

Dr hab. Marcin Zajenkowski

Wydział Psychologii

Uniwersytet Warszawski

Recenzja pracy doktorskiej mgr Katarzyny Patro „Mental associations between numbers and space before school education”

Praca doktorska mgr Katarzyny Patro podejmuje problematykę związku liczby z przestrzenią w kontekście psychologicznym. Zagadnienie przetwarzania liczb przez człowieka obecne jest w psychologii od dawna, jednakże szczególny rozwój badań na ten temat zaobserwować można w dwóch ostatnich dekadach. Wtedy to, po raz pierwszy, w 1993 r., został opisany tzw. efekt SNARC przez Dehaene i współpracowników. Efekt SNARC to skrót od *Spatial-Numerical Associations of Response Codes* a dotyczy bardzo interesującego zjawiska zaobserwowanego przez autorów. Badani proszeni byli o określenie parzystości liczby arabskiej pojawiającej się po lewej lub po prawej stronie ekranu. Okazało się, że relatywnie małe liczby były przetwarzane szybciej kiedy prezentowano je z lewej strony, podczas gdy względnie duże liczby były sprawniej przetwarzane gdy pojawiały się z prawej strony. Ten rezultat został zreplicowany w ponad 100 badaniach a oryginalny artykuł doczekał się prawie 1600 cytowań (wg Google Scholar). Wnioski płynące z badań okazały się niezwykle interesujące dla psychologii poznawczej, ponieważ sugerowały, że ludzie prawdopodobnie tworzą w umyśle specyficzną reprezentację liczb, tj. przechowują je na tak zwanej mentalnej osi (linii).

Efekt SNARC bardzo często tłumaczono wpływem nawyków kulturowych związanych z językiem. Na poparcie tej tezy przytaczano m.in. badania pokazujące odwrócony efekt SNARC u osób pochodzących z krajów, w których kierunek pisma jest odwrotny, niż w kulturze zachodniej tj. od prawej do lewej. Z tą tezą polemizuje mgr Patro. Doktorantka zwraca uwagę na fakt, iż dotychczas w literaturze pojawiło się niewiele danych na temat przetwarzania liczb i liczebności przez nie-dorosłych. Autorka zauważa także, że aby odpowiedzieć na pytanie na ile nawyki językowe związane z pisaniem i czytaniem determinują przestrzenne reprezentacje liczb, należałoby zbadać dzieci przed rozpoczęciem

edukacji szkolnej. Praca doktorska mgr Katarzyny Patro dotyczy próby odpowiedzi na to pytanie. W rozprawie przedstawiono cztery bardzo interesujące badania empiryczne oraz bardzo wnikliwą analizę teoretyczną istniejących badań na temat efektu SNARC. Warto zwrócić uwagę, że zarówno badania, jak i rozważania koncepcyjne zostały opublikowane przez Doktorantkę w znakomitych czasopismach naukowych takich jak *Frontiers in Psychology*, *Cognitive Development*, *Developmental Science*, czy *Cognitive Processes*. W związku z tym, że materiał prezentowany w rozprawie przeszedł już recenzje w wymienionych czasopismach, w niniejszej recenzji postaram się skupić na ocenie ogólniejszego zamysłu Autorki.

Jak wspomniałem, Doktorantka polemizuje z tezą, że powiązania liczby z przestrzenią są determinowane całkowicie przez czytanie i pisanie. Zaprezentowany we wstępie wywód teoretyczny w bardzo jasny sposób wskazuje na braki dowodowe popierające to stanowisko. Mgr Patro znajduje zatem lukę w dotychczasowych badaniach i przejrzysto opisuje co należałoby zrobić, aby ją wypełnić. Temu poświęcony jest projekt badawczy zawarty w doktoracie. Należy przyznać, że sam projekt zaplanowany został perfekcyjnie: przechodząc od jednego badania do następnego, Autorka dostarcza kolejnych argumentów na rzecz tezy, że nawyki językowe nie są jedynymi determinantami efektu SNARC i przestrzennej reprezentacji liczb. Pierwsze trzy badania zostały przeprowadzone na dzieciach w wieku 3-5 lat, będących przed rozpoczęciem edukacji szkolnej. Badania nad związkiem liczby z przestrzenią ukazywały kolejno rolę wiedzy na temat czytania, wpływu treningu oraz ręczności i dystansu. Ostatnie badanie, przeprowadzone zostało na dorosłych i, jak będę pokazywał niżej, wydaje się nie pasować do reszty i całego zamysłu Autorki.

Praca rozpoczyna się od studium teoretycznego badań nad efektem SNARC. Warto zwrócić uwagę, że nie jest to jedynie prosty przegląd dotychczasowych eksperymentów, ale próba pogłębionej analizy teoretycznej prowadzącej do propozycji taksonomii różnych rodzajów efektów SNARC. Doktorantka zauważa, że różne narzędzia używane w badaniach nad dziećmi mogą odnosić się do różnych zjawisk. Dlatego też proponuje kilka kategorii uwzględniających specyfikę paradygmatów eksperymentalnych. W rozróżnieniu szczególnie ważne wydają się zadania, w których używa się liczebności zbiorów. W tym miejscu należy zaznaczyć, że Doktorantka zaproponowała własne narzędzie do badań prowadzonych na dzieciach. Zadanie z użyciem liczebności wykorzystywane było przez nią w pracy magisterskiej, której wyniki wspólnie z promotorem opublikowała w *Journal of Experimental Child Psychology*. Oryginalność narzędzia polega na tym, że pyta badanych o wielkość

zbiorów obiektów a nie symbole liczb. W związku z tym, może być używane do badania osób niepiśmiennych, w tym dzieci. Metoda mgr Patro została wykorzystana w prawie wszystkich badaniach opisanych w rozprawie.

Pierwsze badanie empiryczne miało na celu sprawdzenie na ile wczesna wiedza na temat orientacji przestrzennej tekstu (czynnik kulturowy) oraz preferencje lewej lub prawej ręki (czynnik cielesny) mogą być związane z efektem SNARC u dzieci przedszkolnych. Wyniki pokazały wyraźny efekt SNARC w przypadku liczenia obiektów, natomiast nie zaobserwowano go w zadaniu na porównywanie zbiorów. Jak się okazało wiedza na temat czytania była dość niska u badanych dzieci i nie miała większego znaczenia dla efektu SNARC, podczas gdy odniesienie do ciała okazało się istotnym czynnikiem dla związku liczby z przestrzenią. To badanie wydaje mi się dobrym wprowadzeniem w kolejne eksperymenty. Można by je potraktować jako rodzaj pilotażu ukazującego, że czytanie i wiedza z nią związana nie muszą być kluczowe dla SNARC, natomiast we wczesnych etapach rozwoju ważne mogą być bardziej „pierwotne” czynniki takie jak odniesie do ciała, czy też prosta aktywność motoryczna. Oba aspekty zostały dogłębniej zbadane w kolejnych dwóch badaniach.

Drugie badanie uważam za najbardziej wartościowe, ponieważ pokazywało wpływ krótkiego treningu wizualno-motorycznego na przestrzenne przetwarzanie liczb. Grupie dzieci przedszkolnych w wieku od 3 do 4 lat prezentowano jednego dnia (pre test) zadania na porównywanie liczebności zbiorów, liczenie oraz przeszukiwania wzrokowego. Drugiego dnia dzieci grały w krótką grę, w której musiały dokonywać czynności od lewej do prawej lub od prawej lewej (dwie grupy). Po treningu następował post test wszystkich zadań z dnia 1. Okazało się, że manipulacja eksperymentalna miała istotny wpływ na kierunek efektu SNARC: dzieci grające w grę, która wymagała przesuwania obiektów lewo-prawo prezentowały klasyczny efekt SNARC (małe liczebności szybciej przetwarzane po lewej stronie, duże liczebności po prawej), podczas gdy dzieci w grupie z grą „prawo-lewo” wykazywały efekt odwrotny. Jak słusznie zauważa Doktorantka, jest to pierwszy wynik nad wpływem treningu na efekt SNARC u dzieci przedszkolnych i mocny argument za tym, że niekoniecznie nawyki związane z czytaniem i pisanem determinują związki liczba-przestrzeń. Mgr Patro konkluduje, że efekt SNARC może być kształtowany znacznie wcześniej, tj. przed nauką czytania, a wpływać na niego mogą różne aktywności np. zabawa, obserwacja dorosłych itp. Wyniki badania uważam za silne i bardzo wartościowe, jednakże myślę, iż Doktorantka w dyskusji wysnuwa jednak zbyt daleko idące wnioski. Autorka używa

bardzo mocny stwierdzeń, że opisane badanie jest dowodem na to, że trening nie związany z czytaniem determinuje powiązania liczby z przestrzenią. Wydaje się, że raportowane wyniki są raczej pewnym argumentem, jednakże wymagają replikacji, także w innych kulturach. Wnioski powinny być zatem wyciągane nieco bardziej powściągliwie.

Trzecie badanie empiryczne dotyczyło tego na ile odniesienie do własnego ciała ma znaczenie dla związku liczenia z przestrzenią. Podobnie jak w poprzednich badaniach, Autorka znajduje lukę w doniesieniach empirycznych i bardzo precyzyjnie formułuje problem badawczy. W przejrzysty sposób przedstawione zostały również hipotezy oraz sytuacje, w których mogłyby zostać potwierdzone. Otrzymane wyniki sugerują, że dzieci przedszkolne mają tendencję do liczenia od lewej do prawej, jednakże dwa czynniki mogą mieć wpływ na ten kierunek: ręczność oraz bliskość względem ciała obiektów do liczenia. Na tej podstawie Doktorantka wyciąga wniosek, że dla dzieci przedszkolnych ważnym punktem odniesienia w łączeniu liczb z przestrzenią jest ich ciało.

Ostatnie badanie odbiega od poprzednich. Doktorantka zbadła w nim osoby dorosłe posługujące się językiem polskim oraz hebrajskim. Efekt SNARC ujawnił się w obu grupach, ale najbardziej interesujący wynik dotyczył instrukcji: prośba o wybór mniejszego zbioru skutkował efektem lewa-prawa, podczas gdy wybór większego zbioru odwracał zależność. Badanie przyniosło zatem nowe wyniki, które zostały odniesione do wcześniejszych badań nad przetwarzaniem przestrzennym liczb arabskich. W dyskusji jednakże zabrakło mi nieco szerszej refleksji, na przykład nad samym sformułowaniem instrukcji. Użycie sformułowań „mniej” i „więcej” mogło pociągać efekty podobne do badań nad monotonicznością, gdzie zazwyczaj „mniej” jest trudniejsze do przetwarzania.

W podsumowaniu Doktorantka w interesujący sposób odnosi wyniki swoich badań do kilku perspektyw. Wychodzi od bardzo ogólnego poziomu lateralizacji półkul mózgowych, przechodząc do ciała jako punktu odniesienia, kończąc na wpływach kulturowych. Wydaje się, że w bardzo przejrzysty sposób wpisuje swoje wyniki w istniejący stan wiedzy, proponując na końcu model teoretyczny łączący wszystkie perspektywy. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na bardzo dobrą kompozycję pracy, wartościowe wyniki oraz pewne odpowiedzi na fundamentalne problemy badawcze związane psychologicznymi aspektami matematyki.

Pomimo wielu niewątpliwych zalet, praca doktorska mgr Patro ma też kilka słabszych momentów. Jak zaznaczyłem wyżej, cały projekt badawczy oceniam bardzo wysoko, jednak

wydaje mi się, że nie do końca znajduję w nim miejsce dla ostatniego badania na osobach dorosłych. Wynik tego eksperymentu jest oczywiście wartościowy, ale nie widzę jasnego związku z pozostałymi badaniami prowadzonymi na dzieciach przedszkolnych (do tego odwołuje się również tytuł pracy). Domyślam się, że to badanie miało być może na celu przetestowanie stworzonego przez Doktorantkę zadania używającego zbiorów na osobach dorosłych. Jak mi się wydaje, głównym pytaniem pracy było to, jakie są determinanty relacji liczba-przestrzeń u dzieci przed edukacją szkolną, a więc przed formalną nauką pisania i czytania.

Druga uwaga krytyczna dotyczy wyciąganych przez Doktorantkę wniosków z własnych badań. Mam wrażenie, że są one przesadnie optymistyczne i bardzo silnie stawiane. Doceniam wartość wyników uzyskanych przez Autorkę, ale jednak uważam, że wymagają one dalszych badań, replikacji, uwzględnienia innych aspektów lub dodania badań podłużnych, które mogłyby pokazać jak zmiana w edukacji (przedszkole/szkoła) wpływa na badane zjawiska. Zresztą, opisanie przyszłych badań byłoby również wartościowym dodatkiem do pracy. Uzyskane rezultaty nie są wystarczające dla zbudowania bardzo ogólnego modelu, który Doktorantka kreśli w ostatniej części rozprawy. Zabrakło mi również refleksji nad ograniczeniami pracy – świadomość tego co można by zmienić/dodać do projektu może być wyznacznikiem dojrzałości badawczej.

Mam również wrażenie, że niezbyt jasno zostało sformułowane odniesienie prowadzonych przez Autorkę badań do teorii *Approximate Number System* (ANS). Piszę o tym, ponieważ główne narzędzie używane w pracy odwołuje się bezpośrednio do tego zjawiska, które związane jest z automatycznym szacowaniem przez ludzi wielkości zbiorów. Od strony metodologicznej Doktorantka wykazuje pewną niekonsekwencję. W pierwszym badaniu empirycznym używa jedynie proporcji 1:2 porównywanych zbiorów. Odwołując się do pracy Halberdy i Feigenson (2008) zauważa, że ta proporcja jest najlepiej rozróżniana przez dzieci przedszkolne. W kolejnym badaniu używa jednak także innych proporcji tj. 2:3 i 3:4, znów w odwołaniu do tej samej pracy argumentując, że te proporcje są najlepiej rozróżniane przez dzieci przedszkolne. Oprócz tego, wydaje się interesujące rozważenie efektów związanych z ANS w odniesieniu do badań Doktorantki. Na przykład, jak efekt dystansu (proporcji) oraz efekt wielkości zbioru, oba znane z badań nad ANS, odnoszą się do efektu SNARC u dzieci. Można by również uwzględnić inne dane Halberdy i in. (2008) raportowanych w *Nature*, gdzie autorzy pokazują jak różnice indywidualne u dzieci w zakresie ANS determinują zdolności matematyczne.

Podsumowanie

Pomimo drobnych uwag krytycznych, nie mam wątpliwości, że praca doktorska mgr Katarzyny Patro stanowi znaczący wkład w rozwój psychologii poznawczej i spełnia wymogi ustawowe stawiane rozprawom doktorskim. Na uwagę zasługuje fakt, iż Autorka stworzyła oryginalne narzędzie badawcze, potrafi zaplanować bardzo skomplikowane procedury badawcze a całość rozprawy napisana jest klarowny językiem. Chciałbym zwrócić szczególną uwagę na dojrzałość całego zamysłu Doktorantki. Uważam, że stanowi on bardzo dobry przykład tego jak powinien wyglądać projekt doktorski w dziedzinie psychologii. Jasne sformułowanie problemu poprzez dostrzeżenie luki w dotychczasowych badaniach, wnikliwa analiza teoretyczna, kończąca się propozycją nowej taksonomii, a następnie cztery dogłębne studia empiryczne odpowiadające na kolejne pytania badawcze, wreszcie propozycja teoretycznego modelu łączącego różne perspektywy zasługują moim zdaniem na szczególnie wysoką ocenę. Stawiam zatem wniosek o wyróżnienie rozprawy mgr Katarzyny Patro.

Marcin Zajaczkowski