

*Eliza Rybska, Maciej Błaszak*

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
elizary@amu.edu.pl

## **Analiza rysunków/szkiców i wypowiedzi werbalnych dzieci na temat budowy anatomicznej człowieka**

*Jedyną prawdziwą podróżą (...)  
byłoby iść nie ku nowym krajobrazom, ale mieć inne oczy*  
Marcel Proust<sup>1</sup>

### **Summary**

#### **An analysis of children's drawings/sketches and interviews about the internal structure of the human body**

The article discusses the results of an analysis of student's drawings/sketches and interviews about the internal structure of the human body. The problems discussed in this article have an interdisciplinary approach. Our goal was not a psychological analysis of children's drawings, but the presentation of such productions in the light of two dimensions (drawing and sketching) and the justification of highlighting them in relation to research in the field of cognitive science. Hence, the analysis of graphic productions is presented from a didactic dimension (e.g. the scale used to classify children's graphical products), biological (anatomy) and cognitive – classifying them as drawings or sketches. The latest findings from neuroscience suggest that there are three networks involved in our brain – default, executive, and salient. Each of these networks generates different energy costs, involves different ways of processing information, or different effects resulting from its recruitment. The authors claim that the graphic may also reflect the involvement of one of the networks. While drawings are produced by using the executive network, sketches are the results of implementing a default network. Both drawings and sketches make it possible to explore the children's conceptions on a given topic. The differences between them are revealed when within this product, one might (or might not) find a reflection of subjectivity. While the executive network run by drawing allows one to reflect a concept, to answer a question, the inclusion of the default network allows one to run the autobiographical memory, to ask questions, and to search for an answer.

**Słowa kluczowe:** sieć domyślna, sieć wykonawcza, sieć istotności, rysunki, szkice, subiektywność

**Keywords:** default network, executive network, salience network, drawings, sketches, subjectivity

---

<sup>1</sup> Proust, M. (1979) *W poszukiwaniu straconego czasu*. Przekład T. Żeleńskiego (Boya), Warszawa, PIW, tom 3, s. 236.

## Wprowadzenie

Związek między umysłem a edukacją wydaje się być oczywisty od kiedy ludzkość uświadomiła sobie ich istnienie. Nie bez powodu określa się często, że miejscem pracy nauczyciela jest mózg jego ucznia. Obserwowany w ostatnich latach wzrost zainteresowania naukowców kognitywistyką, funkcjonowaniem mózgu i umysłu, w pewien sposób powinien znaleźć swoje odzwierciedlenie w rozumieniu procesów poznawczych i uczenia się. Świat człowieka nie ma z góry zdefiniowanej struktury odkrywanej w akcie poznania. Jest dokładnie na odwrót: ludzki mózg, zmieniając się pod wpływem docierających bodźców, zwrotnie kształtuje rzeczywistość za pomocą działań podejmowanych przez ludzkie ciało: pragmatycznych, zbliżających człowieka do fizycznego celu i epistemicznych, upraszczających problem poznawczy (Kirsh & Maglio 1994). Żyjemy w świecie własnych wytworów, podlegających nie obserwacji, lecz ciągłej ewaluacji pod kątem ich wpływu na wartość przystosowawczą ludzkiego organizmu. Poznanie ma z natury homeostatyczny charakter: ewolucyjny sukces jednostki zależy od wydajnego zużycia dostępnej energii, zwłaszcza przez mózg, pochłaniający od 20 do 60 procent całkowitej energii metabolicznej, odpowiednio u osoby dorosłej i u niemowlaka. Ludzie z natury są kreatywni, ale ich twórczość musi być względnie oszczędna w środkach wyrazu.

Mózg, zbierając informację ze świata wewnętrznego i zewnętrznego, syntetycznie wizualizuje ją za pomocą dłoni, która bądź rysuje (ewentualnie maluje lub kreśli), bądź szkicuje. Rysunki są reprezentacjami idei, a więc graficzną formą uściślenia odpowiedzi na wcześniej postawione w głowie pytanie. Szkice natomiast są generatorami idei, za pomocą których graficznie zadajemy pytania. Rysunek wizualizuje uformowaną myśl, a szkic tworzy jej wstępny zarys.

Tak rozumiany szkic zachowuje dystans do zastanych idei, jest zdolny do wydobycia nieoczekiwanych cech otaczającego świata i gotowy do zastąpienia metrycznej precyzji nieskrępowaną wyobraźnią. Oczywiście, niezbędne do rysowania, są „ślepe na to, co nieoczekiwane” (Popper 1968), czyli na to, co stanowi istotę szkicowania. Rysunki chwytają świat, który istnieje materialnie lub idealnie, czyli jest już uformowany. Szkice natomiast postulują światy możliwe, pozwalające na wirtualne podróże w czasie, budowanie autobiograficznej narracji, ocenę aksjologiczną działań czy stawianie hipotez na temat myśli innych osób. W obydwu przypadkach mamy do czynienia z dominacją odmiennej arystotelesowskiej przyczyny: sprawczej dla rysowania, kiedy obiektywne pomiary (eksponat na stole, obraz mentalny w głowie) zostają zamienione w obraz na papierze, i celowej – dla szkicowania – kiedy informacja jest selekcyjowana pod kątem realizacji określonego celu, a powstający szkic jest graficznym opisem jego charakterystycznych cech. Zbieranie danych w pierwszym przypadku zostaje zastąpione stawianiem hipotez w drugim. Proporcje rysunku – obiektywnie mierzalne – i dynamika szkicu, wyznaczona rozkładem uczuć szkicującego: allocentryczny (metryczny) i egocentryczny (ucieleśniony<sup>2</sup>) punkt widzenia rzeczywistości.

<sup>2</sup> Problematyka ucieleśnienia poznania sięga początków XX wieku, kiedy – niezależnie – filozof Martin Heidegger i psycholog William James zakwestionowali dualizm substancjalny Kartezjusza i dominację

Oczywiście rysunek nie zawsze jest wierną reprezentacją świata. Percepcyjne błędy mogą być korygowane przez nowe techniki pomiaru, jak miało to miejsce w przypadku zdjęć galopu wyścigowego konia: rejestracja fotograficzna sfałszyfikowała ikonografię malarską uprzednich wieków (Gombrich 1997). Niemniej rysownicy standardowo dążą do opracowania reprezentacji przedmiotu wolnej od sądów wartościujących, poddającej się analitycznemu rozumowaniu i empirycznemu testowaniu („podobny...”, „idealnie ujęty...”, „bardzo pogładowy...”). Szkicowanie na odwrót, odrzuca istnienie neutralnego punktu – idealnego „widoku znikąd” Thomasa Nagela – z którego można by konstruować ikony wolne od norm poznawczych, społecznych i moralnych (Nagel 1997). Szkic jest graficznym sposobem wyklarowania wartości definiujących cele procesów poznawczych, wartości – dodajmy – zaimplementowanych w ludzkim mózgu. Jak pisał David Hume w „Esejach z dziedziny moralności, polityki i literatury”: „piękno rzeczy istnieje jedynie w umyśle tego, kto rzeczy te ogląda”, a tożsame jest przede wszystkim z wartościami stanowiącymi istotę oglądanych rzeczy. Szkicowanie jest próbą materializacji owego piękna dla siebie i innych.

Biorąc pod uwagę rolę mózgu podczas procesu tworzenia, standardowe teorie kreatywności wiążą twórczość z jego prawą połową. W teorii umysłu dwukomorowego Juliana Jaynesa bogowie zwracali się do naszych przodków przez tubę prawej półkuli (Jaynes 1976). W imponującej syntezie erudycyjnej Laina McGilchrista prawa półkula jest władcą, a lewa – zaledwie emisariuszem (McGilchrist 2009). Obydwa ambitne ujęcia teoretyczne bazują – między innymi – na przełomowych pracach Rogera Sperry’ego i Michaela Gazzanigi nad pacjentami po *komisurotomi* (przecięciu spoidła wielkiego i separacji półkul), które wykazały m.in. istnienie intuicyjnej wiedzy w prawej półkuli i skłonność do racjonalizacji lewej półkuli (Gazzaniga, Ivry & Mangun 2009). Prace te zainspirowały

---

niematerialnego umysłu nad pasywnym, materialnym ciałem. Dla Heideggera pierwotnym aktem poznawczym było użycie narzędzi, w wyniku czego świat stawał się bardziej poręczny (*Zuhandene*), a dla Jamesa świadomość była pochodną ucieleśnionego działania. Zwłaszcza jego teoria emocji (teoria Jamesa-Langego) odwracała zdroworozsądkową zależność przyczynowo-skutkową: nie uciekamy, ponieważ się boimy, lecz boimy się, ponieważ uciekamy. Obydwie intuicje sprzed ponad 100 lat doczekały się uszczegółowienia i empirycznej walidacji w – odpowiednio – teorii schematu ciała Patricka Haggarda i Daniela Wolperta (Heidegger) oraz teorii markera somatycznego Antonia Damasio (James). George Lakoff i Mark Johnson byli i nadal są prekursorami rozwoju trzeciego etapu – po symbolicznym (umysł to maszyna Turinga) i koneksjonistycznym (umysł to sieć neuronowa) – rozwoju nauk kognitywnych. Ich teoria ucieleśnionych metafor ukazała język jako narzędzie ewolucyjnego przetrwania, pozwalające zarówno odciążać mózg (język jako proteza), jak i usprawnić jego działanie (język jako ulepszenie). Późniejsze prace obydwu autorów rozszerzyły postulat ucieleśnienia języka z naturalnego na – chociażby – język matematyki („Where mathematics come from”). Niezależnie jednak od wkładu teoretycznego i empirycznego szkoły Lakoffa do badań nad poznaniem ucieleśnionym, wątek ucieleśnionego języka nie stanowi przedmiotu analiz w naszym artykule. „Ucieleśnienie” w tekście jest użyte w sensie rodzajowym, jako termin wskazujący, iż podmiotem poznania jest biologiczny organizm, a nie jego mózg, lub co gorsza, niematerialny umysł. W tym rozumieniu „ucieleśnienie” ma standardowe operacyjne znaczenie, podobnie jak „ewolucja” czy „gen”. Istnieją dysputy co do granic umysłu, jednostki doboru naturalnego i materialnej implementacji genu, ale nawet ostre różnice zdań nie utrudniają posługiwania się wszystkimi trzema pojęciami w tekstach naukowych i popularnonaukowych.

również amerykańską artystkę i pedagoga, Betty Edwards do napisania w 1979 roku bestsellerowego „Drawing on the Right Side of the Brain”<sup>3</sup>, oferującego kurs rysowania w oparciu o przestrzenne i kreatywne możliwości prawej półkuli mózgu.

Mimo popularyzacji idei o lateralizacji półkul mózgowych i ich wykorzystaniu w różnorodnych obszarach teorii naukowej i praktyki społecznej<sup>4</sup>, kreatywność – odpowiedzialna m.in. za szkicowanie – nie jest domeną jednej strony mózgu (Jung i in. 2013). Nie może być, gdyż na poziomie neurobehawioralnym mózg nie dzieli się na półkule lewą i prawą, ani na proste moduły funkcjonalne (Broki, Wernickego, ...), lecz sieci będące rodzajami obliczeniowych centrów decyzyjnych (Bressler & Menon 2010). Ich rolą jest optymalizacja przesyłu informacji na duże odległości w mózgu, co ułatwia identyfikację istotnych biologicznych i poznawczych zdarzeń kontrolujących adaptacyjne zachowanie człowieka.

W literaturze przedmiotu wyróżnia się trzy kluczowe rodzaje sieci neuronalnych: wykonawczą (*central executive Network*: CEN), domyślną (*default mode Network*: DMN) i istotności (*saliency Network*: SN) (Menon 2015). Sieć wykonawcza przetwarza informacje zewnętrzne wymagające skupienia uwagi i niezbędne przykładowo podczas rysowania. Sieć domyślna przetwarza informacje wewnętrzne, związane z subiektywnym poczuciem Ja, konieczne na przykład w procesie szkicowania. Sieć istotności jest odpowiedzialna m.in. za przełączanie między obydwoma sieciami i wzmacnianie bodźców przetwarzanych przez sieć wykonawczą. Preferowanym przez mózg – i stąd domyślnym – stanem jest szkicowanie, budujące stopniowo wielowymiarowe poczucie podmiotowości. Rysowanie odwzorowujące stany rzeczy w świecie zewnętrznym potrzebuje dla swojej realizacji dodatkowych motywacyjnych „dopalaczy”. Sieć istotności wychwytuje istotne zdarzenia zewnętrzne, wzmacnia je, przekazuje wzmocniony sygnał do sieci wykonawczej<sup>5</sup> i jednocześnie wycisza sieć domyślną (Sridharan, Levitin & Menon 2008).

Warunkiem uruchomienia procesu poznawczego, obojętnie czy wykonawczego (np. rysowania), czy wyobrazeniowego (np. szkicowania) jest poczucie bezpieczeństwa organizmu człowieka<sup>6</sup>. Systemem detekcji niebezpieczeństwa jest *interocepcja* (Craig 2015) –

<sup>3</sup> Wydanie polskie: B. Edwards (2015), *Rysunek. Odkryj talent dzięki prawej półkuli*. Łódź, Wydawnictwo Aha.

<sup>4</sup> Między innymi w teorii i praktyce zarządzania, por.: H. Mintzberg (1976), *Planning on the left side and managing on the right*. „Harvard Business Review”, 54, s. 49–58.

<sup>5</sup> W szczególności prawa przednia kora wyspy – część sieci istotności – przekazuje wzmocniony sygnał grzbietowej korze czołowo-ciemieniowej, części sieci wykonawczej, będącej materialnym substratem pamięci roboczej; por.: D’Esposito, M. (2007), *From cognitive to neural models of working memory*. „Philosophical Transactions of the Royal Society, B: Biological Sciences”, 362, s. 761–772.

<sup>6</sup> Por.: A. Klawiter „Natura procesu poznawczego”: „Działanie systemu włączającego przetwarzanie poznawcze zależy od warunków, w jakich znajduje się podmiot. Może on skutecznie realizować procesy poznawcze jedynie wtedy, kiedy otoczenie, w jakim się znajduje, jest względnie bezpieczne.”, s. 463. Ponadto: Konkluzją dyskusji nad ucieleśnieniem może być konstatacja: „czujemy, ponieważ działamy”. Przytoczmy stosowny przykład: kiedy odwiedzamy Pomnik Pomordowanych Żydów Europy w Berlinie, autorstwa Petera Eisenmana, zmuszeni jesteśmy przemieszczać się wąskimi ścieżkami wśród ponad dwóch tysięcy wysokich betonowych bloków. Po pewnym czasie zaczynamy odczuwać niepokój, frustrację i uczucie osamotnienia – wszystko to, co odczuwały w nieporównanie większym natężeniu ofiary

zmysł informujący o stanach ciała – wysyłająca aferentne pobudzenia do autonomicznego układu nerwowego, kontrolującego homeostazę organizmu. Homeostatyczna zasada optymalnej utylizacji energii leży u podstaw neuronalnej integracji produkującej interoceptywne uczucia cielesne (zimna, gorąca, szczypiącego bólu), subiektywne uczucia afektywne („jest mi smutno”, „czuję się szczęśliwy”, „jestem w doskonałym nastroju”) i asymetrię emocjonalną w przedniej części kory wyspy (lewej dla emocji pozytywnych i prawej dla emocji negatywnych). A więc homeostatyczny model uczuć (i świadomości) wygląda w telegraficznym skrócie następująco: lewa wyspa/układ przywspółczulny/pozytywne emocje/uspokojenie ciała/kumulacja energii (insulina); prawa wyspa/układ współczulny/negatywne emocje/pobudzenie ciała/wydatkowanie energii (glukagon) (Craig 2005).

Uczucia są najlepszym wglądem w naszą podmiotowość: „czuję, więc jestem”. Możemy odczuwać stan wszystkich tkanek naszego ciała (świadomość interoceptywna) i na tej podstawie wtórnie odczuwać stany emocjonalne i społeczne. Można zatem powiedzieć, że uczucia są walutą systemu ewaluacji, wykorzystywaną przez mózg do reprezentowania całkowitych energetycznych kosztów i korzyści dokonywanych wyborów i podejmowanych działań (Cash & Pruzinsky 2004, Craig 2005).

Uczucia cielesne (interoceptywne) reprezentowane są w tylnej części wyspy i stopniowo ulegają wzbogaceniu o czynniki hedonistyczne, motywacyjne, społeczne i poznawcze wraz z postępującą obróbką informacji w środkowej i przedniej części wyspy. Przednia część wyspy wraz z przednią korą zakrętu obręczy tworzy sieć istotności, wzmacniając za pomocą uczuć sygnał do sieci wykonawczej (pamięć robocza i semantyczna) bądź domyślnej (pamięć autobiograficzna). Sieć wykonawcza obejmuje boczne części kory (grzbietowo-boczną korę przedczołową i tylną korę ciemieniową), natomiast sieć domyślna zlokalizowana jest w części przyśrodkowej kory (brzuszo-przyśrodkowa kora przedczołowa i tylna kora zakrętu obręczy) (Menon & Uddin 2010; Menon 2015).

Sieć domyślna włącza się wówczas, gdy uwaga ulega rozproszeniu: „nie kopiuję”, „nie czytam”, „nie liczę”. Niemniej rola sieci domyślnej jest trudna do przecenienia: to

---

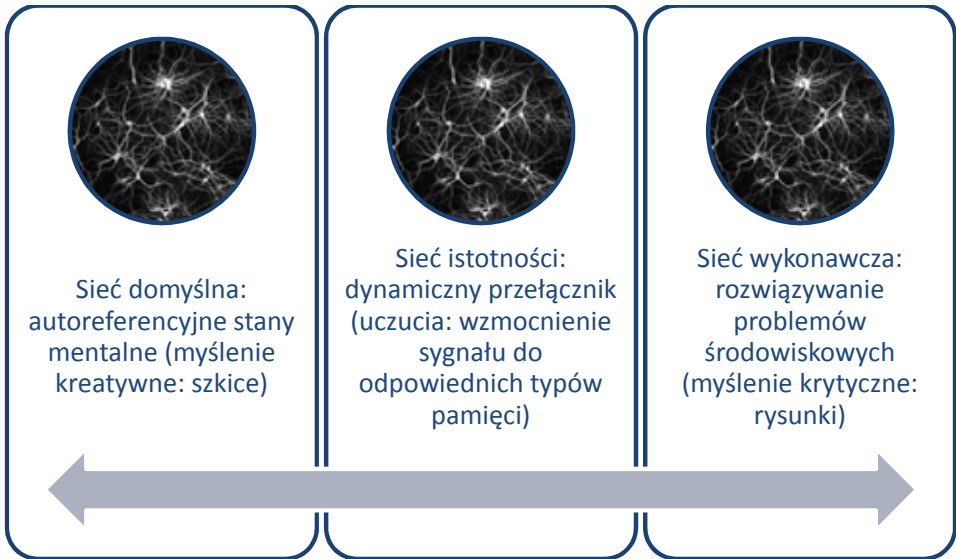
Holocaustu. Dlaczego pomnik Eisenmana jest dobrze zaprojektowany? Działanie do którego zmusza jego budowa generuje emocje które nadają sens całemu przedsięwzięciu – emocje mówiące, że nie jest bezpiecznie. Poczucie bezpieczeństwa jest podstawą i punktem wyjścia wszelkich form poznania. Z jednej strony jest to truizm – od dawna wiemy, że kortyzol uszkadza pamięć długotrwałą, a dynamicznie rozwijająca się psychoneuroimmunologia jedynie potwierdza wpływ otoczenia na poziom odporności i jakość operacji mentalnych (Esther Sternberg „The Balance Within”). Z drugiej strony w pracy zaprezentowane są wyniki badań nad interocepcją i siecią istotności, które stanowią najnowsze odkrycia anatomiczno-funkcjonalne nad tym, jak ucieleśnione działania sonduje otoczenie przez pryzmat bezpieczeństwa, wysyła interoceptywny sygnał do układu autonomicznego (kontrola równowagi fizjologicznej) i kory wyspy generującej w tylnej części uczucia cielesne (gorąco, zimno, ...), a następnie w przedniej – uczucia społeczne (przyjemnie, bezpiecznie, ...). Jeśli przednia wyspa nie wygeneruje odpowiedniego uczucia społecznego, w mózgu nie zachodzą jakiegokolwiek procesy poznawcze, zarówno krytyczne (sieć wykonawcza – rysunki), jak i kreatywne (sieć domyślna – szkice). Odkrycie, iż detekcja bezpieczeństwa jest sprawcą przyczyną aktywności poznawczej (w przypadku braku bezpieczeństwa – reakcja stresowa walka-lub-ucieczka) posiada fundamentalne znaczenie dla planowania oprawy procesu edukacyjnego i tłumaczy kłopotliwe rezultaty edukacyjne egzekwowane w warunkach potencjalnie stresogennych.

ona umożliwiła mentalne podróże w czasie, dzięki którym nie tylko planujemy przyszłość w oparciu o przeszłe osobiste doświadczenia, ale w ogóle posiadamy poczucie czasowej ciągłości własnego istnienia. Dzięki sieci domyślnej potrafimy odwiedzać umysły innych ludzi drogą empatii i różnych form społecznego rozumienia. Ponadto sieć domyśla buduje narrację naszego życia, czyli gotowe schematy myślenia przyspieszające adaptację do nowych warunków. Jest to obszar kory przeprowadzający różne formy kreatywnego myślenia (Menon & Uddin 2010; Andrews-Hanna 2012; Menon 2015).

O ile przedmiotem stanów mentalnych sieci wykonawczej są funkcjonalne stany świata (oferty gibsonowskie – Gibson 1986, podpowiadające, co z tym światem zrobić), o tyle przedmiotem stanów mentalnych sieci domyślnej są aksjologiczne stany umysłu (moduły haidtowskie – Haidt 2014), podpowiadające, jak ocenić siebie i innych. Szkicując, przypominamy sobie epizody z naszego życia (podróżujemy w mentalną przeszłość) i wyobrażamy sobie epizody z jutrzejszego dnia (podróżujemy w mentalną przyszłość). Obszary mózgu zaangażowane w przypominanie sobie są tymi samymi, które wyobrażają sobie przyszłość: ludzie z amnezją mają takie same problemy z przyszłością, co przeszłością, żyjąc chwilą teraźniejszą.

W rozwoju osobniczym dziecka zdolności do przypomnienia epizodów z przeszłości są czasowo skorelowane ze zdolnościami do wyobrażenia sobie przyszłości. Trzylatki często nie potrafią opowiedzieć rodzicom, co jadły na obiad w przedszkolu lub wyobrazić sobie, co będą robiły następnego dnia (sieć domyślna jest nie w pełni dojrzała), mimo że błyskawicznie opanowują nowe piosenki i reguły gry (w pełni funkcjonalna siecią wykonawczą). Dzieci w tym wieku oczywiście mają poczucie, co się działo lub co może się zdarzyć, lecz ich umysły nie pracują jeszcze w trybie narracyjnym, budując za pomocą opowieści i form graficznych historie własnego życia. Słowem, dwu- i trzylatki rysują; dopiero czterolatki – zaliczające test na fałszywość przekonań (*false belief task*) – wzbogacają rysunki szkicami. Te ostatnie zaczynają szybko dominować, gdyż – w odróżnieniu od rysunków – nie są narzędziem porządkowania rzeczywistości, lecz budulcem własnego Ja.

Dzieci mają swoje wyobrażenia świata i jego funkcjonowania, zaś ich poznanie dostarcza informacji o posiadanych przez dzieci strukturach mentalnych (modelach mentalnych/reprezentacjach mentalnych) czy o ich przedwiedzy. Alison Gnopik (2010) stwierdza nawet, że już od kołyski dzieci są urodzonymi badaczami i odkrywcami świata. Nawet małe dzieci mają swoje wyobrażenia świata i własne interpretacje istniejących w nim zależności, sposobów funkcjonowania, a te wpływają w sposób zasadniczy na doświadczanie uczenia się (Driver 1985). Zrozumienie rozwoju poznawczego dzieci ma swoje implikacje na wielu polach, włączając w to edukację. Badania nad sposobem, w jaki dzieci interpretują otaczający je świat i jak tworzą jego obrazy i koncepcje umysłowe tego świata, rozpoczął w swoich pierwszych pracach Piaget (1929, 1930). Na polu nauk przyrodniczych tematem tym szeroko zajmowała się Rosalind Driver (1985). Zwróciła ona uwagę m. in. na to, że dziecięce koncepcje są:



Rys. 1. Trzy podstawowe sieci neuronalne mózgu: domyślna, istotności i wykonawcza

- osobiste – każde dziecko może inaczej przedstawić omawiany na lekcji eksperyment i inaczej go zrozumieć,
- mogą się wydawać niespójne – nawet jeśli uczniom przedstawi się właściwe (czyt. nauczycielskie/naukowe) rozumienie danego zjawiska, nie oznacza, że owo wyjaśnienie zostanie przez uczniów przyjęte i zauważone, według Driver zdarza się nawet, że uczniowie posiadają wiele koncepcji dotyczących tego samego zjawiska i będą podawać sprzeczne ze sobą argumenty,
- są stosunkowo trwałe – uczniowie często mogą albo ignorować nowe informacje, które do nich napływają, albo w specyficzny sposób interpretować je zgodnie z posiadaną przez siebie wiedzą.

Trwałość i stosunkowo dużą odporność na zmiany formułowanych w umyśle dzieci koncepcji potwierdzają liczne badania (Trowbridge & Mintzes 1985; Trowbridge & Mintzes 1988; Shneider & Stern 2013; Hołowska 1986). Według Susan Carey (1985), której badania stanowią podwaliny pod rozwój badań w zakresie naiwnej biologii, dzieci poniżej 10. roku życia nie postrzegają biologicznego świata w sposób biologiczny, ale raczej psychologiczny. Późniejsze badania wykazały jednak, że biologiczne rozumowanie pojawia się u dzieci znacznie wcześniej niż to sugerowała Carey (np. badania Iganaki 1990, Hatano & Inagaki 1994 czy Inagaki & Hatano 1993). Wspomniani japońscy badacze wykazali, że wiedza biologiczna dzieci jest determinowana mocno przez ich doświadczenie m. in. z żywymi organizmami (Iganaki 1990) oraz że dzieci używają człowieka jako swoistego modelu odniesienia (określają to zjawisko jako *human template* Hatano & Inagaki 1994) i stosując wnioskowanie indukcyjne (opisane m. in. przez Carey 1985), ekstrapolują je na inne organizmy. Wnioskowanie indukcyjne jest również

uwarunkowane kulturowo – przykładowo w japońskiej kulturze, w której kamienie są tradycyjnie postrzegane jako elementy ożywione, w umysłach dzieci posiadają cechy istot żywych.

Ostatnio coraz większą popularnością cieszą się badania dotyczące osobistych koncepcji lub nawet błędnych mniemań dzieci/uczniów/studentów/dorosłych na temat różnych zjawisk nie tylko przyrodniczych. Większość z nich skupia się na tym, jak dziecięce wyobrażenia różnią się od naukowych (Prokop & Fančovičova 2006). Uważa się, że główną przeszkodą w naukowym rozumieniu omawianych w szkołach zjawisk przyrodniczych są *intuitive concepts* – intuicyjne koncepcje o zjawiskach naturalnych, które to koncepcje uczniowie niejako wnoszą ze sobą do klasy. Posiadając je wbudowane w swoje myślenie i rozumienie świata, asymilują naukowe koncepcje przedstawiane im w klasie z tymi osobistymi, co często doprowadza do powstania w ich umysłach błędnych mniemań (*misconceptions*) (Driver & Easley 1978; Novick & Nussbaum 1981).

W literaturze wymienia się wiele sposobów poznawania koncepcji dzieci, ich rozumienia otaczającego świata, poznania ich wiedzy osobistej (Driver 1985; White & Gunstone 1992; Tunnicliffe & Reiss 1999a). Wśród nich warto wymienić choćby kwestionariusze zawierające pytania otwarte (Leach i in. 1995), mapy koncepcyjne (Novak & Musonda 1991; Sungur i in. 2001), obserwacje kierowane lub obserwacje spontanicznych rozmów (Tunnicliffe & Reiss 1999b), wywiady (Osborne & Gilbert 1980), analizę rysunków (Tunnicliffe & Reiss 2001; Köse 2008, Prokop & Fančovičova 2006) i in.

Analiza rysunków dostarcza informacji o dziecięcym sposobie rozumowania. Rysunek jest kształtowany przez istniejące lub powstające w trakcie rysowania pomysły, idee, które uczeń posiada, jak i tworzony jest zgodnie z jego wiedzą o wizualnych konwencjach (Ainsworth i in. 2011). Rysunek bywa postrzegany jako zwierciadło świata dziecięcych reprezentacji umysłowych (Cherney i in. 2006). Podobnie uważał Dewey (1897, za Kąkolewicz 2011), który postrzegał rysunek jako osobistą i metaforyczną reprezentację świata. Jako „okno” do świata dziecięcych idei i uczuć (głównie z tego powodu, że rysunki odzwierciedlają obrazy obecne w dziecięcych umysłach) opisują te wytwory Thomas i Silk (1990). Rysunki mają też tę zaletę, że stanowią łatwe w użyciu narzędzie badawcze, ułatwiające dokonywanie porównań wyników międzynarodowych badań (Prokop & Fančovičova 2006). Nie pojawia się wówczas problem lingwistyczny. Pomimo niezwyklej użyteczności wytworów graficznych dzieci jako źródła informacji o wiedzy osobistej autorów tychże wytworów, w ostatnich latach pojawiły się prace stosujące mieszane metody – graficzno-słowne. Zwłaszcza Ehrlén (2009) zwróciła szczególną uwagę na to, że analiza wytworów graficznych dzieci może być użytecznym narzędziem zbierania informacji o koncepcjach dziecięcych, ale tylko wtedy, kiedy badacz pozna znaczenie, jakie poszczególnym elementom rysunku nadają ich autorzy.

Poznanie koncepcji dzieci na temat budowy anatomicznej człowieka za pomocą analizy pewnych wytworów graficznych po raz pierwszy przeprowadziła i opisała wyniki swojej pracy Nagy (1953), prosząc 220 dzieci w wieku od 5 do 11 lat o wypełnienie pisemnego testu dotyczącego budowy anatomicznej człowieka. Obok prac pisemnych



autorka poprosiła uczniów o narysowanie wybranych organów. Potem podobne prace pojawiały się w literaturze, niemniej ciekawe podejście do tematu zaproponowali Reiss i Tunnicliffe (1999), którzy w badaniach przekrojowych poprosili uczniów w wieku 4–20 lat o narysowanie szkieletu kręgowców. Do analizy rysunków zastosowali hierarchiczną skalę, której rozszerzoną wersję (Reiss & Tunnicliffe 2001) wykorzystywano potem wielokrotnie w innych pracach prezentujących badania wiedzy dzieci na temat kompletnej budowy anatomicznej człowieka (przykładowo: Reiss, Tunnicliffe, Andersen & Bartoszeck et al. 2002; Prokop i Tunnicliffe 2009). Na podstawie dotychczasowych wyników uważa się, że organy i układy, które są częściej reprezentowane i opisywane, są lepiej rozumiane niż te, których reprezentacje nie pojawiają się na rycinach (Prokop & Fančovičova 2006).

Do tej pory nikt nie przeprowadził podobnych badań na polskim gruncie. Podobnie nikt nie prowadził badań jakościowych w zakresie koncepcji dziecięcych dotyczących budowy anatomicznej. Dla celów niniejszej pracy połączono metodę analizy wytworów graficznych dzieci z wywiadami dotyczącymi elementów prezentowanych na tychże wytworów.

Postawiono następujące pytania badawcze:

- 1) Jaka jest znajomość budowy i funkcjonowania ludzkiego ciała przez dzieci uczestniczące w formalnej edukacji wczesnoszkolnej?
- 2) Czy dzieci podczas swobodnego rysowania w obecności badacza pozwalają sobie na rysowanie czy na szkicowanie?

## **Material i metody**

Grupę badawczą stanowiło dwadzieścioro czworo dzieci w wieku od 6 do 9 lat. Dzieci wybrane zostały do badania w sześciu losowo wytypowanych szkołach na terenie miasta Poznania. W badaniu uczestniczyły te dzieci, które uprzednio wyraziły na to chęć. Wszystkie poproszone były o narysowanie tego, co ich zdaniem znajduje się w środku człowieka. Każde dziecko wykonywało rysunek indywidualnie. Następnie badacz przeprowadzał z nimi rozmowę na temat wykonanego rysunku (również indywidualną). Dzieci poproszone były o podpisywanie wszystkich elementów zamieszczonych na rysunku, znajdujących się ich zdaniem w ciele człowieka.

W niniejszej pracy zastosowano dwie metody badań jakościowych. Do analizy wytworów graficznych (analiza dokumentów wytworzonych) zastosowano metodę badania znaczeń rysunkowych zaproponowaną przez Karczmarzyk (2011), stworzoną na podstawie triadycznej koncepcji znaku Ch. S. Peirce'a. Dodatkowo analizując elementy wiedzy osobistej badanych, posłużono się metodą opracowaną przez Reiss i Tunnicliffe (2001), stosując w kategoryzacji rysunków hierarchiczną skalę złożoności rysunku w oparciu o budowę anatomiczną (tab. 1) oraz wynotowując układy i narządy reprezentowane na rycinach.

Tabela 1. Skala wykorzystana do kategoryzacji rysunków

Poziom	Opis
0	Nic w środku, ale wiemy, że to jest człowiek
1	Nie ma przedstawienia struktury wewnętrznej / jest coś w nim bez nazwy organu
2	Jeden lub więcej narządów wewnętrznych umieszczonych losowo
3	Jeden wewnętrzny organ w odpowiedniej lokalizacji
4	Dwa lub więcej organów w odpowiedniej lokalizacji
5	Jeden cały układ poprawnie zlokalizowany
6	Dwa lub trzy układy narządów poprawnie zlokalizowane
7	Pełen obraz budowy anatomicznej człowieka

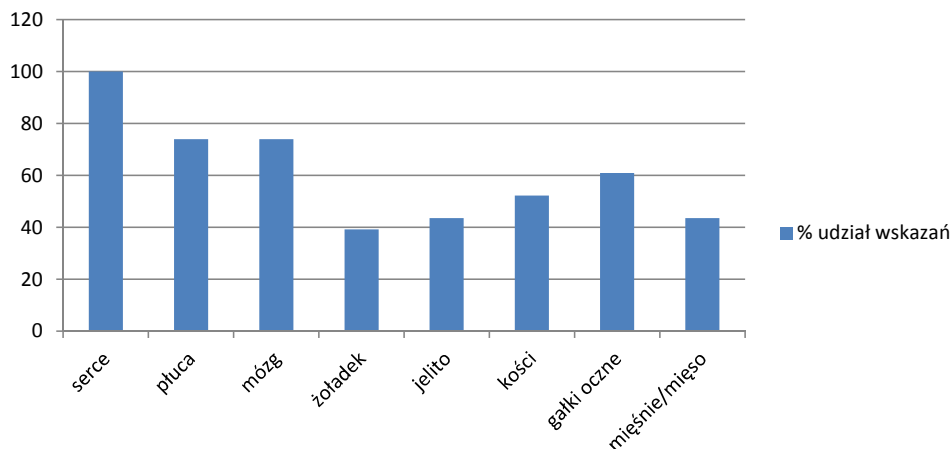
Z punktu widzenia badaczy zainteresowanie skupione było wokół koncepcji dziecięcych dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu człowieka. Pytania skoncentrowane były na wytworach graficznych dzieci i umożliwiały badaczom doprecyzowanie informacji przedstawionych w formie graficznej, np.: Gdzie znajduje się dany organ? Jaką pełni rolę? Co to oznacza? Z tego punktu widzenia wywiady te mogą być klasyfikowane jako wywiady swobodne ukierunkowane (Konecki 2000) z zapisem rejestrującym. Po sporządzeniu listy potrzeb informacyjnych prowadzący wywiad miał swobodę w formułowaniu pytań, a wywiad zawsze miały charakter otwarty.

## Wyniki

Wśród zebranych wytworów graficznych 12 (50%) zostało zaklasyfikowanych według przyjętej skali hierarchicznej do poziomu 2, co oznacza, że jeden lub więcej narządów wewnętrznych umieszczonych losowo można było zaobserwować. Do takich wytworów graficznych należą np. te zaprezentowane na rycinach 2–4. Siedem wytworów graficznych zaklasyfikowano do poziomu 4 (29%), co oznaczało, że dwa lub więcej organów znajdowało się w odpowiedniej lokalizacji ciała człowieka. Przykłady takich wytworów graficznych zaprezentowano na rycinach 5–7. Pięć (21%) wytworów graficznych zawierało przynajmniej jeden cały układ poprawnie zlokalizowany, dzięki czemu zostało zaklasyfikowanych do poziomu 5. We wszystkich przypadkach był to układ krwionośny. Przykłady takich wytworów graficznych zaprezentowano na rycinach 8–9.

Licznosci prezentowania wybranych narządów przedstawiono na wykresie 1.

Serce występowało na wszystkich analizowanych rycinach, nieco rzadziej znaleźć można było płuca i mózg. Wśród narządów, które pojawiły się na wytworach graficznych dzieci sporadycznie, wymienić należy: migdałki (3 prace), szpik (2 prace), siusiak (2 prace), nerki (1 praca), woreczek żółciowy (1 praca), struny głosowe (1 praca), biodro (1 praca). Analizując wypowiedzi uczniów dotyczące ich rysunków, można wysunąć tezę, że te pojedyncze wskazania wynikały z wiedzy osobistej uczniów i doświadczeń zdobytych przed wykonaniem badania.



Wykres 1. Procentowy udział występowania danego narządu na analizowanych wytworach graficznych przedstawiających budowę anatomiczną człowieka, dla N = 24

Przykładowo dziecko, którego pracę oznaczono numerem 11, stwierdziło:

szpik kostny – to jest krew, która płynie w nogach – ale dokładnie nie wiem, znam to z bajki „Było sobie życie”.

Dziecko, którego pracę oznaczono numerem 14, rysując biodro stwierdziło:

biodro też jest żeby się poruszać – zwłaszcza poruszać nogą – moja babcia miała problem z biodrem i nie mogła się poruszać.

Dziecko, którego pracę oznaczono numerem 22 podało, że:

Migdałki – nie wiem – są chyba dla ozdoby? Nie... chyba nie... Nie wiem, ale chyba nie są bardzo potrzebne bo można je wyciąć.

Potem omawiając struny głosowe, stwierdziło:

*struny głosowe są do mówienia – A jak dzięki nim mówisz? – bo jak chcemy coś powiedzieć to one robią dźwięki bez nich nie byłoby nas słysząc, tego głosu nie byłoby słysząc... są jak gdyby głośnikami, mama mówiła, że często ją bolą ale ona w pracy musi dużo mówić.*

Z kolei dziecko, którego praca oznaczona była numerem 7, twierdziło, że:

*w lewym kciuku są krwinki i fibryna. A czemu tam? – Bo oglądałem „Było sobie życie” i jeszcze to pamiętam, że to był lewy kciuk i fibryna łapie krwinki i lata dziury w naczynkach krwionośnych, fibryna to tacy kowboje – którzy wyciągali czerwone krwinki z przepaści. – A co to dało? – Inaczej mogłyby się rozpuścić i by ich nie było i już by nie krążyły, a one muszą krążyć.*

Analizując wypowiedzi uczestników badania dotyczące roli narysowanych przez nich organów, można stwierdzić pewne prawidłowości. Serce i mózg są według uczestników badania najważniejszymi organami. Daje się tu zauważyć wpływ pewnej reklamy emitowanej w telewizji, na którą niektórzy uczestnicy się nawet powoływali. Najczęściej powtarzaniem stwierdzeniem dotyczącym roli mózgu jest określenie, że *mózg jest po to, żeby myśleć* i nie każdy potrafił wyjaśnić, na czym to myślenie ma polegać. Wśród wyjaśnień samego myślenia pojawiały się takie propozycje:

*myśleć, to znaczy, żeby wiedzieć, co zrobić, np. jak się zgubisz, co zrobić,  
mózg do myślenia – czyli do uczenia się,  
myśleć – czyli zamykać się w sobie i nic nie mówić,  
mózg pozwala nam myśleć, czyli jak coś bardzo chcemy zrobić, ale on również wie, czego potrzebuje organizm – taki jest mądry,  
mózg jest po to, żeby myśleć, żebyśmy nie byli tacy jak małpy, żeby się poruszać, mieć uczucia, dotyk, smak – A małpa nie ma tego? – Ma, ale one się ciągle wygłupiają – strasznie.*

Najciekawszym elementem zaobserwowanym w badanej grupie był rysunek chłopca (ryc. 7), który przedstawił mały mózg w mózgu, autor wyjaśnił:

*W głowie mamy mózg – i dzięki niemu możemy robić różne rzeczy, pamiętamy dzięki mózgowi, możemy myśleć o tym, co chcemy zrobić, więc jak dzięki niemu możemy myśleć to on w środku ma mały mózg, który mówi dużemu co ma robić, a ten duży mówi nam”.*

Ten element wytworu graficznego może być z powodzeniem uznany za szkic, gdyż dziecko nie działało tu odwrotnie, ale stworzyło własną ideę, własny problem czy pytanie i udzieliło na nie odpowiedzi – uczeń ten przedstawił ideę mózgu analogiczną do idei homunkulusa.

*Z kolei serce jest po to, żeby bić i żyć, bo pompuje krwinki i zmusza je do pracy w ciele lub ono kieruje całym ciałem, rusza nim – A jak to robi? – No ma doczepione żyły i one docierają od niego do ciała i ono przez to rusza ciałem;  
serce jest po to, żeby żyć – bez serca byśmy nie istnieli – bo serce jest jak kierownica w aucie – ono bije,  
serce jest po to, żeby kochać innych ludzi – żeby żyć i odczuwać, co inni czują.*

Płuca zdaniem większości dzieci są po to, by się nie udusić. Poniżej podano przykładowe odpowiedzi dzieci opisujące rolę płuc:

*płuca są żeby móc zbierać oddechy i wypuszczać, żeby się nie udusić,  
a płuca są żeby oddychać, bo jak bierzemy oddech to płuca przesyłają sygnał do mózgu i tylko one pracują,  
płuca są po to żeby oddychać – tzn. wdychać i wydychać powietrze bo ono jest nam potrzebne, bez nich byśmy się udusili.*

Dzieci mają spore trudności w rozumieniu funkcjonowania już samego układu krwionośnego czy pokarmowego, przykładowo opisują:

*W ciele są też żyłki, które rozprawdzają krew – są w całym naszym ciele i do każdej części ciała rozprawdzają krew. – A po co jest krew? – Krew jest po to, żeby rozprawdzać coś po organizmie – chyba tlen i coś zabiera – chyba stary tlen – dlatego są czerwone i niebieskie – czerwone jaśniejsze niosą tlen, a niebieskie – stary tlen, a białe krwinki chronią organizm. Jelita są po to, że jak jemy to aby to przeszło do żołądka – tak do żołądka to jedzenie idzie z jelit – a brzuch trawi ten pokarm. – To gdzie one są? – Też w brzuchu. – A co jelita mają do brzucha? Mają coś wspólnego? – Bez jelit jedzenie nie trafiłoby do żołądka, a w żołądku się ono trawi, w jelitach są kawałki jedzenia przeżute i te przemieszczają się do żołądka. Żołądek? – żeby tam się trawiło jedzenie. – A jak tam trafia? – Poprzez buzię. – I co dalej się z nim dzieje? – No jakby pojawia się sok trawienny... I on to trawi... – I co dalej? – I wtedy jedzenie zamienia się w jakby no to co jest do picia – i potem w siki, a to co jest do jedzenia zamienia się w kupę. – A po co to wszystko – te zamiany? – No żeby nie mieć takiego zapchanego żołądka.*

## Dyskusja

Starając się pozyskać informacje dotyczące dziecięcych wyobrażeń na temat budowy anatomicznej człowieka, autorzy pracy nie oczekiwali, że którekolwiek dziecko będzie posiadało wiedzę zgodną z wiedzą naukową. W rezultacie bardzo często wiedza i wyobrażenia dzieci były zaskakujące zarówno w sferze graficznej, jak i słownej. Zastosowanie w niniejszych badaniach wywiadów dostarczyło pełniejszego obrazu koncepcji dziecięcych, które oprócz faktów naukowych posiadają również osobiste przekonania nierazko będące błędnymi mniemaniami. Najliczniej reprezentowanym organem ludzkim było serce – pojawiło się ono na każdym rysunku. Podobne wyniki otrzymali inni badacze (Reiss & Tunnicliffe 2001; Prokop & Fančovičova 2006; i in.). Jedynie w badaniach przeprowadzonych wśród dzieci z południowej Afryki najczęściej rysowanym organem był żołądek, serce znajdowało się na około 50% rysunków (Dempster & Stears 2013). Ciekawym przypadkiem rysunku był rysunek chłopca, który narysował jelita w nogach, wyjaśniając, że wie, że „one są długie i” – jego zdaniem – „nie ma innej możliwości, żeby się pomieściły w ciele człowieka jak ta, żeby sięgały aż do kolan”. Podobne reprezentacje jelit w nogach zanotowali Dempster i Stears w grupie badanych dzieci z południowej Afryki (2013).

Z punktu widzenia implikacji dydaktycznych najciekawsze wydają się być poznane dzięki rysowaniu błędne mniemanie dzieci dotyczące budowy anatomicznej człowieka. Wchodzą one w skład przedwiedzy, do której nauczyciele powinni się w procesie edukacji odwoływać i uwzględniać ją podczas planowania zajęć. Potrzebę jej uwzględniania opisywało wielu pedagogów m. in. Ausubel 1968, Driver 1985, Dylak 2000; Klus-Stańska 2002 i in. Potrzeba ta jest szczególnie ważna, gdy uwzględnimy zdanie Ausubela i współpracowników (1978) o trwałości przedwiedzy i jej odporności na usunięcie.

Z punktu widzenia kognitywnej analizy wytworów graficznych szczególnie ciekawym wydaje się aspekt tworzenia komunikatu jako efektu pobudzenia odpowiedniej sieci neuronalnej. Postawienie dziecka przed zadaniem narysowania tego, co jego zdaniem znajduje się w środku człowieka, wydaje się być lekkim przymuszeniem go do włączenia sieci domyślnej, do uruchomienia pamięci autobiograficznej. Nie jest to jednak jednoznaczne, co potwierdzają wyniki powyższych badań. Poznawane przez autorów pracy reprezentacje mentalne budowy anatomicznej człowieka mogą należeć do obu sieci – w zależności od sytuacji. Jeśli podczas wykonywania rysunku obrazującego dziecięce reprezentacje budowy anatomicznej człowieka uruchamiana jest sieć wykonawcza, można zauważyć, że rysunek ten jest quasi-realny, następuje jakaś modyfikacja rzeczywistości. Taki wytwór graficzny według przyjętego przez autorów założenia byłby typowym rysunkiem, dowodzącym sprawności manualnej, pamięci wizualnej (jak w przypadku dziewczynki, która odwzorowywała to, co widziała w atlasie anatomicznym pokazanym jej przez mamę – ryc. 5) lub semantyki związanej z percepcją – czyli dowodzeniu, że im więcej ktoś wie, tym więcej widzi.

Jeśli podczas wykonywania czynności graficznych mających umożliwić poznanie reprezentacji mentalnych na temat budowy anatomicznej człowieka uruchamiana jest sieć domyślna (wyobrażeniowa), powstają szkice, które są bardziej zaawansowane, są kreatywne, umożliwiają poznanie pytań, jakie dzieci stawiają sobie, kiedy rozważają jakieś zagadnienie. Przykładem rysunku z elementami szkicu jest rysunek siedmioletniego chłopca (ryc. 7). Większość analizowanych w niniejszym badaniu prac dzieci należała do opisanej przez nas kategorii rysunków, które powstały w wyniku uruchomienia sieci wykonawczej. Dostarczają one informacji na temat wiedzy osobistej dzieci, ich koncepcji czy przekonań związanych z budową anatomiczną własnego ciała. Informacje te mogą i powinny stać się wskazówkami dla pracujących z dziećmi nauczycieli, którzy w procesie edukacyjnym uwzględniają wiedzę uprzednią swoich podopiecznych.

Przy założeniu Ainswortha i współpracowników (2011), że rysowanie jest kształtowane przez istniejące pomysły i idee, uruchamiane jest wówczas myślenie wolne. W psychologii, a przede wszystkim w procesach związanych z podejmowaniem decyzji, analizując dane literaturowe, wyróżnić można dwa podstawowe typy myślenia: szybkie i wolne, opisywane m.in. przez Kahnemana (wyd. polskie 2012). W obszarze edukacji implementował owe dwa typy myślenia głównie Claxton (1997). Błaszak (2013) wyróżnił dalej kolejne dwa typy myślenia wolnego: pierwsze – krytyczne, uruchamiane przez sieć wykonawczą, które jest jednocześnie sylogiczne i quasi-logiczne kreatywne, będące drugim typem myślenia wolnego, w którym uruchamiana jest sieć domyślna, a powstające wówczas wytwory (np. szkice) są nieoczekiwane.

Z punktu widzenia nauczyciela, któremu zależy na rozwijaniu kreatywności u swoich podopiecznych, powinien on jak najczęściej stwarzać sytuacje, które zapewniają dzieciom poczucie bezpieczeństwa i umożliwiają uruchamianie drugiego typu wolnego myślenia (kreatywnego). Nie oznacza to, że autorzy niniejszej pracy chcą deprecjonować którykolwiek typ myślenia czy działania. Wtwór graficzny jest komunikatem, które może po-

służyć zarówno do formułowania odpowiedzi, jak w przypadku uruchamiania sieci wykonawczej lub do stawiania pytań, jak w przypadku sieci domyślnej, a obie umiejętności są ważne z punktu widzenia rozwojowego dziecka. Zatem jest ważne uruchamianie obu sieci, ale autorzy niniejszej pracy uważają, że we współczesnej szkole za mało jest aktywności umożliwiających uczniom uruchamianie sieci domyślnej, która odpowiada za kreatywność i naukowość tworzących się myśli (Menon 2015).

## Literatura

- Ainsworth S., Vaughan P. & Tytler R. (2011), *Drawing to learn in science. representations 3: 5*. "Science", vol. 333.
- Andrews-Hanna J.R. (2012), *The brain's default network and its adaptive role in internal mentation*. "The Neuroscientist", 18(3).
- Ausubel D.P. (1968), *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel D.P., Novak J.D. & Hanesian H. (1978), *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd ed.). New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Błaszak M. (2013), *Ekotypy poznawcze człowieka. Przyczynek do kognitywistycznej teorii podmiotu*. Poznań, Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Bressler S.L. & Menon V. (2010), *Large-scale brain networks in cognition: emerging methods and principles*. "Trends in Cognitive Sciences", 14.
- Brzeziński J. et al. (2015), *Nauki humanistyczne i społeczne wobec problemów współczesnego świata*, dostępne [https://repozytorium.amu.edu.pl/jspui/bitstream/10593/13370/1/40\\_WNS\\_Rep.pdf](https://repozytorium.amu.edu.pl/jspui/bitstream/10593/13370/1/40_WNS_Rep.pdf) (data dostępu: 30.09.2015).
- Cash T.F., Pruzinsky T. (2004), *Body image. A Handbook of theory, research and clinical practise*. New York, London, The Guilford Press.
- Carey S. (1985), *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Cherney I.D., Seiwert C.S., Dickey T.M. & Flichtbeil J.D. (2006), *Children's drawings: A mirror to their minds*. "Educational Psychology", 26(1).
- Claxton G. (1997), *Hare Brain, Tortoise Mind: Why Intelligence Increases When You Think Less* *Fourth Estate*. London, Harper Perennial, San Francisco.
- Craig A.D. (2005), *Forebrain emotional asymmetry: a neuroanatomical basis?* "Trends in Cognitive Sciences", 9.
- Craig A.D. (2015), *How do you feel? An Interoceptive Moment with Your Neurobiological Self*. New Jersey, Princeton University Press.
- D'Esposito M. (2007), *From cognitive to neural models of working memory*. "Philosophical Transactions of the Royal Society, B: Biological Sciences", 362.
- Dempster E. & Stears M. (2013), *An analysis of children's drawings of what they think is inside their bodies: a South African regional study*. "Journal of Biological Education", DOI: 10.1080/00219266.2013.837401
- Driver R. & Easley J. (1978), *Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students*. "Studies in Science Education", 5.
- Driver R. (1985), *Children's ideas in science*. McGraw-Hill Education (UK). Dostępne: <https://staff.fnwi.uva.nl/e.joling/vakdidactiek/documenten/driver.pdf> (data dostępu 14.09.2015).

- Dylak S. (2000), *Konstruktywizm jako obiecująca perspektywa kształcenia nauczycieli*. W: H. Kwiatkowska, T. Lewowicki, S. Dylak (red.), *Współczesność a kształcenie nauczycieli*. Warszawa, IBE.
- Edwards B. (2015), *Rysunek. Odkryj talent dzięki prawej półkuli*. Łódź, Wydawnictwo Aha.
- Ehrlen K. (2009), *Drawings as representations of children's conceptions*. "International Journal of Science Education", 31 (1), doi: 10.1080/09500690701630455.
- Gazzaniga M., Ivry R. & Mangun G. (2009), *Cognitive Neuroscience. The Biology of the Mind*. New York, W.W. Norton & Company.
- Gibson J. (1986), *The Ecological Approach to Visual Perception*. London, Routledge.
- Gnopik A. (2010), *Dziecko filozofem. Co dziecięce umysły mówią nam o prawdzie, miłości oraz sensie życia*. Warszawa, Prószyński i S-ka.
- Gombrich E. (1997), *O sztuce*. Warszawa, Wydawnictwo Arkady.
- Haidt J. (2014), *Prawy umysł*. Przekład A. Nowak-Młynikowskiej. Sopot, Smak Słowa.
- Hatano G. & Inagaki K. (1994), *Young children's naive theory of biology*. "Cognition", 50.
- Hołówka T. (1986), *Myślenie potoczne: heterogeniczność zdrowego rozsądku*. Warszawa, PIW.
- Inagaki K. (1990), *The effects of raising animals on children's biological knowledge*. "British Journal of Developmental Psychology", 8.
- Inagaki K. & Hatano G. (1993), *Young children's understanding of the mind-body distinction*. "Child Development", 64.
- Jaynes J. (1976), *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*. New York, Houghton Mifflin.
- Jung R., Mead B., Carrasco J. & Flores R. (2013), *The structure of creative cognition in the human brain*. "Frontiers in Human Neuroscience", vol. 7, article 330.
- Kąkolewicz M. (2011), *Uczenie się jako konstruowanie wiedzy. Świadomość, qualia i technologie informacyjne*. Poznań, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.
- Kahneman D. (2012), *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym*. Poznań, Media Rodzina.
- Kirsh D. & Maglio P. (1994), *On distinguishing epistemic from pragmatic action*. "Cognitive Science", 18.
- Karczmarzyk M.A. (2011), *Co oznaczają rysunki dziecięce? Znaczenia i potencjał komunikacyjny rysunku dziecka sześciolatniego*. Gdańsk, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Klus-Stańska D. (2002), *Konstruowanie wiedzy w szkole*. Olsztyn, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego.
- Konecki K. (2000), *Studia z metodologii badań jakościowych. Teoria ugruntowana*. Warszawa, PWN.
- Leach J., Driver R., Scott P. & Wood-Robinson C. (1995), *Children's ideas about ecology I: Theoretical background. Design and methodology*. "International Journal of Science Education", 17.
- McGilchrist I. (2009), *The Master and his Emissary. The Divided Brain and the Making of the Western World*. New Haven, CT, Yale University Press.
- Menon V. & Uddin L.Q. (2010), *Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function*. "Brain Structure and Function", 214(5–6).
- Menon V. (2015), *Saliency Network*. W: A.W. Toga (red.), *Brain Mapping. An Encyclopedic Reference*, vol. 2. New York, Academic Press.
- Mintzberg H. (1976), *Planning on the left side and managing on the right*. "Harvard Business Review", 54.
- Nagel Th. (1997), *Widok znikąd*. Warszawa, Wydawnictwo Aletheia.



- Nagy M. (1953), *Children's conceptions of some bodily functions*. "Journal of Genetic Psychology", 83.
- Novak J.D. & Musonda D. (1991), *A twelve-year longitudinal study of science concept learning*. "American Educational Research Journal", 28.
- Novick S. & Nussbaum J. (1981), *Pupils' understanding of the particulate nature of matter: a cross age study*. "Science Education", 65.
- Osborne R.J. & Gilbert J.K. (1980), *A technique for exploring students' views of the world*. "Physics Education", 15.
- Piaget J. (1929), *The child's conception of the world*. New York, Harcourt, Brace.
- Piaget J. (1930), *The child's conception of physical causality*. London, Kegan Paul.
- Popper K.R. (1968), *Epistemology without a Knowing Subject*. W: B. Van Rotselaar and J.F. Staal (red.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science III*. Amsterdam, Noth-Holland.
- Prokop P. & Fančovičova J. (2006), *Students' Ideas About Human Body: Do They Really Draw What They Know?* "Journal of Baltic Science Education", 2 (10).
- Proust M. (1979), *W poszukiwaniu straconego czasu*. Przekład T. Żeleńskiego (Boya), Warszawa, PIW, tom 3.
- Reiss M.J. & Tunnicliffe S.D. (1999), *Children's knowledge of the human skeleton*. "Primary Science Review", 60.
- Reiss M.J. & Tunnicliffe S.D. (2001), *Students' understandings of human organs and organ systems*. "Research in Science Education", 31(3).
- Reiss M.J., Tunnicliffe S.D., Andersen A.M., Bartoszeck A., Carvalho G.S., Chen S.Y., ... & Van Roy W. (2002), *An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves*. "Journal of Biological Education", 36(2).
- Schneider M. & Stern E. (2013), *Uczenie się z perspektywy poznawczej: dziesięć najważniejszych odkryć*. W: Dumont H., Istance D., Benavides F. (red.), *Istota uczenia się. Wykorzystanie wyników badań w praktyce*. Warszawa, Wolters Kluwer.
- Sridharan, D., Levitin D.J. & Menon V. (2008), *A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks*. "Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America", 105.
- Sungur S., Tekkaya C. & Ömer G. (2001), *The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system*. "School Science and Mathematics" 101.2.
- Thomas G.V. & Silk A.M.J. (1990), *An introduction to the psychology of children's drawings*. Hemel Hempstead, Harvester Wheatsheaf.
- Trowbridge J.E. & Mintzes J.J. (1985), *Students' alternative conceptions of animals and animal classification*. "School Science and Mathematics", 85 (4), doi: 10.1111/j.1949-8594.1985.tb09626.x.
- Trowbridge J.E. & Mintzes J.J. (1988), *Alternative conceptions in animal classification: A cross-age study*. "Journal of Research in Science Teaching", 25 (7), doi: 10.1002/tea.3660250704.
- Tunnicliffe S.D. & Reiss M.J. (1999a), *Students' understandings about animal skeletons*. "International Journal of Science Education", 21.
- Tunnicliffe S.D. & Reiss M.J. (1999b), *Building a model of the environment: How do children see animals?* "Journal of Biological Education", 33.
- White R.T. & Gunstone R.F. (1992), *Probing understanding*. London, Falmer Press.



Ryc. 2. Rysunek siedmioletniej dziewczynki zaklasyfikowany według przyjętej skali hierarchicznej do poziomu 2, co oznacza, że jeden lub więcej narządów wewnętrznych mieszczonych losowo



Ryc. 3. Rysunek dziesięcioletniej dziewczynki zaklasyfikowany według przyjętej skali hierarchicznej do poziomu 2, co oznacza, że jeden lub więcej narządów wewnętrznych umieszczonych losowo



Ryc. 4. Rysunek ośmioletniego chłopca zaklasyfikowany według przyjętej skali hierarchicznej do poziomu 2, co oznacza, że jeden lub więcej narządów wewnętrznych umieszczonych losowo



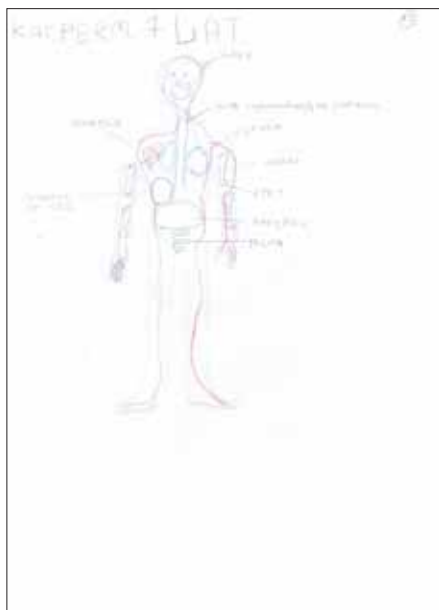
Rycina 5. Rysunek ośmioletniej dziewczynki zaklasyfikowany do poziomu 4, co oznacza, że dwa lub więcej organów znajduje się w odpowiedniej lokalizacji ciała człowieka



Rycina 6. Rysunek ośmioletniego chłopca zaklasyfikowany do poziomu 4, co oznacza, że dwa lub więcej organów znajduje się w odpowiedniej lokalizacji ciała człowieka



Rycina 7. Rysunek ośmioletniego chłopca zaklasyfikowany do poziomu 4, co oznacza, że dwa lub więcej organów znajduje się w odpowiedniej lokalizacji ciała człowieka



Rycina 8. Rysunek siedmioletniego chłopca zaklasyfikowany do poziomu 5, co oznacza, że zawierał przynajmniej jeden cały układ poprawnie zlokalizowany



Rycina 9. Rysunek ośmioletniego chłopca zaklasyfikowany do poziomu 5, co oznacza, że zawierał przynajmniej jeden cały układ poprawnie zlokalizowany