

JUSTYNA KONIECZNY, MAGDALENA GRZESIK, KRZYSZTOF CIPORA

Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków  
e-mail: krzysztof.cipora@gmail.com

## Sprawozdanie z międzynarodowej konferencji Educational Neuroscience of Mathematics, 3–4 października 2014, Tybinga, Niemcy

W dniach 3–4 października 2014 roku na Uniwersytecie Eberharda Karola w Tybindze odbyła się międzynarodowa konferencja Educational Neuroscience of Mathematics. Była ona poświęcona rozwojowi kompetencji matematycznych, ze szczególnym uwzględnieniem poznawczego i neuronalnego podłoża operowania na liczbach. To już drugie tego rodzaju spotkanie – w ubiegłym roku skupiono się na rozwoju zdolności przetwarzania liczb i języka przez umysł (Development of Numerical Processing and Language, Tybinga, 2013). Partnerami tegorocznego wydarzenia byli: DFG (niemiecka organizacja finansująca badania naukowe), Life Course Development (LEAD) Graduate School, Science Campus w Tybindze oraz Knowledge Media Research Center – jednostka badawcza należąca do Instytutu Leibniza. Warto nadmienić, że dzięki wsparciu ze strony instytucji partnerskich uczestnictwo w konferencji było bezpłatne.

Konferencja zgromadziła uczestników z Austrii, Belgii, Danii, Francji, Holandii, Japonii, Luksemburga, Niemiec, Polski, Słowenii, Szwajcarii, Stanów Zjednoczonych i Włoch. Wykłady prowadzili uznani badacze, mający na swoim koncie wiele ważnych publikacji w zakresie poznania matematycznego i jego edukacyjnych zastosowań. Adresatami wystąpień byli głównie młodszy badacze, zwłaszcza doktoranci i studenci. Poza uczestnictwem w wykładach i dyskusjach mieli oni możliwość zaprezentowania wyników swo-

ich badań podczas sesji posterowej. W konferencji wzięło udział około 75 osób, co może świadczyć o wzroście zainteresowania tym wydarzeniem w stosunku do roku ubiegłego. Pomimo kameralnej atmosfery i względnie niewielkiej liczby wystąpień ich poziom merytoryczny był bardzo wysoki. Uczestnicy mieli okazję zapoznać się z przedstawianymi w syntetyczny sposób badaniami poszczególnych wykładowców. Niejednokrotnie przedstawiane wyniki badań nie zostały jeszcze opublikowane. W ciągu dwóch konferencyjnych dni odbyło się dziewięć wykładów oraz zaprezentowano 19 posterów. Wykłady podzielono na cztery bloki tematyczne: 1) poznawcze uwarunkowania uczenia się matematyki i rozwoju kompetencji matematycznych; 2) neuronalne uwarunkowania procesów uczenia się matematyki i zaburzeń z nimi związanych; 3) nauczanie matematyki i metody interwencji; 4) podstawowe mechanizmy zdolności matematycznych.

Przybyłych na konferencję gości przywitał główny organizator i pomysłodawca wydarzenia – prof. Hans-Christoph Nuerk (Uniwersytet w Tybindze, Niemcy), następnie wygłosił wykład zatytułowany *Różnorodność powiązań reprezentacji liczb z przestrzenią (Differentiating multiple number-space associations)*, otwierając tym samym pierwszy blok tematyczny. Prof. Nuerk przekonywał, iż analogowa, przestrzenna reprezentacja liczb (tak zwana mentalna oś liczbowa; *mental number line*)

jest prawdopodobnie najbardziej powszechnym sposobem reprezentowania liczb u dzieci. Leży ona u podstaw rozwoju zdolności arytmetycznych. Istnieje możliwość wyróżnienia różnorodnych rodzajów przestrzennych reprezentacji liczb. Co jeszcze istotniejsze, wyniki opisywanych podczas wykładu badań można skutecznie wykorzystywać do wspomagania rozwoju kompetencji matematycznych dzieci u progu edukacji szkolnej.

Kolejny wykład, *Oznaki ucieleśnienia w przetwarzaniu liczb (Signatures of embodiment in number processing)*, wygłosił prof. Martin H. Fischer (Uniwersytet w Poczdamie, Niemcy). Zgodnie z przytaczanymi przez niego poglądami istnieją silne związki wiedzy z aktywnością percepcyjną i motoryczną obecną podczas jej nabywania. Są one widoczne na poziomie wykonania zadań poznawczych. Oznaki ucieleśnionego poznania dają się również zaobserwować w dziedzinach tradycyjnie uznawanych za abstrakcyjne, między innymi w poznaniu matematycznym (*numerical cognition*).

Drugi blok wystąpień, poświęcony neuronalnym uwarunkowaniom uczenia się matematyki, rozpoczął się referatem *Przetwarzanie ułamków i proporcji – kiedy całość to coś więcej niż suma części (Processing fractions and proportions: When the whole is more than the sum of its parts)* prof. Anji Ischebeck (Uniwersytet w Grazu, Austria). Autorka już na początku wystąpienia stwierdziła, że pomimo iż działania na ułamkach i konieczność dokonywania podziałów towarzyszą nam w sytuacjach dnia codziennego, to wykonywanie tych działań jest dla wielu ludzi trudne. Zrozumienie i nauka obliczania ułamków przysparzają uczniom wiele trudności. Dzieje się tak między innymi dlatego, że właściwości ułamków znacznie różnią się od właściwości liczb naturalnych. Wielkość ułamka zależy od relacji pomiędzy licznikiem i mianownikiem, i w przeciwieństwie do liczb naturalnych – obecność liczby o dużej wartości nie zawsze oznacza, że cały ułamek ma większą wartość. Sprawne posługiwanie się ułamkami obejmuje świadome wykorzystanie strategii i algorytmów nauczanych w trakcie edukacji. Jednostka ma

również – mniej lub bardziej automatyczny – dostęp do rzeczywistej wartości ułamka jako konkretnej wartości na mentalnej osi liczbowej (wiąże się ona z aktywnością mózgu w obszarze bruzdy śródciemieniowej; *intraparietal sulcus* – IPS). Zrozumienie natury umysłowego przetwarzania ułamków stanowi punkt wyjścia do rozwoju skutecznych metod edukacji w tym zakresie.

Zagadnieniom zaburzeń w nabywaniu umiejętności matematycznych był poświęcony wykład *Dyskalkulia i mózg (Dyscalculia and the brain)* Karin Kucian (Uniwersytecki Szpital Dziecięcy w Zurichu, Szwajcaria). W ostatnich latach, dzięki badaniom z wykorzystaniem technik neuroobrazowania, odkryto neuronalne korelaty dyskalkulii rozwojowej. Największe deficyty (zarówno funkcjonalne, jak i strukturalne) związane z dyskalkulią są zlokalizowane w IPS. Ten obszar mózgu jest uznawany za najistotniejszy dla przetwarzania informacji dotyczących ilości. Za pomocą obrazowania rezonansem magnetycznym wykazano, że dzieci z dyskalkulią wyróżniają się mniejszą aktywnością w tym rejonie mózgu. Dzieci te mają również mniejszą objętość istoty szarej w tym obszarze, a jej połączenia z innymi obszarami mózgu są mniej liczne. Jednocześnie dyskalkulia rozwojowa wiąże się ze zwiększoną aktywnością obszarów czołowych odpowiedzialnych między innymi za kontrolę poznawczą. Innymi słowy, dzieci cierpiące na dyskalkulię są niejako zmuszone nadrabiać deficyty w obszarach wyspecjalizowanych w przetwarzaniu ilości, angażując struktury odpowiedzialne za kontrolowane przetwarzanie informacji niezależne od domeny. Na zakończenie swojego wystąpienia badaczka podkreśliła, że jeśli dyskalkulia zostanie wcześniej wykryta, to zastosowanie odpowiednio opracowanych interwencji może się przyczynić do plastycznych zmian w mózgu i znacznego zmniejszenia deficytów.

Pierwszy dzień konferencji zakończył wykład plenarny prof. Vinoda Menona (Uniwersytet Stanforda, USA) *Rola systemów pamięci w uczeniu się matematyki przez dzieci (The role of memory systems in children's math le-*

arning). Autor omówił rolę poszczególnych systemów pamięci (i leżących u ich podłoża struktur mózgowych) dla rozwoju umiejętności matematycznych u dzieci. Obwody nerwowe w obszarze grzbietowej kory potylicznej i dolnej kory skroniowej są zaangażowane w tworzenie się reprezentacji liczb. Systemy pamięci proceduralnej i roboczej (zlokalizowane odpowiednio w jądrach podstawy i obwodach czołowo-ciemieniowych) tworzą krótkotrwałe reprezentacje, konieczne do rozwiązywania problemów matematycznych. Z kolei systemy pamięci trwałej (zlokalizowane głównie w obszarach skroniowych) mają znaczenie dla generalizowania się nabywanych umiejętności matematycznych. Autor zwrócił też szczególną uwagę na zmiany rozwojowe i towarzyszące im zmiany funkcjonalne w zakresie przetwarzania liczb w umyśle.

Drugi dzień konferencji i jednocześnie trzeci blok tematyczny rozpoczęło wystąpienie prof. Berta Reynvoeta (Uniwersytet w Leuven, Belgia) *Od rozwoju poznawczego do interwencji z wykorzystaniem tabletek (From cognitive development to tablet interventions)*. Jak dowodzą liczne badania, sprawność szacowania – określania, gdzie na osi liczbowej znalazłaby się dana liczba, oraz sprawność porównywania liczb korelują z poziomem osiągnięć matematycznych. Niemniej w świetle ostatnich badań wydaje się, że u podłoża wykonania tych zadań leżą odmienne mechanizmy. Co interesujące, możliwe jest stworzenie narzędzi wspomagania obu umiejętności w formie gier, z których dzieci mogą korzystać na tabletkach. Warto zaznaczyć, że korzyści z tego typu badań są bardzo różnorodne. Po pierwsze, powstają gotowe narzędzia wspomagania kompetencji matematycznych u dzieci. Po drugie, obserwacja efektów interwencji (a zwłaszcza tego, na jakie obszary się one generalizują) pozwala odpowiedzieć na istotne, z perspektywy badań podstawowych, pytania dotyczące mechanizmów leżących u podłoża konkretnych umiejętności.

Drugi referat w tej sesji tematycznej *O nieporozumieniach na temat losowości: nauczanie matematyki i poszukiwanie pewności (On misconceptions about randomness: mathe-*

*matic instruction and the longing for certainty)* wygłosił prof. Joachim Engel (Uniwersytet Pedagogiczny w Ludwigsburgu, Niemcy). Omawiane przez niego wyniki badań świadczą o tym, że uczniowie mają problemy z wyobrażaniem sobie losowości, zarówno w sytuacjach szkolnych, jak i w przypadku problemów dnia codziennego. W rozumowaniu bardzo często przejawia się preferencja dla postrzegania świata w sposób deterministyczny.

Blok tematyczny dotyczący podstawowych, uniwersalnych mechanizmów leżących u podłoża zdolności matematycznych obejmował dwa referaty. Pierwszy z nich – *Neurobiologiczne podstawy zmysłu numerycznego (Neurobiological foundations of the number sense)* wygłosił prof. Andreas Nieder (Uniwersytet w Tybindze, Niemcy). Autor, w serii badań, wykrył w korze ciemieniowej makaków neurony wrażliwe wybiórczo na konkretne liczebności. Komórki te reagują na liczbę elementów bez względu na modalność zmysłową czy format prezentacji (na przykład 3 kropki i 3 dźwięki). Zdaniem autora owe neurony stanowią istotny element biologicznego podłoża poznania matematycznego. Na takiej biologicznej bazie są nadbudowywane bardziej złożone zdolności.

Drugi referat, jednocześnie zamykający konferencję – *Obliczeniowy charakter systemu przetwarzania przybliżonych liczebności (On the computational character of the approximate number system)* – wygłosił prof. Pierre Pica (Narodowe Centrum Badań Naukowych, Francja). Autor zwrócił uwagę na konieczność uwzględnienia perspektywy psycholingwistycznej podczas prób wyjaśnienia sposobu, w jaki ludzie przetwarzają liczby. Szczególnie cenne w tym zakresie są badania międzykulturowe, zwłaszcza te obejmujące kultury posługujące się językami o ograniczonym zasobie słów oznaczających liczby.

Sesja posterowa odbyła się pierwszego dnia konferencji. Została podzielona na dwie części. Tematyka prac wiązała się przede wszystkim z możliwościami zastosowania wiedzy z zakresu poznania matematycznego w edukacji. W czasie sesji I autorzy (wraz z zespołami) prezentowali następujące pro-

jekty (kolejność alfabetyczna według nazwisk pierwszych autorów): *Math proficiency and SNARC effect: The evidence from highly math-specialised groups* (Krzysztof Cipora), *The influence of task-irrelevant numbers on conscious perception during binocular rivalry* (Dennis Croonenberg), *Linguistic and numerical influences on numeracy in word problems* (Gabriella Daroczy), *The impact of fluid intelligence on strategy selection and execution in mathematical cognition* (Annika Dix), *Neural representations of numerical magnitudes in different formats in children* (Lien Peters), *When errors count: An EEG study investigating arithmetic error processing under performance pressure* (Frieder Leon Schillinger), *Training numerical skills in preschool children* (Francesco Sella), *The flexibility of finger-based magnitude representations: Evidence from counting postures* (Elena Sixtus), *Four-and-twenty blackbirds: The effect of number word structure at different ages* (Sanne van der Ven), *Combined SNARC and SPARC in the auditory domain* (Tina Weis).

W sesji II uczestnicy mogli się zapoznać z następującymi pracami: *The neural correlates of the carry effect in two-digit addition* (Christina Artemenko), *Arithmetic facts learning deficit due to hypersensitivity-to-interference in memory: a longitudinal study* (Alice De Visscher), *Different number-processing tasks entail qualitatively different SNARC effects* (Carrie Georges), *Language-dependent memory formation: investigating the effect of language-switching in arithmetic* (Christian Hahn), *Eye position on a blank screen follows spatial-numerical and spatial-operational associations during mental arithmetic* (Matthias Hartmann), *Sex differences in number line estimation depend on solution strategies applied* (Regina Reinert), *Early math abilities – its relation to number sense and general cognitive capacities. Exploratory study in Polish children* (Monika Szczygieł), *Information and communication technology effectiveness in mathematics classes in Japan* (Akira Tani), *Electrophysiological correlates of the symbolic and non-symbolic prime distance effect* (Anna van Hoogmoed).

Warto nadmienić, że organizatorzy konferencji dołożyli starań, aby prelegenci byli obecni podczas sesji posterowej, co umożliwiło osobom prezentującym swoje prace pozyskanie cennych komentarzy ze strony doświadczonych i uznanych badaczy.

## PODSUMOWANIE

Podczas większości wystąpień badacze przekonywali i prezentowali dowody na to, że prowadzone przez nich badania można wykorzystać w praktyce edukacyjnej – czy to w zakresie modyfikacji programów nauczania, czy też diagnozy i interwencji w przypadku trudności matematycznych. Przez długi czas badania w obszarze psychologii poznawczej i neuronauki miały w większości przypadków charakter badań podstawowych. Stosunkowo niedawno pojawiło się zainteresowanie perspektywami wykorzystania tej wiedzy we wspomaganiu edukacji (por. Goswami, 2006). Dotychczas zgromadzona wiedza z zakresu poznania matematycznego wydaje się na tyle rozbudowana, by można było ją wykorzystać w praktyce edukacyjnej. Konieczne jest tworzenie forów współpracy między psychologami i praktykami edukacji, które ułatwią transfer wiedzy i doświadczeń (por. Ansari, Coch, 2006; Ansari, De Smedt, Grabner, 2012). Bardzo dobrym krokiem w tym kierunku wydaje się organizowanie właśnie tego rodzaju konferencji, w których wprost mówi się o możliwościach zastosowań wyników badań podstawowych w edukacji. Psychologowie powinni zintensyfikować swoje wysiłki w zakresie transferu rzetelnej, opartej na badaniach empirycznych wiedzy do praktyki edukacyjnej. Jak pokazują szeroko dyskutowane w ostatnich dniach wyniki przedstawione przez Paula Howarda-Jonesa (2014), wielu nauczycieli jest przekonanych o prawdziwości edukacyjnych psychomitów, na przykład związanych ze skutecznością dopasowania stylu nauczania do stylu uczenia się dzieci, czy też tego, że ludzie wykorzystują jedynie 10% możliwości swoich mózgów. Szczególnie niebezpieczny jest mit o tym, że deficy-

tów wynikających z nieprawidłowego rozwoju mózgu nie da się cofnąć poprzez wczesne interwencje. Krytyczną analizę edukacyjnych psychomitów można znaleźć również w pracach polskojęzycznych (Sobczak-Edmans, 2011; Szczygieł, Cipora, 2014).

Z pełnym przekonaniem można stwierdzić, że tego rodzaju wydarzenia powinny być organizowane częściej w Polsce. Udział w nich pozwala na zapoznanie się z aktualnie prowadzonymi przez czołowych badaczy

projektami, stwarza możliwość wymiany wiedzy, a niekiedy nawet nawiązywania międzynarodowej współpracy badawczej. Niezwykle cenna, zwłaszcza dla młodych badaczy, jest również możliwość uzyskania informacji zwrotnych na temat własnych projektów badawczych. Bardzo ważne jest również dążenie do tego, aby takie wydarzenia gromadziły nie tylko psychologów, ale także przedstawicieli nauk pedagogicznych i w miarę możliwości – praktyków edukacji.

## BIBLIOGRAFIA

- Ansari D., Coch D. (2006), Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 146–151.
- Ansari D., De Smedt B., Grabner R.H. (2012), Neuroeducation – a critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5, 105–117.
- Goswami U. (2006), Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 406–411.
- Howard-Jones P.A. (2014), Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, doi:10.1038/nrn3817.
- Sobczak-Edmans M. (2011), Neuromity w nauczaniu szkolnym. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 24, 77–82.
- Szczygieł M., Cipora K. (2014), Fałszywe przekonania na temat działania mózgu i zjawisk psychicznych, czyli neuromity i psychomity w edukacji. *Edukacja. Studia, Badania, Innowacje*, 2, 19–32.