewycięzania obecnych trudności i możliwość wprowadzenia nowych systemów nauczania, a w szczególności STEM/STEAM.

## Wprowadzenie

Poniższy artykuł jest kolejną publikacją związaną z kształceniem umiejętności heurystycznych poprzez nauczanie *science* i matematyki. Autorami publikacji są dwaj fizycy, nauczyciele fizyki i matematyki, pedagodzy łączący pracę w szkole z pedagogiką akademicką. W bieżącej publikacji poruszane są problemy związane ze współczesną szkołą w Polsce również w nawiązaniu do założeń edukacji progresywno-empirycznej. To odwołanie do historycznych już wymagań sprzed 100 lat uświadomić nam powinno, że marzenie o szkole nadążającej za niezwykle szybkim rozwojem społecznym i technologicznym towarzyszy nam od dawna. To, co dziś robimy, propagując edukację typu STEM/STEAM, jest jednym ze sposobów realizacji kilku wydawałoby się prostych wymagań sformułowanych w 1919 r., ale to nie oznacza, że jest to łatwe i oczywiste.

Warto działać rozważnie, by nasze przedszkolaki i nasi uczniowie za kilka lat mieli wrażenie, że uczestniczyli w zajęciach podobnych do tych prowadzonych przez Marię Skłodowską-Curie na początku XX w. (Chavannes, 2004), a nie brali udziału w *Edukacji jaskiniowców*, humoresce po raz pierwszy wydanej w Nowym Yorku 1939 r. (Benjamin 1939). Publikacja ta ma już ponad 65 wznowień, zatem można sądzić, że niepowodzenia w nauczaniu *science* nie są rzadkością do dziś.

Z tego powodu artykuł zaczyna się od uwag dotyczących wczesnego nauczania *science*, a zatem tej edukacji, która z pozoru prosta, w rzeczywistości okazuje się bardzo trudna. Niektórzy wątpią w jej sens.

W artykule przedstawiono również problem specyficznych relacji w Polsce pomiędzy domem a szkołą. Zwrócono uwagę na potrzebę zmiany koncepcji nauczania w taki sposób, by rodzice nie musieli przejmować odpowiedzialności za szkolny sukces dziecka, jak to się obecnie dzieje we wczesnej edukacji matematycznej. By taka zmiana nastąpiła, nauczyciele powinni uzyskać wsparcie, a nie być osamotnieni w realizacji nowych wyzwań związanych ze STEM/STEAM, tak jak to było często dotychczas w polskiej reformie edukacji trwającej już ponad 25 lat i nieprzynoszącej oczekiwanych efektów.

Na zakończenie, w nawiązaniu do prac psycholog Carol Dweck (2013), przedstawiono postulat o konieczności stwarzania warunków konsekwentnego uczenia od przedszkola do matury, tak by jednolity system pozwolił uczniowi na systematyczny rozwój umiejętności heurystycznych.

Według autorów podstawą szkolnej edukacji powinna być aktywność badawcza dziecka postulowana już w wymaganiach określonych sto lat temu przez progresywnistów. Proponowanym narzędziem, jakie warto wdrożyć w nauczaniu, a w zasadzie w uczeniu się, jest 8-punktowy schemat zajęć zgodny z metodą naukową znaną nauczycielom chociażby z ich własnych studiów i prac akademickich. I można, a nawet należy go pogodzić z koncepcją STEM/STEAM.

Artykuł jest kontynuacją działań i publikacji autorów dotyczących kształcenia umiejętności heurystycznych zebranych ostatnio w publikacji z zakresu wczesnoszkolnej zaradności matematycznej (Piotrowski 2018) oraz równoważności modelu 8-punktowego ze schematem 5E (Piotrowski, Jakubowski 2019). Jest też wstępem do następnych dwóch artykułów prezentujących propozycje rozwiązania problemów wskazanych w niniejszej publikacji za pomocą konkretnych zajęć realizowanych zgodnie z koncepcją STEM/STEAM.

## Obawy o sens wczesnego nauczania science

W dzisiejszym świecie „wirujących atrakcji” trudno jest zafascynować młodego człowieka nauką. Wszyscy zdajemy sobie sprawę, że lekcje szkolne nie mogą być nudne, że powinny stanowić mocną konkurencję dla propozycji rozrywkowo-konsumpcyjnych, ale coraz trudniej jest rywalizować z „kolorowym światem” tradycyjnymi metodami. Na podstawie badań możemy stwierdzić, że są systemy, w których entuzjazm dla nauk ścisłych i przyrodniczych topnieje w szkole podstawowej aż do okresu wczesnej adolescencji (Osborne, Simon, Collins 2003; Jenkins, Nelson 2005). Wtedy, gdy jak przekonują nas psycholodzy, uczniowie rezygnują już z rozumienia świata wyłącznie za pomocą operacji konkretnych. W określonym zakresie wiedzy są w stanie budować swój sposób pojmowania rzeczywistości za pomocą myślenia abstrakcyjnego oraz odczytują i umieją tworzyć zapis symboliczny.

Część pedagogów, widząc niską korelację genetyczną, sugeruje, że przedmioty przyrodnicze nie powinny być nauczane w pierwszych latach szkolnej kariery, a tym bardziej w przedszkolu. Zamiast przedmiotów przyrodniczych pedagodzy proponują projekty uczniowskie realizowane podczas innych lekcji-zajęć. Uwzględniając słabnący zapał, obserwowany na początku edukacji, zalecają pozostawić przedmioty ścisłe jako nowy i ekscytujący obszar szkołom ponadpodstawowym. Głoszą, że jest to tematyka, którą nie warto dzieci męczyć, zanim ich prawdziwa szkolna kariera tak naprawdę się zacznie. Czy mamy zatem czekać do tego etapu rozwoju umiejętności poznawczych z nauczaniem STEM/STEAM?

Ta koncepcja budzi jednak u innych pedagogów i rodziców poważny sprzeciw. Stwierdzają, że nauki przyrodnicze w postaci *science* oraz matematyka traktowana poważnie (a nie jako nauka liczenia) powinny być obecne w edukacji od przedszkola do szkoły wyższej. Trudności w ich wprowadzeniu na początku przedszkolnej i szkolnej nauki nie mogą nas zniechęcać, lecz powinny mobilizować.

Należy jednak pamiętać, że pierwsze wydania amerykańskiego bestsellera Janice VanCleave dotyczące nauki astronomii, biologii, chemii i fizyki poprzez setki doświadczeń zostały przeznaczone na przemian na początku polskiej reformy edukacji.

I nigdy później ich nie wznowiono, chociaż VanCleave rozwijała skutecznie swoją koncepcję nauczania m.in. na zakres technologii (2007).

Dobre wzorce wczesnoszkolnego *science* nie docierają nie tylko do polskiej szkoły. W rezultacie w wielu systemach edukacyjnych obserwujemy złowrogi zanik kreatywności wraz z wiekiem. W badaniach prowadzonych m.in. przez profesora George'a Landa (Markides 2013) stwierdzono, że w wieku trzech–pięciu lat ponad 98% testowanej populacji uznano za „geniusza kreatywności”. Po pięciu latach odsetek „geniuszów kreatywności” spadł do 32%, po dziesięciu latach do 12%. W grupie dorosłych (w wieku ponad 25 lat) tylko 2% badanych spełniało kryteria „geniusza kreatywności”.

## Osiem wymagań z edukacją STEM/STEAM

Można zatem sformułować wymagania związane z wprowadzeniem STEM/STEAM w Polsce:

1. Konieczność wprowadzania oceny szkoły i uczniów w postaci certyfikatów, jak to czyni od dawna Microsoft (2011), a nie konkursów lub olimpiad.
2. Konieczność wsparcia nauczycieli konkretnymi materiałami niezbędnymi do pracy i powiązanie tych materiałów rządowym *curriculum*, jak to uczyniono w Irlandii (Bruton 2017).
3. Konieczność wprowadzania zajęć na zasadach nauczania problemowego, a nie jako dodatku – uzupełnienia do nauczania tematycznego (LaForce, Noble, Blackwell 2017).
4. Konieczność realizacji zajęć w trakcie zwykłych lekcji, by ich efekty nie były związane głównie z pracą w domu i pomocą opiekunów, jak to jest teraz np. z edukacją matematyczną (Piotrowski 2018).
5. Konieczność realizacji zajęć na zasadzie poszukiwania rozwiązań i weryfikacji różnych hipotez (Komisja Europejska 2015).
6. Konieczność oceniania podobnego do kształtującego, ale w bardzo uproszczonej postaci (Jakubowska, Pokropek 2008).
7. Konieczność uwzględnienia dwóch–trzech poziomów osiągnięć, tak by każde dziecko mogło odnieść sukcesy oraz niepowodzenia (Dweck 2008).
8. Konieczność dokładnego planowania, by w konsekwencji serii zajęć uczeń odczuwał efekt Eureka, nie tylko efekt WOW.

Pierwsze wymaganie. Musimy sprawić, że wiek wczesnej edukacji nie będzie stracony dla rozwoju zdolności poznawczych, umiejętności heurystycznych dla większości uczniów, nie tylko małej kilkuprocentowej grupy. Zatem zapomnijmy o systemie pracy z uczniem zdolnym (liczba pojedyncza) i olimpiadach. Dążmy do powszechnych certyfikatów typu „ukończyłem program ośmiu doświadczeń

z magnesami”, którym będzie można w sposób zorganizowany objąć jak największą grupę uczniów od przedszkola do maturzysty. Od dawna wsparcie edukacji za pomocą certyfikatów skutecznie prowadzi firma Microsoft (2011).

**D r u g i e w y m a g a n i e.** Poszukując rozwiązań organizacyjnych, musimy pamiętać, że warunkiem sukcesu nauczycieli jest dostarczenie im konkretnych wskazówek, jak prowadzić zajęcia w przedszkolu i w nauczaniu początkowym. Wymagania powinny być *explicite* zgodne z *curriculum*, zapewniając zrozumienie celów oraz zaplanowanie ram czasowych zajęć. W historii polskiej reformy było już wiele ciekawych i wartych uwagi pomysłów, ale nie zamienionych na konkrety, więc po pewnym czasie porzucanych. Można tu wspomnieć np. o ścieżkach międzyprzedmiotowych pojawiających się w podstawie programowej 1999 r. (Suchańska 2001) i znikających dziewięć lat później. Potrzebne są podobne rozwiązania do opracowanych w Irlandii (Bruton 2017), chociażby, na początek, w szcążkowej formie.

**T r z e c i e w y m a g a n i e.** Celem STEM/STEAM powinna być zamiana nauczania tematycznego (np. nauka tabliczki mnożenia) na nauczanie problemowe polegające na formułowaniu pytań badawczych (np.: jak można skrócić naukę tabliczki mnożenia i jak wygląda jej wykres?) oraz prowokowaniu do działania (LaForce, Noble, Blackwell 2017).

Kształcenie powinno rozwijać kompetencje formułowania i rozwiązywania problemów. Takie działanie wymaga czasu i pogodzenia się z tym, że uczniowie, popełniając błędy, uczą się najwięcej. Zatem ze STEM/STEAM musi być związany inny niż dotychczas system oceniania oraz dialogu z uczniem i rodzicami.

## Relacja dom vs. przedszkole i szkoła

Nie stać nas na to, by scedować edukację przyrodniczą na środowisko domowe, tak jak to praktycznie zrobiliśmy już w Polsce z edukacją matematyczną. Okazuje się, że tylko dzieci rodziców, z których przynajmniej jedno ma wykształcenie wyższe, posiadają zaradność matematyczną, kończąc wczesną edukację (Piotrowski 2016).

Pozostali uczniowie, stanowiący ponad połowę, są w stanie rozwiązać problem matematyczny, gdy jest bardzo podobny do poznanego i „utrwalonego” w szkole. Rodzice są w stanie wspomagać polską szkołę w nauczaniu matematyki, a w niej swoje dzieci, tylko wtedy, gdy są ludźmi o wysokim SES – *socioeconomic status* (Milerski, Karwowski 2016: 121-144).

„Szkłany sufit” przejawiający się silnym uzależnieniem poziomu osiągnięć uczniów od ich kapitału rodzinnego występuje nie tylko w Polsce i nie jest zjawiskiem nowym. Ta bariera ogranicza nie tylko rozwój edukacji, ale również postęp gospodarczy i technologiczny oraz korzystne przemiany społeczne. Prawdopodobnie po raz pierwszy

rozwiązania tego problemu na szerszą skalę poszukiwali na początku XX w. w USA założyciele Progressive Education Association założonego w 1919 r. (Wrąga 2014). W ich dokumentach programowych odnajdujemy zalecenie: „4. Nauczyciel, szkoła i rodzice powinni razem współpracować, dążąc do postępów w rozwoju dziecka” (Gutek 2003).

Jest to wymaganie czwarte z sześciu skierowanych do nauczycieli i rodziców oraz szkoły dla przeciętnej rodziny amerykańskiej, a nie prywatnej enklawy z czesnym, do której uczęszczały dzieci z zamożnych rodzin. Środowiska przemysłowców, zakładając Progressive Education Association, widziały zagrożenia rozwoju USA, gdy przeciętny obywatel nie będzie w stanie spełniać wymagań związanych z gwałtownie reformowaną i rozwijającą się gospodarką po I wojnie światowej.

W Polsce, w zakresie matematyki, nie udało się zorganizować skutecznej współpracy między nauczycielami, rodzicami i szkołą. Zabrakło przekonania o konieczności nauczania wszystkich uczniów, tak by zyskali zaradność matematyczną i dalej budowali swoją wiedzę na zasadach konstruktywistycznych.

**Cz w a r t e w y m a g a n i e.** Materiały STEM/STEAM powinny być przygotowywane na zwykłe zajęcia lekcyjne. Nie mogą być czymś dodatkowym, nadzwyczajnym, realizowanym na zajęciach pozalekcyjnych lub w żadnym wypadku oparte wyłącznie na pracy w domu. Dzieci oczywiście mogą powtarzać w domu (np. w kuchni) to, co poznały w szkole, zgodnie z zasadą, że dobra szkoła to ta, z której uczniowie w domu z przyjemnością kontynuują naukę rozpoczętą w trakcie lekcji. W przeciwnym przypadku zdolności dzieci mogą ginąć jak w matematycznym Trójkącie Bermudzki (Piotrowski, 2018).

## Aktywność badawcza dziecka

W oczekiwaniach względem szkół publicznych sformułowanych przez Progressive Education Association (przypomnijmy – sprzed 100 lat) określono również wymaganie dotyczące aktywności badawczej dziecka – trzecie z sześciu „3. Nauczyciel powinien ukierunkowywać aktywność badawczą dziecka” (Gutek 2003: 298). Podobne oczekiwanie zdefiniował w zaleceniach Parlament Europejski w 2006 r. i powtórzył w 2018 r.:

3. Kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii: (...) B. Kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych dotyczą zdolności i chęci wyjaśniania świata przyrody z wykorzystaniem istniejącego zasobu wiedzy i stosowanych metod, w tym obserwacji i eksperymentów, w celu formułowania pytań i wyciągania wniosków opartych na dowodach (Parlament Europejski 2018).

Na przekór błędnym badaniom m.in. PISA 2012 nasi uczniowie tej kompetencji nie posiadają (Kasprzak 2014).

**Piąte wymaganie.** Związane jest ono z tym, że podstawą nauczania problemowego powinny być nie tylko pytania badawcze, ale i różnorakie hipotezy oraz poszukiwania najbardziej prawdopodobnej z nich, co stanowi istotę badań naukowych. To wymaganie może wydawać się części nauczycieli i władz dość przewrotne. Zwłaszcza, gdy przyjmują, że szkoła powinna być miejscem głoszenia tylko prawdziwych informacji i opinii oraz pamiętają, że w podstawach programowych dla gimnazjów określenie hipoteza uznawano za zbędne. Zmiany tego paradygmatu, obowiązującego nie tylko w polskiej szkole, oczekuje Unia Europejska (2015).

## Ocenianie

Po odjęciu efektu zgadywania tylko połowa uczniów umie rozwiązać więcej niż 30% problemów występujących w egzaminie gimnazjalnym z przyrody i matematyki (Piotrowski, Jakubowski 2019), co oznacza, że prawie połowa gimnazjalistów nie zdałaby tego egzaminu, gdyby występował w nim minimalny próg 30%, a zadania miały postać otwartą (a nie zamkniętą – testów jednokrotnego wyboru).

Trudno, by tę degradację edukacji szkolnej w STEM/STEAM rozumieli, a przynajmniej akceptowali, współcześni nauczyciele przyrody i matematyki oceniani w swojej szkolnej i akademickiej nauce za pomocą egzaminów z progiem co najmniej 50%, zwłaszcza gdy współczesne egzaminy z języka angielskiego posiadają na poziomie A2 i B1 jeszcze wyższy próg, by móc uznać ten egzamin za zdany (Davies, 2019).

W tej sytuacji dotychczasowy system oceniania musi ulec zmianie. Powinniśmy wrócić do podstaw określonych m.in. przez Blacka (2006), pamiętając jednocześnie, że złe – zbyt rozbudowane ocenianie kształtujące prowadzi do działań pozornych (Jakubowska, Pokropek 2008).

**Szóste wymaganie.** Konieczne jest dopasowanie oceniania do potrzeb STEM/STEAM. Chodzi o sposoby podobne do oceniania kształtującego, ale w znacznie prostszej formie niż te proponowane nauczycielom w trakcie popularnych szkoleń, oceniania zwracającego uwagę na przyrost (nie poziom) nowych kompetencji, począwszy od wczesnych etapów kształcenia.

## Nastawienie sprzyjające uczeniu się – postawa względem własnego rozwoju

Psycholog Carol Dweck w swoich książkach, na wykładach i w artykułach opisuje dwa rodzaje postaw w stosunku do własnego rozwoju: nastawienie stałe i nastawienie

rozwojowe. Na podstawie prowadzonych badań wraz ze współpracownikami Dweck wykazała, w jaki sposób postawa skoncentrowana na rozwoju – nastawienie rozwojowe prowadzi do lepszych wyników – sukcesu i co bardzo ważne, w jaki sposób można zyskać taką postawę (Blackwell, Trześniewski, Dweck 2008).

Dweck stwierdza, że ludzie charakteryzujący się stałym nastawieniem wierzą, iż inteligencja i talent są wrodzone i nie podlegają zmianom. To prowadzi do przekonań wpisujących się w stwierdzenie, że osoby uzdolnione nie muszą podejmować kolejnych nowych wyzwań, a jeśli im się nie uda podjęcie nowego wyzwania, to tracą autorytet.

W Polsce nastawienie stałe widoczne jest w pozytywnych ocenach uczniów typu „zdolny, ale leniwy”, czyli taki, który da sobie radę, bo przecież jest zdolny. Zatem jego postawa jest akceptowana. Z czasem okazuje się często, że tolerancja lenistwa prowadzi do porażki edukacyjnej i życiowej. Przy niskim prestiżu, jaki ma szkoła w polskim społeczeństwie, trudno uzmysłowić sobie, że określenie „zdolny, ale leniwy” jest przede wszystkim ostrzeżeniem – oceną negatywną, a nie pozytywną potwierdzającą posiadanie zdolności.

Dweck z zespołem wykazała wielokrotnie, że dorośli i dzieci ze stałym nastawieniem unikają wyzwań, ponieważ z czasem nie wierzą również, że są w stanie się nauczyć czegoś, co nie przychodzi im naturalnie. Wyjście poza strefę komfortu naraża ich na ryzyko braku sukcesu, które traktują w kategoriach porażki, a tego nie są w stanie znieść. Wielu uczniów cechuje postawa stałego nastawienia. Niektórzy z nich zyskali tę postawę w najwcześniejszych etapach nauki, na skutek otoczenia w domu, od rodzeństwa i rodziców, a później w szkole od nauczycieli.

W polskiej szkole nastawienie stałe jest generowane poprzez nauczanie na jednym poziomie wszystkich uczniów, również w zakresie *science* oraz matematyki, od przedszkola do 15.-16. roku życia. Zróżnicowanie poziomów nauczania sprawić może, że w sposób naturalny każdy z uczniów odnosić będzie mógł zarówno sukcesy, jak i porażki, tak jak podczas nauki chodzenia, biegania, skakania, pływania. Ucząc na jednym poziomie, dzielimy uczniów na tych, którzy odnoszą ciągle sukcesy, i tych, którzy przyzwyczajają się do porażek. Ponieważ sukcesy związane są z wysokim SES, polski system edukacji często dyskryminuje uczniów już od pierwszego ich dnia w szkole (Murawska 2007).

Dweck przypomina, że każdy rodzic i nauczyciel zna z autopsji dziecięce serie pytań „dlaczego?”. Stwierdza też jednak, że w grupie przedszkolnej zazwyczaj kilkoro najaktywniejszych dzieci zadaje 90% pytań. Pozostałe przedszkolaki są bierne. Najczęściej postawy te są wynikiem dotychczasowych doświadczeń.

Dzieci, którym cierpliwie odpowiadano na pytania i mobilizowano do samodzielnych badań, są zdeterminowane do długotrwałego zdobywania wiedzy. Zyskują odporność na niepowodzenia, ponieważ zauważają, że niepowodzenie jest źródłem



odkrywania nowych związków przyczynowo-skutkowych. Poszukując błędów w rozumowaniu, zyskują umiejętność krytycznego myślenia.

**S i ó d m e w y m a g a n i e.** Zajęcia STEM/STEAM powinny być prowadzone na dwóch–trzech poziomach osiągnięć, tak by każde dziecko mogło odnieść sukcesy oraz niepowodzenia.

## Systematyczne wprowadzanie koncepcji

Wiele badań pedagogicznych i teoretycznych rozważań przemawia za postulatem promowanym m.in. przez Dweck: pasja, zaangażowanie i samodoskonalenie, a nie wrodzona inteligencja są skutecznymi drogami do sukcesu (Turska 2012).

Dweck podkreśla, że wytrwałość to pasja i niezłomność w osiągnięciu długofalowych celów. To odporność. To codzienne trzymanie się planu na przyszłość, nie przez tydzień czy miesiąc, ale latami. To ciężka praca, by urzeczywistnić plan. Wytrwałość to traktowanie życia jako maratonu, nie sprintu.

Zarówno propagatorzy, jak i odbiorcy tego postulatu odnoszą go jednak najczęściej do jednostki – ucznia, a nie do systemu, do powstania warunków, w których uczeń może rozwijać swoje pasje i poprzez zaangażowanie przechodzić proces samodoskonalenia.

Uczniowska wytrwałość i samodyscyplina nie muszą prowadzić do sukcesu. Możemy sobie wyobrazić ucznia wytrwale zapamiętującego przekazaną mu wiedzę. Czy to wystarczy, by odniósł sukces w pracy zawodowej? W poprzedniej epoce powolnego rozwoju gospodarczego oraz społecznego takie ograniczenie aktywności mogło wystarczyć, ale dzisiaj?

W Polsce we wczesnoszkolnej edukacji matematycznej jakościową zmianą uwarunkowaną określonych przez system jest wprowadzone do podstawy programowej oczekiwanie, by uczeń nie tylko rozwiązywał zadania, ale również je tworzył (Ministerstwo Edukacji Narodowej 2017). Niestety ta zmiana została wprowadzona bez dodatkowych komentarzy opartych na badaniach, z których wynika, że umiejętność tworzenia zadań nie jest tak silnie powiązana z SES jak inne umiejętności kształcone podczas zajęć z matematyki (Jakubowska 2018). Tworzenie zadań prowadzi do nauczania poprzez dialog, zwiększając skuteczność nauki od wczesnej edukacji (Alexander 2018), zatem może być podstawą systematycznej długotrwałej nauki nie tylko matematyki.

Jeśli chcemy kreować potrzebne w XXI w. umiejętności określone przez STEM/STEAM, to nie tylko uczeń musi być wytrwały w nauce, ale i szkoła powinna konsekwentnie, w sposób przemyślany, stwarzać sytuacje, w których uczeń będzie zobowiązany do poznawania otaczającej go rzeczywistości przez działanie. Ważne więc, by

w wielu zakresach w szkolnej praktyce występowały problemy, których rozwiązanie wymaga stosowania technik wprowadzanych przez STEM/STEAM.

Nie jest to proste wymaganie. W nauczaniu *science* i technologii mamy już pewne sukcesy. Do empirycznych metod nauczania matematyki powoli przyzwyczajają się nauczyciele nie tylko w Polsce (Lockhart 2012). Szkolne empiryczne badania naukowe w zakresie innych przedmiotów mają już odzwierciedlenie w praktyce (Piotrowska 2017). Brakuje natomiast konsekwentnych programów nauczania.

Ó s m e w y m a g a n i e. Powinniśmy konstruować tak zajęcia, by uczeń mógł nie tylko być zaskoczony otrzymanym rezultatem (efekt WOW), ale również, by w konsekwencji przypomnienia poprzednich zajęć odczuł efekt Eureka i by nauczyciel mógł zaproponować logiczną kontynuację większości uczniowskich odkryć.

## Podsumowanie

Podobne koncepcje do STEM/STEAM polegające na zmianie sposobu i znaczenia szkolnej edukacji postulował 70 lat temu J. Piaget w publikacji pod znamienym tytułem *Dokąd zmierza edukacja* oraz J. Bruner, wprowadzając pojęcie nauczania odkrywającego.

Chociaż od opublikowania obu rozważań upłynęło wiele lat, a tworzona m.in. przez nich koncepcja nazwana została konstruktywizmem edukacyjnym, to tak naprawdę nie jesteśmy pewni, jak skutecznie wprowadzić do szkoły kształcenie umiejętności typu STEM/STEAM.

W bardzo dużym zbiorze edukacyjnych modeli i sposobów nauczania jest wiele rozwiązań, które mimo że wydawały się bardzo cenne, to nie znalazły swojego odzwierciedlenia w tym, co się dzieje w szkole. Wielokrotnie doświadczając niepowodzeń, przedstawiono powyżej osiem wymagań, które powinny zwiększyć prawdopodobieństwo udanej implementacji koncepcji STEM/STEAM do przedszkola i szkoły.

Dotychczas jedną z częściowo udanych prób są uczniowskie badania naukowe. Zatem następne publikacje poświęcone będą przykładom zastosowania 8-punktowego schematu badawczego zarówno do przedmiotów *science*, jak i matematyki, i jego wykorzystaniu w modelu STEM/STEAM. Zaproponowane przykłady powinny również wskazać sposób spełnienia wymagań określonych w niniejszej publikacji.

## Bibliografia

- Alexander R. (2018). *Developing Dialogic Teaching: Genesis, Process, Trial*, „Research Papers in Education”, vol. 33(5), s. 561-598. DOI: 10.1080/02671522.2018.1481140.
- Benjamin H. (1998). *Edukacja jaskiniowców*, przeł. M. Lawergne, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersyteckie „Żak”.

- Black P., Harrison Ch., Lee C., Marshall B., Wiliam D. (2006). *Jak oceniać, aby uczyć?*, przeł. J. Dutkiewicz, Warszawa: Wydawnictwo „Civitas”.
- Blackwell L., Trześniewski K., Dweck C. (2008). *Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention*, „Child Development”, vol. 78(1), s. 246-263. DOI: 10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x.
- Bruton R. (2017). *STEM Education Policy Statement 2017-2026*. Dublin: Department of Education and Skills.
- Chavannes I. (2004). *Lekcje Marii Skłodowskiej-Curie. Notatki Isabelle Chavannes z 1907 roku*, przeł. M. Jarosiewicz, Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Council recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance)* (2018/C 189/01), [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) (dostęp: 12.10.2019).
- Davies K. (2019). *Exam updates 2020*, Cambridge: Cambridge University Press, <https://keyandpreliminary.cambridgeenglish.org/>.
- Dweck C. (2013). *Nowa psychologia sukcesu*, przeł. A. Czajkowska, Warszawa: Wydawnictwo Muza S.A.
- Gutek G. (2003). *Filozoficzne i ideologiczne podstawy edukacji*, przeł. A. Kacmajor, A. Sulak, Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Jakubowska M. (2018). *Diagnoza rozumowania heurystycznego w procesie rozwiązywania i tworzenia zadań z treścią*, „Studia z Teorii Wychowania”, vol. 9, nr 4(25), s. 279-300, <https://files.clickweb.home.pl/af/9c/af9c01e4-5c66-4301-88af-ab70e9c1b91f.pdf> (dostęp: 12.10.2019).
- Jakubowska M., Pokropek A. (2008). *Ewaluacja oceniania kształtującego*, Warszawa: Polsko-Amerykańska Fundacja Wolności.
- Jenkins E., Nelson N. (2005). *Important but not for me: Students' attitudes towards Secondary school science in England*, „Research in Science and Technological Education”, vol. 23(1), s. 41-57. DOI: 10.1080/02635140500068435.
- Kasprzak P. (2014). *Cud nad Wisłą 2012. Raport Fundacji OFF o polskich wynikach w badaniach PISA dla Paktu dla Szkoły*, Warszawa: Fundacja OFF.
- Komisja Europejska. (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*, Brussels: Directorate-General for Research and Innovation. DOI: 10.2777/12626.
- LaForce M., Noble E., Blackwell C. (2017). *Problem-Based Learning (PBL) and Student Interest in STEM Careers: The Roles of Motivation and Ability Beliefs*, „Education Sciences MDPI”, vol. 7(4), s. 1-22. DOI: 10.3390/educsci7040092.
- Lockhart P. (2012). *Measurement*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Markides C. (2013). *Do schools kill creativity?* „Business Strategy Review”, vol. 24(4), s. 6-7. DOI: 10.1111/j.1467-8616.2013.00983.x.
- Microsoft. (2011). *STEM: A Foundation for the Future, Improving Student Skills in Science, Technology, Engineering, and Math*, Redmond, WA: Microsoft Corporation, <https://www.slideshare.net/simchabe/microsoft-and-stem-science-technology-engineering-math> (dostęp: 12.10.2019).
- Milerski B., Karwowski M. (2016). *Racjonalność procesu kształcenia. Teoria i badanie*. Kraków: Oficyna Wydawnicza „Impuls”.

- Ministerstwo Edukacji Narodowej, Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017. (2017). Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej. Dz.U. 2017, nr 356, p. 37.
- Murawska B. (2007). *Segregacje na progu szkoły podstawowej*, Warszawa: Instytut Spraw Publicznych.
- Osborne J., Simon S., Collins S. (2003). *Attitudes Towards Science: A Review of the Literature and its Implications*, „International Journal of Science Education,” vol. 25(9), s. 1049-1079. DOI: 10.1080/0950069032000032199.
- Piotrowska K. (2016). *English Language Abstracts for Online Pedagogical Discourse During CLIL at Special Subject Lessons in Polish Schools*. Warszawa: WPSW.
- Piotrowski M. (2016). *Błędne podstawy edukacji matematycznej i sposoby ich naprawienia. Żandarmeria trzeba odwołać, chociaż jest w nas samych*, „Studia z Teorii Wychowania”, nr 3(16), s. 95-122, [http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-e28367d9-f74f-4683-9943-cbb8fd9895f7/c/SzTW\\_2016\\_3\\_95\\_Marek\\_Piotrowski.pdf](http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-e28367d9-f74f-4683-9943-cbb8fd9895f7/c/SzTW_2016_3_95_Marek_Piotrowski.pdf) (dostęp: 12.10.2019).
- Piotrowski M. (2018). *Matematyczny Trójkąt Bermudzki – trudności w kształceniu zaradności matematycznej*, „Studia z Teorii Wychowania”, nr 3(24), s. 289-310. DOI: 10.24131/3724.190103.
- Piotrowski M., Jakubowski R. (2019). *The New Face of Science Education in Poland*, „Edukacja”, nr 1(148), s. 40-48. DOI: 10.24131/3724.190103.
- Suchańska M. (2001). *Ścieżki edukacyjne – teoria i praktyka. Materiały do wewnątrzszkolnego doskonalenia nauczycieli*, Kielce: Oficyna Wydawnicza Nauczycieli.
- Turska D. (2012). *Teorie inteligencji Carol Dweck i ich edukacyjne implikacje*, „Psychologia Wychowawcza”, nr 1-2, s. 44-54.
- VanCleave J. (2007). *Engineering for Every Kid: Easy Activities That Make Learning Science Fun*, Hoboken: John Wiley & Sons Inc.
- Wraga W. (2014). *Condescension and Critical Sympathy: Historians of Education on Progressive Education in the United States and England*, „Paedagogica Historica”, vol. 50(1-2), s. 59-75.

## ADRES DO KORESPONDENCJI

Rafał Jakubowski  
Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli w Kaliszu  
e-mail: rafal.jakubowski@odn.kalisz.pl  
www.jakubowski.edu.pl

Marek Piotrowski  
Chrześcijańska Akademia Teologiczna, Wydział Nauk Społecznych  
e-mail: marek.a.piotrowski@gmail.com  
www.marekpiotrowski.eu