Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Merrilyn Goos i Peter Galbraith: Zrób to tak! Strategie metapoznawcze we wspólnym rozwiązywaniu zadań matematycznych.[1]

Flavell (1976) następująco określa metapoznanie[2]:

> Metapoznanie dotyczy wiedzy o własnych procesach poznawczych i ich produktach oraz wszystkim, co się z tym wiąże. [...] Metapoznanie dotyczy m. in. aktywnego monitorowania, a w konsekwencji regulowania i zgrywania tych procesów, [...] zazwyczaj tak, by służyły konkretnym zadaniom lub celom.

Artykuł jest poświęcony analizie wspólnego rozwiązywania zadań z zastosowań matematyki w mechanice przez dwóch uczniów (David i Rick) szkoły średniej. Celem badania było znalezienie odpowiedzi na następujące pytania:

1. Czy można dostrzec jakąś charakterystyczną strukturę w próbach rozwiązania problemu?
2. Jakie strategie metapoznawcze stosuje każdy z badanych uczniów?
3. Jak reagują oni na zablokowanie?
4. Jak obecność zachowań metapoznawczych lub ich brak wpływa na wynik rozwiązywania zadania?

Przy wyborze zadań, nad którymi pracowali uczniowie, kierowano się głównie trzema warunkami:

- powinny one być związane z klasowymi doświadczeniami uczniów,
- powinny wymuszać ujawnianie zachowań metapoznawczych,
- powinny w jakiś sposób wiązać się z rzeczywistością.

Sformułowano cztery zadania: KRYKIET, MASKOTKA, PRZECIĄGANIE LINY i GOLF.

GOLF: Gracz uderzył piłkę z miejsca i 2 sekundy później wpadła ona w dołek 50 metrów dalej. Znaleźć: a) prędkość i kąt rzutu piłki golfowej, b) maksymalną wysokość piłki.

[1] Do it this way! Metacognitive strategies in collaborative mathematical problem solving, *Educational Studies in Mathematics* 30(1996), 3, 229–260.

[2] metacognition

KRYKIET: Gracz uderzył kijem w piłkę spod swoich stóp w kierunku pola gracza bez rakiety, który stał 65 m dalej. Piłka osiągnęła wysokość maksymalną 4,9 m, a poziomy składnik jej prędkości wynosił 28 m/s. Znaleźć stałą prędkość, z jaką musiałby biec gracz bez rakiety, wyruszając natychmiast z chwilą uderzenia piłki, aby złapać piłkę na wysokości 1,3 m powyżej ziemi (przyjmij $g = 9,8$).

PRZECIĄGANIE LINY: Dwa ciała o masach 4 kg i 3 kg są w stanie spoczynku na dwóch równiach pochyłych ułożonych tyłem do siebie. Ciała są połączone sznurem przerzuconym przez blok u szczytu równi. Wiedząc, że 4–kilogramowa masa spoczywa na równi nachylonej pod kątem 35^0 do poziomu, znaleźć nachylenie drugiej równi.

MASKOTKA: Maskotka zawieszona na wstecznym lusterku samochodowym zwisa pionowo, gdy samochód porusza się z prędkością 80 km/h wzdłuż prostej drogi. Użycie hamulców zatrzyma samochód ruchem jednostajnie opóźnionym na drodze 137 metrów. Znaleźć kąt, pod którym zwisa maskotka w czasie hamowania.

Główną metodą zbierania danych było nagranie wideo z dwóch sesji myślenia na głos w okresie 4 tygodni. W każdej sesji rozwiązywano dwa problemy. Do uzupełnienia zebranych danych wykorzystywano rozmowy retrospektywne z uczniami. Dodatkowo wykorzystano też dwa kwestionariusze w celu uzyskania informacji o stopniu świadomości metapoznawczej wszystkich uczniów klasy. Dalsze obserwacje w klasie były kontynuowane przez okres 10 tygodni. Rozszerzały one obserwacje na zachowania uczniów podczas rozwiązywania zadań w naturalnej sytuacji szkolnej.

W wyniku analizy protokołów wyróżniono dwa podstawowe procesy: specjalizację (uszczegółowienie) i uogólnienie, obejmujące rozwiązywanie problemu w trzech fazach: wejścia, ataku i rewizji. Fazy pracy są budowane przez charakterystyczne aktywności uczniów rozwiązujących problem. Faza wejścia obejmuje samoprzesłuchanie przez zadanie sobie trzech pytań: Co wiem? Czego chcę? Co mogę wprowadzić? Faza ataku zawiera dwa procesy: odgadywania (cykliczny proces artykulacji, sprawdzania i modyfikacji) i uzasadniania (sprawdzanie przypuszczeń). Faza rewizji obejmuje kontrolę rachunków i argumentów, refleksję nad kluczowymi pomysłami i próby rozszerzenia rozwiązania na szerszy kontekst.

Osobny rozdział pracy zawiera szczegółową analizę procesu rozwiązywania KRYKIETA. Wyróżniono w nim 8 epizodów (zob. tabelę i schemat na s. 123–126), a pomiędzy epizodami trzy fazy przejściowe. W podsumowaniu stwierdzono, że cały proces mógłby być podzielony na trzy główne części:

1. początkowe niedbałe czytanie i analiza oraz nierozważny, natychmiastowy przeskok do działania;

2. dociekanie, którego celem było znalezienie drogi wyjścia z trudności spowodowanych impulsywnością Ricka i Davida;

3. działanie systematyczne (czytanie – analiza – planowanie – wykonanie – weryfikacja), które doprowadziło do pomyślnego rozwiązania zadania.

Na podstawie zgromadzonych danych stwierdzono, że:

- Rick konsekwentnie wytwarzał więcej nowych pomysłów aniżeli David,
- David częściej dokonywał lokalnych oszacowań aniżeli Rick (wyjątkiem była MASKOTKA),
- tylko Rick sprawdzał dokładność procedur w trakcie ich realizacji,
- tylko David oceniał trudności zadania, wyodrębniał dane i niewiadome,
- Rick i David dzielili odpowiedzialność za szacowanie dokładności i sensowności wyników.

Zatem Rick i David wzajemnie uzupełniali swój metapoznawczy potencjał. Rick odgrywał dwie role: był twórcą pomysłów, jak i sprawdzającym obliczenia Davida. Ponieważ Rick zaniedbywał ocenę użyteczności swoich pomysłów, był stale w sytuacji ryzyka, czemu z kolei skutecznie zapobiegał David, przekonując go o wyborze błędnej strategii. Ta współpraca pozwoliła im na porzucenie błędnej drogi i końcowy sukces. Inaczej było przy rozwiązywaniu MASKOTKI: po błędnej początkowej analizie zadania, mimo rosnących trudności — uczniowie wytrwali do końca przy mało przydatnej strategii; zadanie pozostało nie rozwiązane.

Na zakończenie autorzy mówią o znaczeniu swoich badań:

po pierwsze — wyniki badań wzbogacają ograniczone wiadomości dotyczące strategii metapoznawczych wykorzystywanych przez uczniów,

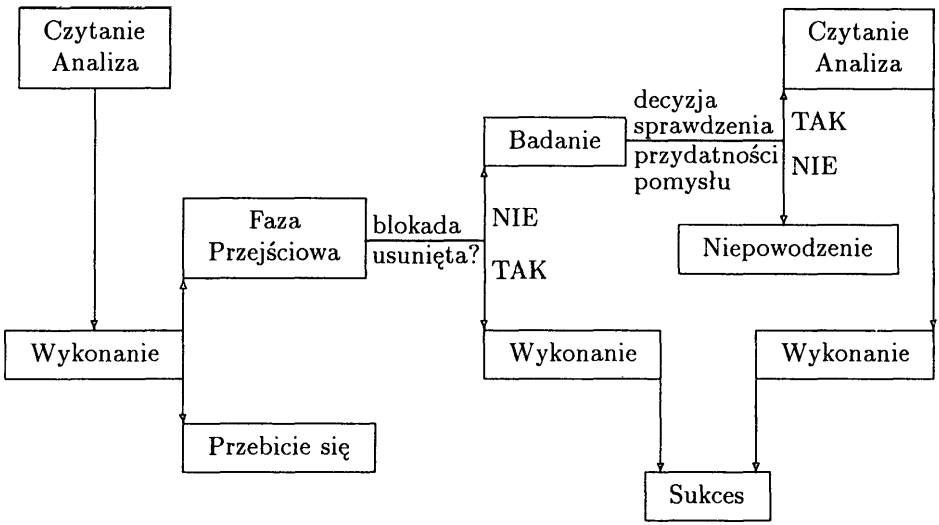
po drugie — dostrzeżona struktura wspólnego rozwiązywania problemu zawiera kilka nowych cech, które nie tylko klasyfikują indywidualny udział uczniów, ale pozwalają także określić wzajemne oddziaływania pomiędzy nimi.

Na koniec wymieniono trzy składniki warunkujące efektywność współpracy uczniów:

1. Uczniowie muszą mieć wzajemny szacunek do każdej innej niż własna perspektywy rozwiązania problemu.

2. Musi występować równy rozkład wiedzy.

3. Musi występować równy rozkład potencjału intelektualnego.



Schemat: Typowa struktura procesu rozwiązywania zadania

1	2	3	4	5	6	7	8
Epizod a	Posunięcie, ruch b	Inicjator c	Typ d	Kontekst	NI/NP pożyteczność	Reakcja na NI/NP	Odpowiednia reakcja
E2	4	D	LA: wiedza	Nieznane zmienne			
Wykonanie	5	R	NP	Użycie wzoru $t = \frac{V_f - V_i}{a}$			
	6	D	LA: użyteczność procedury	Reakcja Davida na NP Ricka		David odrzuca – V_i nieznane	√
T1 Faza przejściowa	10	D	LA: użyteczność procedury	Procedura Ricka dla znalezienia t			
	14	D	LA: dokładność wyniku	Obliczenie T przez Ricka			
	24	D	LA: użyteczność procedury	Procedura Ricka dla znalezienia t			
E3 Badanie	29	R	NI	Maksymalna wysokość	√	D podstawia do równania odległości – odrzuca za dużo: niewiadomych	√
	33	R	NP	Lista innych równań ruchu	√	D zapisuje je, ale nie szacuje ich użyteczności	
	40	R	NP	Rachunek		D ignoruje	√
	41	D	NP	Wprowadzenie kąta Q i podstawienie do równania odległości		Próbował i odrzucał – zbyt dużo niewiadomych	√

1	2	3	4	5	6	7	8
	44	R	NP	użycie wzoru		Próbował i odrzucał – za dużo niewiadomych	√
	55	D	NP	$S = \frac{V_f + V_i}{2} \cdot t$		D odrzuca bez próby: zbyt dużo niewiadomych	√
	58	R	NP	Rozwiązanie przez układ równań		D odrzuca bez próby: zbyt dużo niewiadomych	√
T2 Faza przejściowa	59	D	NI	Piłka złapana na wysokości 1,3m	√	R akceptuje i zaznacza na nowym rysunku	√
	62	R	NI	Piłka i gracz bez rakiety poruszają się w tym samym czasie	√	D akceptuje	√
	64	R	NI		√		
T3 Faza przejściowa	77	D	LA: użyteczność procedury	Propozycja Ricka aby użyć „początkowej odległości – 65m"			
E6 Planowanie	80	R	LA: użyteczność procedury	Plan Davida			

1	2	3	4	5	6	7	8
E7 Wykonanie	82	R	LA: dokładność procedury	Użycie przez Dawida wzoru $V_f^2 = V_i^2 + 2as$			
	83	D	NI	Prędkość = 0 na maksymalnej wysokości	√	Rick próbuje i wtedy akceptuje	√
	89	D	LA: dokładność wyniku	$V_i^2 = -96,04$			
				Obliczanie przez Dawida prędkości pionowej			
	95	D	LA: trudność zadania	Łatwo obliczyć t			
	98/100	R	LA: dokładność	Obliczanie t przez Dawida			
E8 Weryfikacja	104	R	LA: sensowność wyniku	Wartość t			

Oznaczenia występujące w tabeli:

E – epizod, T – okres przejściowy, D – David, R – Rick, LA – Lokalne oszacowania,
NI – nowe informacje, NP – Nowe procedury,
Liczby w kolumnie b są odsyłaczami do protokółu

Tabela 1: Decyzje metapoznawcze — protokół rozwiązania zadania KRYKIET

Opracowała: Jolanta Rzeczyca