

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Instituto de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-graduação em Neurociências

**Thalita Karla Flores Cruz**

**A EXPERIÊNCIA SENSORIO-MOTORA INFLUENCIA A REPRESENTAÇÃO  
SEMÂNTICO-LEXICAL DO CORPO? EVIDÊNCIAS DE CRIANÇAS TÍPICAS E COM  
HEMIPLEGIA CONGÊNITA**

Belo Horizonte - MG

2016

**Thalita Karla Flores Cruz**

**A EXPERIÊNCIA SENSORIO-MOTORA INFLUENCIA A REPRESENTAÇÃO  
SEMÂNTICO-LEXICAL DO CORPO? EVIDÊNCIAS DE CRIANÇAS TÍPICAS E COM  
HEMIPLEGIA CONGÊNITA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Neurociências.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase

Co-orientadora: Profa. Dra. Patrícia Lemos Bueno  
Fontes

Área de concentração: Neurociências clínica

Belo Horizonte - MG

2016

Cruz, Thalita Karla Flores.

A experiência sensório-motora influencia a representação semântico-lexical do corpo? Evidências de crianças típicas e com hemiplegia congênita [manuscrito] / Thalita Karla Flores Cruz. – 2016.

95 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Vitor Geraldi Haase. Co-orientador: Patricia Lemos Bueno Fontes.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas.

1. Representação corporal. 2. Desenvolvimento – Teses. 3. Experiência sensório-motora. 4. Paralisia cerebral – Teses. 5. Neurociências – Teses. I. Haase, Vitor Geraldi. II. Fontes, Patricia Lemos Bueno. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 612.8

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me guiar até aqui.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de estudos durante o mestrado. Agradeço ainda ao Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) / PROBRAL Program (310/08), à FAPEMIG e ao CNPq pelo financiamento do projeto “*Discalculia do desenvolvimento em crianças de idade escolar: triagem populacional e caracterização de aspectos cognitivos e genético-moleculares*”, do qual essa dissertação faz parte.

Em especial, agradeço:

Ao Prof. Dr. Vitor Geraldi Haase pela orientação, pelo apoio, confiança e pela paciência em todo o processo da minha formação ao longo desses dois anos de LND. À Prof. Dra. Patrícia Lemos Bueno Fontes, pela coorientação e, acima de tudo, pela amizade, pela parceria e pelo incentivo. Sem você, nada disso seria possível!

Aos professores doutores Antônio Jaeger, Marcela Mansur e Ricardo Moura por aceitarem fazer parte da banca examinadora, enriquecendo a discussão do trabalho.

Aos queridos colegas do Laboratório de Neuropsicologia do Desenvolvimento (LND), pela colaboração e pela receptividade! Sinto-me privilegiada de fazer parte deste grupo. Agradeço em especial à Annelise pelo suporte acadêmico e pela prontidão em ajudar sempre que precisei. A Deisiane, minha dupla de graduação e LND, muito obrigada pela parceria! A Malu, Dani, e Lívia pela amizade e apoio. A Laurinha, minha primeira parceira de trabalho. A Laiss Bertola, pela disponibilidade e atenção que possibilitaram meu aprendizado sobre a Análise dos Grafos.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram e estiveram presentes em cada etapa da minha vida. Obrigada por todo o carinho e dedicação. Ao Guilherme, por sempre me

apoiar em cada decisão tomada, pelo companheirismo e compreensão. Agradeço ainda aos meus avós, tios, tias e primos.

A Magda Rocha, por contribuir com minha formação, pela amizade, pelo apoio oferecido ao longo de todo o trabalho desenvolvido. Por fim, agradeço às mestres e amigas, Cláudia Venturini, Tatiana Barral e Gisele Diniz, pelos ensinamentos, pelo exemplo profissional, pelo incentivo e pelas oportunidades oferecidas.

## RESUMO

Evidências de diferentes linhas de investigação indicam que o conhecimento do corpo humano é amplamente desenvolvido no cérebro adulto. Como o sistema nervoso central emprega diferentes canais sensoriais, os mecanismos para a representação corporal também são diferentes. Estudos neuropsicológicos e de neuroimagem suportam essa ideia, evidenciando a existência de três tipos de representação corporal no adulto: esquema corporal, descrição estrutural do corpo e imagem corporal. A existência destes distintos níveis representacionais é apoiada por padrões seletivos de dissociação em pacientes neurológicos. Há dois tipos de teorias para explicar as origens das representações do corpo. As teorias *bottom-up* pressupõem que as representações do corpo se originam da atividade sensório-motora, de padrões de atividade captados e armazenados no cérebro. A teoria alternativa, *top-down*, pressupõe a existência de um *blueprint* genético para a representação do corpo, o qual pode ser, ao menos parcialmente, inato. Existem evidências para ambos os modelos. A presente dissertação investiga, de forma exploratória, as influências *bottom-up* e *top-down* sobre o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical sobre o corpo (imagem corporal) em crianças típicas e com paralisia cerebral hemiplégica. A análise através da teoria dos grafos foi aplicada nos estudos I e II para investigar o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical na infância. O estudo I foi realizado com uma amostra de 204 crianças com desenvolvimento típico, com idade entre 4 a 12 anos, e buscou investigar a influência das experiências adquiridas durante a infância no conhecimento semântico-lexical sobre os animais, os alimentos e as partes do corpo. Tal análise permitiu a exploração das influências do nível sensório-motor (esquema corporal) sobre o nível semântico-lexical sobre as partes do corpo (imagem corporal), utilizando-se de outras categorias como controle (animais e alimentos). Foi possível identificar um padrão específico de desenvolvimento para a categoria partes do corpo, onde as experiências sensório-motoras influenciaram o conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo, mostrando que a organização categorial foi compatível com o modelo *bottom-up*. Porém, não houve um padrão específico para as demais categorias semânticas investigadas, não sendo

observada uma relação entre o desenvolvimento e as categorias controle. A seguir foi investigado o desenvolvimento da imagem corporal em crianças com paralisia cerebral hemiplégica, usando as mesmas técnicas. Assim, o estudo II contou com uma amostra de 229 crianças, sendo 204 crianças com desenvolvimento típico, idade entre 4 a 12 anos, e 26 crianças com paralisia cerebral hemiplégica, idade entre 7 a 15 anos. Foi investigada a hipótese de que uma lesão no cérebro imaturo pode gerar déficits no conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo em crianças com hemiplegia congênita. Após a análise dos dados, foi verificado que as crianças com paralisia cerebral apresentam um atraso no conhecimento sobre as partes do corpo quando comparadas às crianças controle da mesma idade, tendo conhecimento equiparado ao apresentado no início do desenvolvimento pelas crianças típicas. De maneira geral, ao examinar o desempenho nas tarefas e analisar os padrões dos resultados, é possível inferir a existência de uma interação entre os níveis representacionais, em que déficits nos esquemas sensório-motores influenciam as representações semântico-lexicais, resultando em prejuízos sobre este tipo de conhecimento das partes do corpo. Os resultados são, portanto, compatíveis com um modelo interativo, segundo o qual eventuais influências *top-down* na organização categorial interagem com a experiência sensório-motora (influências *bottom-up*). Apesar de os estudos realizados possuírem caráter exploratório, os achados corroboram a hipótese de que há uma interação entre os níveis de conhecimento corporal ao longo do desenvolvimento infantil.

**Palavras-chave:** Representação corporal, desenvolvimento, experiência sensório-motora, paralisia cerebral hemiplégica.

**Abstract:**

*Evidence from several lines of research indicates that human body knowledge is widely distributed in the adult brain. As the central nervous system employs different sensory channels, the mechanisms for body representation are different. Neuropsychological and neuroimage studies support this idea, showing the existence of three kinds of body representation in adults: body schema, body structural description and body image. The existence of these distinct levels of representation is supported by selective patterns of dissociation in neurological patients. There are two kinds of theories to explain the body representations source. The bottom-up theories presupposes that the body representations stem from the sensory-motor activities, by patterns of activities raised and stored at the brain. The alternative theory, top-down, presupposes the existence of a genetic blueprint for the body representations, that could be, at least, partially, innate. There are evidences for both models. This dissertation investigates, in an exploratory manner, the bottom-up and top-down influences throughout the development of semantic body knowledge in typical children and children with hemiplegic cerebral palsy. The graph theory was applied in studies 1 and 2 to investigate the development of lexical-semantic knowledge in childhood. The first study was conducted with a sample of 204 typically developing children aged 4- to 12-years old and aimed to investigate the influence of childhood experiences on the lexical-semantic knowledge of animals, foods and body parts. This analysis allowed the exploration of the motor-sensory (body schema) among the lexical-semantic knowledge about the body parts (body image), using other lexical categories as controls (animals and foods). It was observed that the sensory-motor experiences influence the lexical-semantic knowledge about the body parts; showing that the categorical organization was compatible with the bottom-up model. However, there wasn't a specific pattern for the other semantic categories investigated, not observing a relation between the development and the controls categories was detected. After, the development of the body image in children with hemiplegic cerebral palsy was investigated, using the same techniques. This second study included a sample of 229 children (204 typically developing children, ranging from 4- to 12-years old; and 26 children with hemiplegic cerebral palsy, ranging from 7- to 15-*

years old). The hypothesis that an injury to the immature brain can generate deficits in the lexical-semantic knowledge about the body parts in children with congenital hemiplegia was investigated. After data analysis, was verified that cerebral palsy children present a delay in the body parts knowledge compared to controls with the same age, having body parts knowledge equivalent to that of the early stages of typical development. Overall, by examining the performance at the tasks and analyzing the results patterns, it is concluded that there is an interaction between the representational modules, where deficits in sensorimotor schemas influence the lexical-semantic representations, resulting in losses on this type of body parts knowledge. Therefore, the results are compatible with an interactive model, according to which influences top-down interact with the sensory-motor experience (bottom-up influences). Despite the studies are exploratory, the findings support the hypothesis that there is an interaction between the levels of body knowledge over child development.

**Key-words:** Body representation, development, sensorimotor experience, hemiplegic cerebral palsy.

## LISTA DE FIGURAS

### ESTUDO 1

Figura 1 – Exemplo da representação da sequência de palavras produzidas através da teoria dos grafos.....	34
Figura 2 – Diferenciação entre os grupos na categoria “animais”.....	39
Figura 3 – Diferenciação entre os grupos na categoria “alimentos”.....	40
Figura 4 – Diferenciação entre os grupos na categoria “partes do corpo”.....	41
Figura 5 – Redes semânticas formadas pelos grupos a partir da tarefa de fluência verbal.....	43
Figura 6 – Análise dos núcleos das redes semânticas.....	44

### ESTUDO 2

Figura 1 – Representação da sequência de palavras produzidas através da teoria dos grafos.....	70
Figura 2 – Diferenciação entre os grupos na tarefa de fluência verbal, categoria “partes do corpo”.....	74
Figura 3 – Redes semânticas da categoria partes do corpo formadas pelos grupos a partir da tarefa de fluência verbal.....	75
Figura 4 – Análise dos núcleos da rede semântica da categoria partes do corpo....	76

## LISTA DE QUADROS

### ESTUDO 1

Quadro 1 – Descrição dos atributos do <i>SpeechGraphs</i> .....	35
---	----

## LISTA DE TABELAS

### ESTUDO 1

Tabela 1 – Dados descritivos da amostra.....	32
Tabela 2 – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria animais) e ASG.....	36
Tabela 3 – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria alimentos) e ASG.....	37
Tabela 4 – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo) e ASG.....	38

### ESTUDO 2

Tabela 1 – Dados descritivos da amostra.....	67
Tabela 2 – Comparações entre os grupos com desenvolvimento típico e paralisia cerebral hemiplégica na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo) e ASG.....	72
Tabela 3 – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo) e ASG.....	73

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ASG</b>	Atributos do <i>SpeechGraphs</i>
<b>ASP</b>	<i>Average Shortest Path</i> ; média do menor caminho entre os pares de nós
<b>CWR</b>	<i>Correct Words and Repetitions</i> ; palavras corretas e repetições
<b>D</b>	<i>Density</i> ; densidade
<b>DI</b>	<i>Diameter</i> ; diâmetro
<b>DT</b>	Desenvolvimento típico
<b>E</b>	<i>Edges</i> ; arestas
<b>N</b>	<i>Nodes</i> ; nós
<b>PC</b>	Paralisia Cerebral
<b>PCH</b>	Paralisia Cerebral Hemiplégica

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
1.1.	<b>Estrutura da dissertação</b>	17
1.2.	<b>Referências</b>	17
2.	<b>OBJETIVOS</b>	22
2.1.	<b>Objetivo geral</b>	22
2.2.	<b>Objetivos específicos</b>	22
3.	<b>ESTUDO I: Módulos em interação: desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo em crianças com desenvolvimento típico.</b>	23
	<b>RESUMO</b>	24
	<b>ABSTRACT</b>	25
3.1.	<b>Introdução</b>	26
3.1.1.	<b><i>Teoria dos Grafos</i></b>	30
3.2.	<b>Métodos</b>	31
3.2.1.	<b><i>Participantes</i></b>	31
3.2.2.	<b><i>Instrumentos</i></b>	32
3.2.2.1	<b><i>Matrizes Coloridas Progressivas de Raven</i></b>	32
3.2.2.2	<b><i>Tarefa de fluência verbal semântica</i></b>	33
3.2.3.	<b><i>Procedimentos</i></b>	33
3.2.4.	<b><i>Análises gráficas</i></b>	33
3.2.5.	<b><i>Análises estatísticas</i></b>	35
3.3.	<b>Resultados</b>	35
3.3.1.	<b><i>Parâmetros dos grafos</i></b>	36
3.3.2.	<b><i>Núcleos das redes semânticas</i></b>	42
3.4.	<b>Discussão</b>	45
3.4.1.	<b><i>Desempenho das crianças na tarefa de fluência verbal semântica</i></b>	45
3.4.2.	<b><i>Influência da idade sobre as características estruturais das redes</i></b>	46
3.4.3.	<b><i>Continuidade dos núcleos semânticos ao longo das faixas-etárias</i></b>	48
3.4.4.	<b><i>Interação entre os níveis representacionais</i></b>	50

3.5.	Conclusão .....	51
3.6.	Referências .....	52
4.	<b>ESTUDO 2: Análise dos grafos da imagem corporal em crianças com paralisia cerebral hemiplégica e controles com desenvolvimento típico: influências sensório-motoras sobre o conhecimento semântico-lexical ...</b>	60
	<b>RESUMO .....</b>	61
	<b>ABSTRACT .....</b>	62
4.1.	Introdução .....	63
4.2.	Métodos .....	66
4.2.1.	<i>Participantes</i> .....	66
4.2.2.	<i>Instrumentos</i> .....	68
4.2.2.1.	<i>Matrizes Coloridas Progressivas de Raven</i> .....	68
4.2.2.2.	<i>Tarefa de fluência verbal semântica</i> .....	68
4.2.3.	<i>Procedimentos</i> .....	68
4.2.4.	<i>Análises gráficas</i> .....	69
4.2.5.	<i>Análises estatísticas</i> .....	70
4.3.	Resultados .....	71
4.3.1.	<i>Parâmetros dos grafos</i> .....	71
4.3.2.	<i>Núcleos das redes semânticas</i> .....	75
4.4.	Discussão .....	77
4.4.1.	<i>Efeitos da inteligência sobre os resultados</i> .....	77
4.4.2.	<i>Diferenças nas características estruturais das redes</i> .....	78
4.4.3.	<i>Conhecimento semântico-lexical em crianças com desenvolvimento típico e crianças com PCH</i> .....	79
4.4.4.	<i>Perfil representacional das crianças com PCH: influência das alterações sensório-motoras?</i> .....	81
4.5.	Conclusão .....	82
4.6.	Referências .....	84
5.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	92
5.1.	Referências .....	93
	<b>ANEXO I .....</b>	94

## 1. INTRODUÇÃO

Uma representação interna do corpo humano é crucial para a larga gama de atividades exercidas no dia a dia (Coslett, 2013; Murata & Ishida, 2007). Nossa experiência do mundo e a capacidade de agirmos sobre ele são orientadas através do corpo. Assim, o reconhecimento do próprio corpo é um processo fundamental para a ação (Jeannerod, 2006; Slaughter et al., 2004), bem como para a transmissão de informações como emoção, reconhecimento de características que se relacionam com a personalidade (como a postura, por exemplo), e aspectos da identidade individual (como sexo e idade).

O conceito de consciência corporal refere-se à percepção, ao conhecimento e à avaliação do próprio corpo, bem como do corpo de outras pessoas (Berlucchi & Aglioti, 2010). O sistema nervoso central emprega diferentes canais sensoriais e diferentes representações centrais para cada um desses aspectos (Berlucchi & Aglioti, 2010; Goldenberg, 2002). Portanto, os mecanismos para a representação corporal são diferentes, não existindo um “mapa único” que represente o corpo (Goldenberg, 2002). Diversos estudos sugerem que o processo de reconhecimento corporal é dividido em três níveis distintos de representação do corpo: o esquema corporal, a descrição estrutural do corpo e a imagem corporal (Buxbaum & Coslett, 2001; Buxbaum, Giovannetti & Libon, 2000; Corradi-Dell’Acqua & Rumiati, 2007; Coslett, 2013; Coslett, Saffran & Schwoebel, 2002; Sirigu, Grafman, Bressler & Sunderland, 1991; Schwoebel & Coslett, 2005).

O esquema corporal fornece uma representação “on-line” das propriedades do corpo no espaço e se articula com os sistemas motores no controle da ação, sendo caracterizado por sua atualização contínua com o movimento (Coslett et al., 2002; Haggard & Wolpert, 2005). Giummarra et al. (2007) enfatizam o papel de esquema corporal na programação do ato motor, sugerindo que os sistemas propioceptivo, somatossensorial, vestibular e visual, bem como as cópias eferentes do sistema motor, fornecem as principais contribuições para suas propriedades. Estes autores também apontam para o

papel predominante do córtex parietal na geração do esquema corporal (Guimarra et al., 2007), corroborando os dados reportados por Berlucchi e Algioti (1997).

A descrição estrutural do corpo se refere à representação da topografia corporal, relacionando-se às informações sobre a forma e os contornos da superfície do corpo humano, bem como a relação de proximidade entre as diferentes partes do corpo (Coslett et al., 2002). Em contraste com o esquema corporal, que parece ser derivado de várias entradas sensoriais e motoras, a descrição estrutural do corpo é derivada principalmente da entrada visual (Buxbaum & Coslett, 2001). Os resultados do estudo de Buxbaum e Coslett (2001) sugerem que a autotopagnosia (incapacidade em localizar partes do corpo e sensações corporais) pode ser atribuída a um acometimento seletivo da descrição estrutural do corpo. O substrato neural que contribui para a descrição estrutural do corpo é o córtex occipito-temporal lateral (Berlucchi & Algioti, 1997).

A imagem corporal envolve as informações semântico-lexicais sobre o corpo humano: o nome das partes do corpo, as associações entre partes do corpo e artefatos, bem como as funções das diferentes partes do corpo (Buxbaum & Coslett, 2001; Coslett et al., 2002). Buxbaum e Coslett (2001) notaram que G.L., um paciente com autotopagnosia, realizou perfeitamente uma tarefa de apontar em si as partes do corpo associadas a objetos (por exemplo: foi apresentada uma imagem de um sapato e G.L. foi solicitado a apontar a parte do seu corpo que mais se associava ao objeto). Isso sugere que o conhecimento semântico das partes do corpo estava preservado. De acordo com a revisão feita por Berlucchi e Aglioti (1997), o substrato neural da imagem corporal é dado pela ínsula anterior.

Com o objetivo de demonstrar uma tripla dissociação entre as três representações corporais supracitadas em pacientes neurológicos, Schwoebel e Coslett (2005) testaram pacientes que sofreram acidente vascular cerebral em tarefas específicas para cada tipo de representação (esquema corporal: imagética, lateralidade das mãos; descrição estrutural do corpo: localização; imagem corporal: associação funcional e

nomeação). Os resultados mostraram dissociação entre os três níveis. Baseados em dados comportamentais e neurológicos, os autores concluíram que o conhecimento sobre as partes do corpo constituem representações funcionalmente dissociáveis. No entanto, apesar de dissociáveis, algumas evidências sugerem que os componentes do sistema de representação do corpo podem interagir uns com os outros durante seu desenvolvimento (Dijkerman & De Haan, 2007; Sirigu et al., 1991).

A origem das representações corporais é sustentada por duas teorias. As teorias *bottom-up* pressupõem que as representações do corpo se originam de atividades sensório-motoras, ou seja, a partir de padrões de atividade captados e armazenados no cérebro. A teoria alternativa, *top-down*, pressupõe que existe um *blueprint* genético para a representação do corpo, o qual pode ser, ao menos parcialmente, inato. Em seu estudo, Bläsing, Schack e Brugger (2010) investigaram as representações das partes do corpo em dois indivíduos com amelia dos membros superiores (um deles com sensações fantasmas do membro ausente), um grupo de paraplégicos praticantes de esportes paraolímpicos, e dois grupos de participantes com os membros intactos (um praticante de esportes, e outro não). Foi aplicada uma tarefa de associação das partes do corpo e funções em todos os grupos participantes. Os resultados obtidos através de uma análise de *cluster* revelaram agrupamentos distintos para os membros superiores, dedos, membros inferiores e cabeça para os dois grupos. O participante com sensações fantasmas mostrou claramente uma distinção entre membros superiores e membros inferiores (mas não entre mãos e dedos). Já o participante sem sensações fantasmas dos membros ausentes não apresentou o mesmo padrão de modularidade, mas sim uma organização distinta, refletindo uma adaptação funcional à sua condição [por exemplo, o uso dos pés em tarefas relacionadas à comunicação (escrita) e alimentação (Bläsing et al., 2010)]. Os resultados deste estudo são compatíveis com os dois modelos, no qual são observadas influências *top-down* na organização categorial (no caso do participante com sensações fantasmas, que permaneceu com as representações inatas), bem como influências da experiência sensório-motora (influências *bottom-up* apresentadas pelo participante sem sensações fantasma).

De acordo com a revisão sobre as teorias clássicas do desenvolvimento (p. ex. as teorias desenvolvidas por Baldwin, Vygotsky e Piaget) elaborada por Müller, Sokol e Overton (1998) e com estudos que exploraram os três níveis de conhecimento do corpo humano [sensório-motor, visuoespacial e semântico-lexical (Assaiante, Barlaam, Cignetti & Vaugoyeau, 2014; Dijkerman & De Haan, 2007; Slaughter et al., 2004)], é sugerido que cada nível de representação corporal seja adquirido em diferentes fases do desenvolvimento.

Analisados em conjunto, os resultados dos estudos que investigam o desenvolvimento de cada um dos níveis das representações do corpo (Bahrick & Watson, 1985; Camões-Costa; Erjavec & Home, 2011; Rochat & Morgan, 1995; Slaughter, Heron & Sim, 2002; Slaughter, Heron-Delaney, & Christie, 2012; Witt, Cermak & Coster, 1990) apontam uma influência do esquema corporal para o desenvolvimento da descrição estrutural do corpo e, conseqüentemente, da imagem corporal em crianças com o desenvolvimento típico (DT). Corroborando tal hipótese, Auclair e Jambaqué (2014) viram que a representação visuoespacial do corpo influencia o processo de aquisição do conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo.

O interesse pelo estudo das representações do corpo vem crescendo. No entanto, em contraste com a literatura sobre os déficits representacionais em adultos, pouco se sabe sobre como (e se) as representações do corpo interagem entre si durante o desenvolvimento. Uma forma de compreender melhor o impacto do funcionamento sensório-motor sobre as demais representações corporais seria avaliar o desenvolvimento da representação corporal em crianças com alterações do desenvolvimento, como na paralisia cerebral. Poucos estudos buscaram investigar os déficits representacionais em crianças com atraso do desenvolvimento (Christie & Slaughter, 2009; Simons & Dedroog, 2009; Simons, Leitschuh, Raymaekers & Vandenbussche, 2011).

A partir da identificação desta lacuna na literatura, foi realizada uma pesquisa para investigar a interação entre as representações corporais ao longo do desenvolvimento

infantil através de análises obtidas pela teoria dos grafos. Para isso foram realizados dois estudos: um buscou explorar o desenvolvimento da imagem corporal em crianças com desenvolvimento típico e, o outro, investigou se déficits sensório-motores, ocasionados por uma lesão no cérebro imaturo, podem influenciar o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo. Acredita-se que os dados levantados possam contribuir para a compreensão do desenvolvimento do conhecimento do corpo durante a infância, especialmente com relação à interação dos níveis representacionais durante o desenvolvimento.

### **1.1. Estrutura da dissertação**

Seguindo as recomendações do Programa de Pós-graduação em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), esta dissertação será apresentada em formato de artigos científicos:

**Estudo 1:** “*Módulos em interação: Desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo em crianças com desenvolvimento típico*”. Este trabalho consiste em um estudo transversal de caráter exploratório que buscou investigar o desenvolvimento da imagem corporal em crianças com desenvolvimento típico.

**Estudo 2:** “*Análise dos grafos da imagem corporal em crianças com paralisia cerebral hemiplégica e controles com desenvolvimento típico: influências sensório-motoras sobre o conhecimento semântico-lexical*” é um estudo que investigou se déficits sensório-motores, ocasionados por uma lesão no cérebro imaturo, podem influenciar o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo.

### **1.2. Referências**

Assaiante, C., Barlaam, F., Cignetti, F., & Vaugoyeau, M. (2014). Body schema building during childhood and adolescence: a neurosensory approach. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44(1), 3-12.

- Auclair, L., & Jambaqué, I. (2014). Lexical-semantic body knowledge in 5-to 11-year-old children: How spatial body representation influences body semantics. *Child Neuropsychology*, 21(4), 451-464.
- Bahrack, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive–visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental Psychology*, 21(6), 963.
- Berlucchi, G., & Aglioti, S. M. (2010). The body in the brain revisited. *Experimental brain research*, 200(1), 25-35.
- Berlucchi, G., & Aglioti, S. M. (1997). The body in the brain: neural bases of corporeal awareness. *Trends Neuroscience*, 20, 560-564. PII: S0166-2236(97)01136-3
- Bläsing, B., Schack, T., & Brugger, P. (2010). The functional architecture of the human body: Assessing body representation by sorting body parts and activities. *Experimental Brain Research*, 203(1), 119-129.
- Buxbaum, L. J., & Coslett, H. B. (2001). Specialised structural descriptions for human body parts: Evidence from autotopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 18(4), 289-306.
- Buxbaum, L. J., Giovannetti, T., & Libon, D. (2000). The role of the dynamic body schema in praxis: Evidence from primary progressive apraxia. *Brain and cognition*, 44(2), 166-191.
- Camões-Costa, V., Erjavec, M., & Horne, P. J. (2011). Comprehension and production of body part labels in 2-to 3-year-old children. *British Journal of Developmental Psychology*, 29(3), 552-571.

- Christie, T., & Slaughter, V. (2009). Exploring links between sensorimotor and visuospatial body representations in infancy. *Developmental neuropsychology*, 34(4), 448-460.
- Corradi-Dell'Acqua, C., & Rumiati, R. I. (2007). What the brain knows about the body: evidence for dissociable representations. *Brain development in learning environments: embodied and perceptual advancements*. Cambridge Scholar Publishing, Newcastle, 50-64.
- Coslett, H. B. (2013). Body Representations: Updating a Classic Concept. *The Roots of Cognitive Neuroscience: Behavioral Neurology and Neuropsychology*, 221.
- Coslett, H. B., Saffran, E. M., & Schwoebel, J. (2002). Knowledge of the human body A distinct semantic domain. *Neurology*, 59(3), 357-363.
- Dijkerman, H. C., & De Haan, E. H. (2007). Somatosensory processes subserving perception and action. *Behavioral and brain sciences*, 30(02), 189-239.
- Giummarra, M. J., Gibson, S. J., Georgiou-Karistianis, N., & Bradshaw, J. L. (2007). Central mechanisms in phantom limb perception: the past, present and future. *Brain research reviews*, 54(1), 219-232.
- Goldenberg, G. (2002). Body perception disorders. In: RAMACHANDRAN, V. S. *Encyclopedia of the human brain*, 1, 443-458.
- Haggard, P., & Wolpert, D. M. (2005). Disorders of body scheme. In *In Freund, HJ, Jeannerod, M., Hallett, M., Leiguarda R.,(Eds.), Higher-Order Motor Disorders*.
- Jeannerod, M. (2006). How do we perceive and understand the actions of others. In *Motor cognition: What actions tell the self* (Vol. 42). Oxford University Press.

- Morita, T., Slaughter, V., Katayama, N., Kitazaki, M., Kakigi, R., & Itakura, S. (2012). Infant and adult perceptions of possible and impossible body movements: An eye-tracking study. *Journal of experimental child psychology, 113*(3), 401-414.
- Müller, U., Sokol, B., & Overton, W. (1998). Reframing a constructivist model of the development of mental representations: The role of higher-order operations. *Developmental Review, 18*, 155–201.
- Murata, A., & Ishida, H. (2007). Representation of bodily self in the multimodal parieto-premotor network. In: S. Funahashi (Ed.), *Representation and brain* (pp. 151-176). Tokyo: Springer.
- Rochat, P., & Morgan, R. (1995). Spatial determinants in the perception of self-produced leg movements in 3-to 5-month-old infants. *Developmental Psychology, 31*(4), 626.
- Schwoebel, J., & Coslett, H. B. (2005). Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *Journal of cognitive neuroscience, 17*(4), 543-553.
- Simons, J., & Dedroog, I. (2009). Body awareness in children with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities, 30*, 1343-1353. doi: 10.1016/j.ridd.2009.06.001
- Simons, J., Leitschuh, C., Raymaekers, A., & Vandenbussche, I. (2011). Body awareness in preschool children with psychiatric disorder. *Research in Developmental Disabilities, 32*, 1623-1630. doi: 10.1016/j.ridd.2011.02.011
- Sirigu, A., Grafman, J., Bressler, K., & Sunderland, T. (1991). Multiple representations contribute to body knowledge processing: evidence from a case of autotopagnosia. *Brain, 114*, 629-642.

Slaughter, V., Heron, M., Jenkins, L., Tilse, E., Müller, U., & Liebermann, D. (2004). Origins and early development of human body knowledge. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, i-113.

Slaughter, V., Heron-Delaney, M., & Christie, T. (2012). Developing expertise in human body perception. In V. Slaughter, & C. Brownell (Eds.), *Early development of body representations* (pp. 81–100). Cambridge: Cambridge University Press.

Slaughter, V., Heron, M., & Sim, S. (2002). Development of preferences for the human body shape in infancy. *Cognition*, 85(3), B71-B81.

Witt, A., Cermak, S., & Coster, W. (1990). Body part identification in 1-to 2-year-old children. *American Journal of Occupational Therapy*, 44(2), 147-153.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Verificar se as experiências sensório-motoras influenciam o conhecimento semântico-lexical sobre o corpo ao longo do desenvolvimento infantil através de análises obtidas pela teoria dos grafos.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- a) Investigar se a teoria dos grafos pode diferenciar grupos de crianças com desenvolvimento típico em diferentes faixas etárias em uma tarefa de fluência verbal;
- b) Investigar se a teoria dos grafos pode diferenciar grupos de crianças com desenvolvimento típico e crianças com paralisia cerebral hemiplégica, na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo);
- c) Explorar o desenvolvimento da imagem corporal em crianças com desenvolvimento típico;
- d) Investigar se crianças com desenvolvimento típico e crianças com paralisia cerebral hemiplégica apresentam diferentes perfis de conhecimento semântico-lexical;
- e) Averiguar se os prováveis déficits no conhecimento semântico-lexical, presentes na paralisia cerebral hemiplégica, podem ser moderados pelas alterações sensório-motoras, resultando em um perfil representacional da imagem corporal distinto do perfil apresentado por crianças com desenvolvimento típico.

### 3. ESTUDO 1

#### **Módulos em interação: Desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo em crianças com desenvolvimento típico**

*Interaction modules: Development of lexical-semantic body parts knowledge in children with typical development*

Thalita Karla Flores Cruz<sup>1</sup>

Deisiane Oliveira Souto<sup>1</sup>

Annelise Júlio-Costa<sup>1,2</sup>

Patrícia Lemos Bueno Fontes<sup>3</sup>

Vitor Geraldi Haase<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Programa de Pós-graduação em Neurociências – Universidade Federal de Minas Gerais*

<sup>2</sup>*Departamento de Psicologia, FAFICH – Universidade Federal de Minas Gerais*

<sup>3</sup>*Departamento de Fisioterapia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*

## RESUMO

A literatura encontrada permite sugerir que as representações sensório-motoras influenciam o conhecimento semântico-lexical das partes do corpo. Entretanto, dados sobre essa relação ao longo do desenvolvimento infantil são escassos, já que a maioria das pesquisas se interessou em investigar apenas crianças na primeira infância. Diante disso, o principal objetivo do presente estudo foi investigar o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo em crianças de 4 a 12 anos através da teoria dos grafos. O conhecimento verbal das partes do corpo foi mensurado através da tarefa de fluência verbal semântica, categoria partes do corpo. Também foram avaliadas as categorias animais e alimentos, como controles. A sequência de palavras produzidas na tarefa de fluência verbal foi representada como um gráfico das redes semânticas, através do software *SpeechGraphs*. Foi realizada a análise de variância através do Modelo Linear Geral. Para verificar as palavras mais citadas, foram analisados os núcleos das redes semânticas para cada um dos grupos etários. Os grupos diferiram significativamente com relação aos parâmetros gráficos. Como esperado, quanto mais velhas as crianças, maiores eram os valores para as palavras corretas e repetidas, número de nós, arestas, diâmetro e menor era a densidade (já que com o aumento do número de palavras há o aumento das conexões possíveis). A comparação dos gráficos revelou um núcleo central comum para todas as faixas etárias. Verificou-se a possibilidade de realizar agrupamentos por núcleos entre os termos citados de acordo com as categorias semânticas para cada faixa-etária. Para as categorias animais e alimentos não foi possível observar diferenças entre os agrupamentos dos núcleos de cada idade. Já na categoria partes do corpo foi possível agrupar os termos. Foi visto que são aprendidos primeiramente os nomes para estruturas da cabeça e face, mãos, pés, pernas e braços (4-6 anos); seguidos pelos nomes das articulações (7-9 anos) e; posteriormente, os termos específicos que se referem às partes do corpo (braço e antebraço, por exemplo) e os órgãos internos do corpo (10-12 anos). Os resultados encontrados reforçam a hipótese de que as experiências sensório-motoras influenciam no conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo ao longo do desenvolvimento infantil.

**Palavras-chave:** Imagem corporal; experiência sensório-motora; desenvolvimento infantil.

## **ABSTRACT**

*The research founded allow us to suggest that the sensory-motor representations influences the semantic-lexical knowledge of the body parts. However, data about this relation over the child development are scarce, since most of the research was interested to investigate only kids in the first childhood. In front of that, the main goal of this study was to investigate the semantic-lexical knowledge development of the body parts in children aged 4 -to- 12 years old through graph theory. The verbal body knowledge was measured by the semantic fluency verbal task, category body parts. The animals and foods category was evaluated too, as controls. The sequency of words produced at the verbal task was represented as a semantic network graph using the software SpeechGraphs. We performed the variance analysis by General Linear Model. To verify the most cited words, the nuclei of semantic networks was analysed for each aged group. The groups differed significantly with respect to the graph parameters. As expected, as older were the children, higher were the values for the correct and repeated words, number of nodes, edges, diameter and smallest was the density (as the number of words increased was increase potential connections). The comparison of graphs revealed a common core for all age groups. We tried to realize some clusters of nuclei above terms according to semantic categories for each age group. For animals and food categories was not possible to observe differences between the groups of nuclei of every age. In the category body parts it was possible to group the terms. It has been seen that are first learned the names for structures of the head and face, hands, feet, legs and arms (4-6 years); followed by the names of the joints (7-9 years); subsequently, the specific terms that refer to parts of the body (arm and forearm, for example) and the internal body organs (10-12 years). The results reinforce the hypothesis that sensory-motor experiences influence the lexical-semantic knowledge about the body parts along the child development.*

**Key-words:** *body image; sensorimotor experience; infant development.*

### 3.1. Introdução

Nossa experiência do mundo e a capacidade de agirmos sobre ele são orientadas através do corpo. A cognição humana é “corporificada” no sentido de que as experiências que produzem nosso conhecimento são moduladas pelas funções sensório-motoras que o corpo possui (Thelen, 1995; Thelen, 2000; Wilson, 2002). O reconhecimento do próprio corpo é um processo fundamental para a ação, mas o corpo não é apenas um objeto reconhecível em si mesmo (Jeannerod, 2006; Slaughter et al., 2004). A consciência corporal serve também como um veículo para transmitir informações sobre outros indivíduos, tais como emoção, reconhecimento de características que se relacionam com a personalidade (como a postura, por exemplo), e aspectos de identidade individual (como sexo e idade).

O conceito de consciência corporal refere-se à percepção, ao conhecimento e à avaliação do próprio corpo, bem como do corpo de outras pessoas (Berlucchi & Aglioti, 2010). O sistema nervoso central emprega diferentes canais sensoriais e diferentes representações centrais para cada um desses aspectos (Berlucchi & Aglioti, 2010; Goldenberg, 2002). Portanto, os mecanismos para a representação corporal são diferentes, não existindo um “mapa único” que represente o corpo (Goldenberg, 2002). Diversos estudos sugerem que o processo de reconhecimento corporal é dividido em três níveis distintos de representação do corpo (Buxbaum & Coslett, 2001; Buxbaum, Giovannetti & Libon, 2000; Corradi-Dell’Acqua & Rumiati, 2007; Coslett, 2013; Coslett, Saffran & Schwoebel, 2002; Schwoebel & Coslett, 2005).

O primeiro nível, denominado esquema corporal é caracterizado por uma atualização continua com o movimento e adaptação a mudanças nas propriedades do corpo que se articula com os sistemas motores no controle da ação, fornecendo uma representação “*on-line*” das propriedades do corpo no espaço (Coslett et al., 2002; Haggard & Wolpert, 2005). O segundo nível, nomeado descrição estrutural do corpo, se refere à representação topográfica do corpo, fornecendo informações sobre a forma e os contornos da superfície do corpo humano, bem como a relação de proximidade entre as

diferentes partes do corpo (Coslett et al., 2002). Em contraste com o esquema corporal, que parece ser derivado de várias entradas sensoriais e motoras, a descrição estrutural do corpo é postulada como derivada principalmente da entrada visual (Buxbaum & Coslett, 2001). O terceiro nível, chamado imagem corporal, inclui a informação semântico-lexical sobre o corpo humano, como os nomes das partes do corpo, as associações entre partes do corpo e artefatos e a função de diferentes partes do corpo (Buxbaum & Coslett, 2001; Coslett et al., 2002). Diversas linhas são consistentes com a existência dessas múltiplas e distintas representações corporais (Buxbaum & Coslett, 2001; Coslett et al., 2002; Head & Holmes, 1911–1912; Sirigu, Grafman, Bressler & Sunderland, 1991). Porém, apesar de distintos, os componentes do sistema de representação do corpo interagem uns com os outros, havendo certa interdependência entre o desenvolvimento das diferentes representações (Dijkerman & De Haan, 2007; Sirigu et al., 1991).

De acordo com a revisão sobre as teorias clássicas do desenvolvimento (p. ex. as teorias de Baldwin, Vygotsky e Piaget) elaborada por Müller, Sokol e Overton (1998), as estruturas de conhecimento se desenvolvem progressivamente através de uma série de níveis, iniciando pelos esquemas sensório-motores da ação, para as representações mentais, até as representações simbólicas (para revisão, vide Müller et al., 1998; Slaughter et al., 2004). Através deste contexto e dos estudos que evidenciam os três níveis conhecimento do corpo humano em adultos (sensório-motor, visuoespacial, semântico-lexical), é sugerido que cada nível de representação corporal seja adquirido em diferentes fases do desenvolvimento (Assaiante, Barlaam, Cignetti & Vaugoyeau, 2014; Dijkerman & De Haan, 2007; Slaughter et al., 2004).

Os estudos que abordam o desenvolvimento do esquema corporal examinam o conhecimento do corpo oferecendo oportunidades de correspondência cinético-visual. Por exemplo, crianças aos quatro meses de idade olham e sorriem mais ao assistirem vídeos de outros bebês do que vídeos de si próprios (para revisão, vide Smolak, 2011). Crianças aos cinco meses de idade são capazes de discriminar entre os movimentos de suas próprias pernas exibidos no espelho e os movimentos realizados por outras

crianças (Bahrck & Watson, 1985). No estudo realizado por Rochat e Morgan (1995) eram apresentadas às crianças vídeos (em tempo real) dos movimentos das suas pernas nas perspectivas de primeira e terceira pessoa. As crianças de 3 a 5 meses de idade apresentaram uma tendência a olhar por mais tempo para os vídeos na perspectiva de terceira pessoa, provavelmente por ser uma imagem visualmente incongruente com a percepção proprioceptiva (Rochat & Morgan, 1995). Estes padrões observados demonstram uma capacidade, não apenas para coordenar informações visuais e comportamento motor, como também de integração das informações sensório-motoras de forma coerente, a fim de comparar imagens de si próprio e do outro.

Tais resultados corroboram o estudo de revisão de Rochat (2010), que sugere que as crianças manifestam o sentimento e a experiência de si a partir dos dois meses de idade. Aos 12 meses elas são capazes de usar a experiência do próprio corpo para perceber e interpretar movimentos (Morita et al., 2012), porém, é apenas aos 21 meses de idade que as crianças começam a reconhecer, ou identificar-se como autores de suas próprias ações (Rochat, 2010). As noções sensório-motoras eficientes do próprio corpo, que permanecem ao longo da vida, são expressas aos três anos de idade (Rochat, 2010).

Com relação ao desenvolvimento da descrição estrutural do corpo, evidências sugerem que o conhecimento visuoespacial do corpo humano se inicia ao longo do primeiro ano de vida. Em seus experimentos, Slaughter e colaboradores (2002; 2012) viram que crianças com 18 meses de idade distinguem imagens de corpos abstratos (braços conectados à cintura pélvica e pernas que eram continuidade das orelhas, por exemplo) comparados a corpos típicos (Slaughter, Heron & Sim, 2002; Slaughter, Heron-Delaney, & Christie, 2012). Witt, Cermak e Coster (1990) realizaram um estudo sobre o desenvolvimento da identificação das partes do corpo em crianças de 11 a 25 meses de idade, em que os participantes eram solicitados a apontar vinte diferentes partes do corpo em uma boneca. Os resultados mostraram que apenas a minoria das crianças com 12 meses foi capaz de localizar de forma correta algumas partes do corpo, e essas partes foram estruturas localizadas na face. Para as crianças com 15 meses de idade,

além das estruturas da face, as primeiras partes do corpo localizadas de forma correta foram os braços, mãos, dedos das mãos, pernas, pés e barriga. A capacidade de localizar as demais partes do corpo aumentou com o desenvolvimento. Apenas aos 24 meses as crianças foram capazes de localizar as articulações e estruturas menos proeminentes (p. ex., pescoço), porém nesta idade o desempenho para a localização das partes do corpo permaneceu melhor para as estruturas localizadas na face (Witt et al., 1990).

Os conhecimentos semântico e lexical do corpo emergem ao segundo ano de vida (Slaughter et al., 2004) e seu desenvolvimento também vem sendo estudado (Auclair & Jambaqué; 2014; Camões-Costa; Erjavec & Home, 2011). Camões-Costa e colaboradores (2011) solicitaram que crianças entre 2 anos a 3 anos e 6 meses de idade nomeassem partes do corpo apontadas pelos examinadores. As crianças mais novas não eram capazes de nomear a maioria das partes do corpo apontadas. As partes do corpo nomeadas corretamente apresentaram correlação com a representação sensorial do homúnculo de Penfield (Penfield & Boldrey, 1937). Além disso, as crianças nomearam as partes do corpo situadas na face com a mesma acurácia que braço, mão, perna e pés. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a acurácia das partes localizadas na face e as estruturas do tronco e articulações (Camões-Costa et al., 2011).

Em seu estudo, Auclair e Jambaqué (2014) buscaram investigar a influência do conhecimento visuo-espacial sobre o conhecimento semântico-lexical das partes do corpo em crianças entre 5 a 10 anos de idade, divididas em cinco grupos etários. Para isso, as crianças deveriam nomear figuras das partes do corpo humano apresentadas pelos examinadores. Todas as crianças apresentaram maior acurácia ao nomear as partes do corpo situadas na face e partes do corpo relacionadas à ação comparativamente às outras partes do corpo. Foi verificado que a representação visuoespacial do corpo influenciou o processo semântico-lexical, sendo que essa influência não se limitou ao grupo de crianças mais novas (Auclair & Jambaqué, 2014).

Crowe e Prescott (2003) conduziram um estudo com 155 crianças, com idade entre cinco e dez anos, utilizando a metodologia de evocação livre das partes do corpo. Através da análise de *clusters*, os autores encontraram que as partes do corpo são organizadas de forma topológica (ou seja, são organizadas de acordo com a sua proximidade estrutural) e, em crianças mais velhas, a organização é dada também de forma funcional (Crowe & Prescott, 2003).

Os resultados dos estudos supracitados permitem sugerir a influência do esquema corporal, para o desenvolvimento da descrição estrutural do corpo e, conseqüentemente, da imagem corporal. Os dados encontrados apontam para as hipóteses de que (1) as partes do corpo que recebem mais estímulos sensoriais desde os primeiros dias de vida (como a boca, os olhos, o nariz e a orelha) e que exploram o ambiente (como braços, mãos, pernas e pés) são aprendidas primeiro; (2) com a posterior aquisição de mobilidade pelas crianças (proporcionando maior experiência tátil, cinestésica, proprioceptiva e vestibular) há o favorecimento da aprendizagem semântico-lexical das articulações; e que (3) as informações visuoespaciais também influenciam a aquisição do conhecimento semântico-lexical do corpo, assim, a aprendizagem das estruturas dorsais e órgãos internos ocorreria mais tardiamente durante o desenvolvimento infantil.

Entretanto, dados sobre essa relação ao longo do desenvolvimento infantil são escassos, já que a maioria dos estudos encontrados se interessou em investigar apenas crianças na primeira infância. Diante disso, o principal objetivo do presente estudo foi investigar o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo em crianças de 4 a 12 anos através da teoria dos grafos.

### **3.1.1. Teoria dos Grafos**

Formalmente, um grafo é a representação matemática utilizada para analisar as relações entre itens, sendo essa representação expressa na forma de uma rede (no caso, uma rede semântica) composta por um conjunto de itens, chamados nós, e ligações

entre estes itens, chamadas arestas (Albert & Barabási, 2002; Bertola et al., 2014; Lerner, Ogrocki & Thomas, 2009; Mota et al., 2012). Ou seja, os grafos são geralmente representados como um conjunto de pontos, cada um correspondendo a um nó, sendo que, se dois desses pontos apresentarem uma relação entre si, são unidos por uma linha, denominada aresta.

A estrutura gráfica representa as associações entre os elementos e vem sendo usada para auxiliar a compreensão de sistemas complexos em diferentes áreas do conhecimento, tais como: (1) redes mundiais de computadores; (2) redes de internet; (3) redes de colaboração científica; (4) redes de interação celular em organismos vivos; (5) redes ecológicas, ou integração entre espécies; (6) redes neurais; e (7) redes linguísticas (para revisão, vide Albert & Barabási, 2002 e Bullmore & Sporns, 2009).

Na última década, foi sugerido que a teoria dos grafos também representaria um método para analisar tarefas psicolinguísticas em populações saudáveis e clínicas (Becker, Carvalho-Rodrigues, Villavicencio & Salles, 2014; Bertola et al., 2014; Lerner et al., 2009; Mota et al., 2012; Zortea, Mengola Villavicencio & Salles, 2014). Embora esta seja uma forma promissora para a compreensão de aspectos neuropsicológicos, este é o primeiro estudo a utilizar dessa teoria para investigar as representações semântico-lexicais em crianças.

## **3.2. Métodos**

### **3.2.1. Participantes**

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A participação no estudo estava vinculada à autorização verbal das crianças e à assinatura dos responsáveis no termo de consentimento. Duzentas e cinquenta e uma crianças, com idade entre 4 a 12 anos, foram recrutadas em escolas públicas e particulares de Belo Horizonte e região metropolitana (Minas Gerais, Brasil). Todos os participantes apresentavam desenvolvimento típico, sem atrasos no desenvolvimento motor e linguístico de acordo com o relato dos pais e/ou responsáveis. Após avaliação,

trinta e quatro crianças com percentil menor do que 15 na tarefa de inteligência (Matrizes Coloridas Progressivas de Raven - Angelini, Alves, Custódio, Duarte & Duarte, 1999) e 13 crianças que obtiveram escores com variação de 3 desvios-padrão (casos extremos) na tarefa de fluência verbal foram excluídas das análises. Assim, a amostra final foi composta por 204 indivíduos [idade média = 103 ( $\pm 31,5$ ) meses; 56.4% sexo feminino].

A fim de verificar a influência do desenvolvimento dos processos sensório-motores no conhecimento semântico-lexical das partes do corpo, as crianças foram divididas em três grupos etários da seguinte forma: 4-6 anos de idade (n=69); 7-9 anos de idade (n=59); 10-12 anos de idade (n=76). Os três grupos foram pareados por sexo e inteligência ( $p > 0.05$ ). Os dados descritivos da amostra são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Dados descritivos da amostra.

	4-6 anos		7-9 anos		10-12 anos		$\chi^2$	Df	p	W
Sexo - n (%)										
Masculino	29	14.2	30	14.7	30	14.7	1.86	2	>0.05	0.09
Feminino	40	19.6	29	14.2	46	22.5				
	Média	Dp	Média	dp	Média	dp	F	Df	p	$\eta^2$
Idade (meses)	64.90	8.77	106.78	12.30	134.67	9.66	735.00	2;201	<0.01	0.88
Raven (Escore z)	0.51	0.87	0.44	0.83	0.26	0.76	1.77	2;201	>0.05	0.02

### 3.2.2. Instrumentos

#### 3.2.2.1. Matrizes Coloridas Progressivas de Raven

A inteligência geral foi avaliada através do teste psicológico Matrizes Coloridas Progressivas de Raven validado para a população brasileira (Angelini et al., 1999). As crianças com inteligência geral abaixo do percentil 15 não foram incluídas na amostra.

### **3.2.2.2. Tarefa Fluência Verbal Semântica**

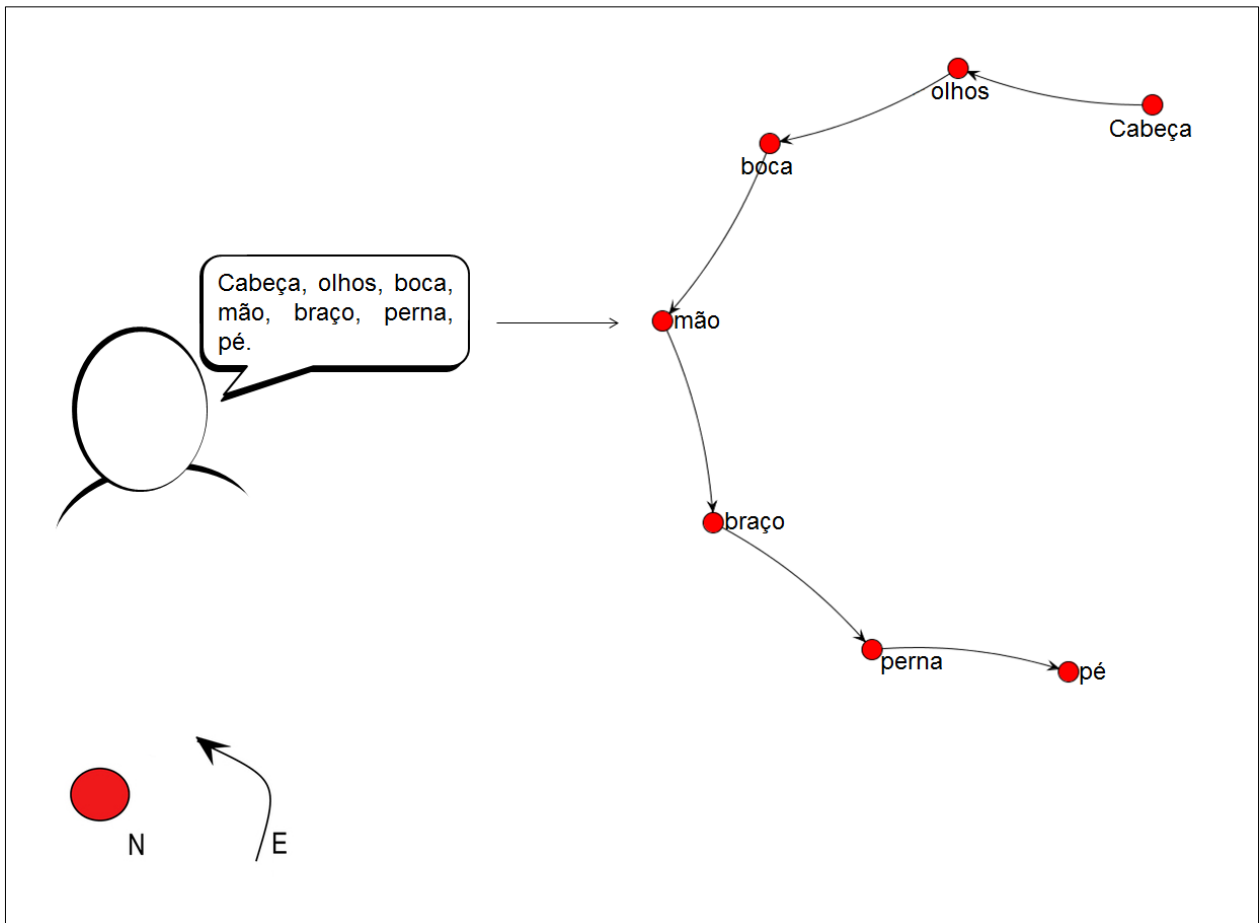
A tarefa de Fluência Verbal Semântica (Strauss, Sherman & Spreen, 2006) avalia a produção espontânea de palavras sob condições restritas de busca. O objetivo era que a criança produzisse, o mais rápido possível, durante 60 segundos, o maior número de exemplos de uma categoria semântica. As categorias semânticas utilizadas foram: animais, alimentos e partes do corpo. Todas as palavras foram registradas: o total de palavras, o total de palavras corretas, o total de repetições e o total de erros produzidos por cada participante. Para as análises do presente estudo, foram consideradas apenas as palavras corretas e repetidas. As crianças que obtiveram escores com variação de 3 desvios-padrão na média da tarefa, foram consideradas casos extremos e excluídas das análises.

### **3.2.3. Procedimentos**

A coleta dos dados ocorreu nas escolas dos participantes. Foram aplicados o teste de inteligência (Matrizes Coloridas Progressivas de Raven – Angelini et al., 1999) e a tarefa de fluência verbal semântica para as categorias de: animais, alimentos e partes do corpo. As categorias animais e alimentos foram aplicadas com o objetivo de servir como controle às análises gráficas da categoria partes do corpo.

### **3.2.4. Análises gráficas**

A sequência de palavras produzida na tarefa de fluência verbal semântica foi representada como um grafo individual, usando o *software SpeechGraphs* (Mota et al., 2012). As sequências formadas consistem em palavras relacionadas entre si, chamadas “nós”, e ligadas por “arestas”, que representam uma relação direta (*links*) entre os nós (Figura 1).



**Figura 1** – Exemplo da representação da sequência de palavras produzidas através da teoria dos grafos.

Assim, foram calculadas, além da soma de palavras corretas e repetições (CWR, *correct words and repetitions*) obtida na tarefa de fluência verbal, seis atributos do *SpeechGraphs* (ASG): número de nós (N, *nodes*); arestas (E, *edges*); densidade (D, *density*); diâmetro (DI, *diameter*) e a média do menor caminho entre os pares de nós (ASP, *average shortest path*). A descrição destes atributos encontra-se no Quadro 1. Era esperado que os indivíduos produzissem grafos com arestas = N-1, de baixa densidade (quanto maior o vocabulário, maior é o número de conexões possíveis) e com grandes distâncias. Assim, quanto mais velhas as crianças, maior deveria ser o número de nós e arestas, as redes deveriam ser menos densas, e o diâmetro e a média do caminho mais curto deveriam aumentar.

Quadro 1 – Descrição dos atributos do *SpeechGraphs*.

Atributos do SpeechGraphs (ASG)
<b>Nós (<i>nodes</i> – N):</b> Número de nós.
<b>Arestas (<i>edges</i> – E):</b> Número de arestas.
<b>Densidade (D):</b> Número de arestas dividido pelo número de arestas possíveis [ $D = 2 \cdot E / N \cdot (N - 1)$ ].
<b>Diâmetro (DI):</b> Distância máxima entre os pares de nós.
<b>Média do menor caminho (<i>average shortest path</i> – ASP):</b> Comprimento médio do trajeto mais curto entre pares de nós mais distantes em uma rede.

Posteriormente, para explorar a hipótese de que os processos sensório-motores exercem influência sobre a aquisição do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo, foram criados grafos por grupos, formando redes semânticas para cada categoria pesquisada. A partir das redes formadas, foram investigadas as palavras que compunham os núcleos das redes para cada uma das categorias semânticas avaliadas. A adoção dos núcleos das redes semânticas se deve ao fato de que os itens típicos de uma categoria são aqueles produzidos com maior frequência. As palavras encontradas foram analisadas de forma qualitativa.

### 3.2.5. Análises estatísticas

Uma vez que os grupos demonstraram ser comparáveis em relação ao sexo e inteligência, foi realizada a comparação dos parâmetros obtidos nos grafos formados na tarefa de fluência verbal entre os três grupos etários através da análise de variância pelo Modelo Linear Geral. Valores de  $p$  menores que 0.05 foram considerados como significativos. Uma análise *post-hoc* dos efeitos principais foi realizada utilizando o teste de *Bonferroni*.

## 3.3. Resultados

Os resultados da análise de variância (calculada para investigar diferenças significativas entre os três grupos etários com relação aos parâmetros dos grafos produzidos através da fluência verbal) serão descritos primeiramente, seguidos pela análise qualitativa dos núcleos das redes semânticas de cada uma das categorias.

### 3.3.1. Parâmetros dos grafos

A análise das três categorias semânticas revelou diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre os três grupos em cada um dos parâmetros estudados, no entanto, não houve diferença estatisticamente significativa para o número de palavras repetidas entre os grupos. Os resultados das comparações entre os grupos etários com relação à fluência verbal e aos atributos do *Speech Graphs* estão descritos nas Tabelas 2, 3 e 4. As Figuras 2, 3 e 4 mostram as diferenças entre os grupos.

Para a categoria animais, a comparação entre as variáveis demonstrou diferenças entre os grupos etários com relação ao número de palavras citadas (palavras repetidas e corretas), maior número de nós, redes de menor densidade, mas com maior diâmetro e maior média do caminho mais curto, quando comparadas às crianças mais novas (Tabela 2). A faixa-etária de 10-12 anos produziu grafos menos densos com maior número de nós e maiores diâmetros e ASP quando comparada às crianças entre 4-6 anos. As crianças com idade entre 7-9 anos apresentaram parâmetros intermediários. Tais diferenças foram estatisticamente significativas, exceto para a densidade da rede apresentada pelas crianças com 7-9 e 10-12 anos de idade (Figura 2).

**Tabela 2** – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria animais) e ASG.

	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	F	df	p	$\eta^2$
	Média (dp)						
<b>CWR</b>	10.15 (3.58)	13.55 (3.78)	15.96 (3.97)	42.473	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.297
<b>N</b>	9.39 (3.53)	12.83 (3.32)	15.58 (3.57)	56.836	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.361
<b>E</b>	9.06 (3.67)	12.37 (3.42)	15.11 (3.63)	51.340	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.338
<b>D</b>	0.27 (0.14)	0.17 (0.05)	0.14 (0.03)	42.255	2;201	<0.001 <sup>b</sup>	0.296
<b>DI</b>	6.93 (3.50)	10.34 (3.76)	12.91 (4.69)	39.287	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.281
<b>ASP</b>	3.04 (1.13)	4.20 (1.23)	5.07 (1.45)	44.758	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.308

*CRW*, palavras corretas e repetidas (*correct words and repetitions*); *N*, nós; *E*, arestas (*edges*); *D*, densidade; *DI*, diâmetro; *ASP*, média do caminho mais curto (*average shortest path*). *Post-hoc*: <sup>a</sup>4-6 anos < 7-9 anos < 10-12 anos; <sup>b</sup>4-6 anos > 7-9 anos = 10-12 anos.

Na categoria alimentos, a comparação entre as variáveis demonstrou diferenças entre os grupos etários com relação ao número de palavras citadas (palavras repetidas e corretas), maior número de nós, redes de menor densidade, mas com maior diâmetro e maior média do caminho mais curto, quando comparadas às crianças mais novas (Tabela 3). Assim como observado na categoria animais, a faixa-etária de 10-12 anos produziu grafos menos densos com maior número de nós e maiores diâmetros e ASP quando comparada às crianças entre 4-6 anos. As crianças com idade entre 7-9 anos apresentaram parâmetros intermediários. As diferenças foram estatisticamente significativas, exceto para a densidade da rede apresentada pelas crianças com 7-9 e 10-12 anos de idade (Figura 3).

**Tabela 3** – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria alimentos) e ASG.

	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	F	df	p	$\eta^2$
	Média (dp)						
<b>CWR</b>	9.30 (3.23)	12.93 (3.77)	15.89 (4.18)	44.461	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.307
<b>N</b>	8.65 (2.88)	12.54 (3.53)	15.32 (4.75)	54.259	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.351
<b>E</b>	8.10 (3.11)	12.15 (3.76)	14.74 (4.85)	49.625	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.331
<b>D</b>	0.28 (0.12)	0.18 (0.06)	0.14 (0.04)	47.539	2;201	<0.001 <sup>b</sup>	0.321
<b>DI</b>	6.65 (2.89)	10.20 (3.89)	13.00 (4.77)	46.426	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.316
<b>ASP</b>	2.91 (0.95)	4.12 (1,26)	5.04 (1.58)	47.784	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.322

*CRW, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitons); N, nós; E, arestas (edges); D, densidade; DI, diâmetro; ASP, média do caminho mais curto (average shortest path). Post-hoc: <sup>a</sup>4-6 anos < 7-9 anos < 10-12 anos; <sup>b</sup>4-6 anos > 7-9 anos = 10-12 anos.*

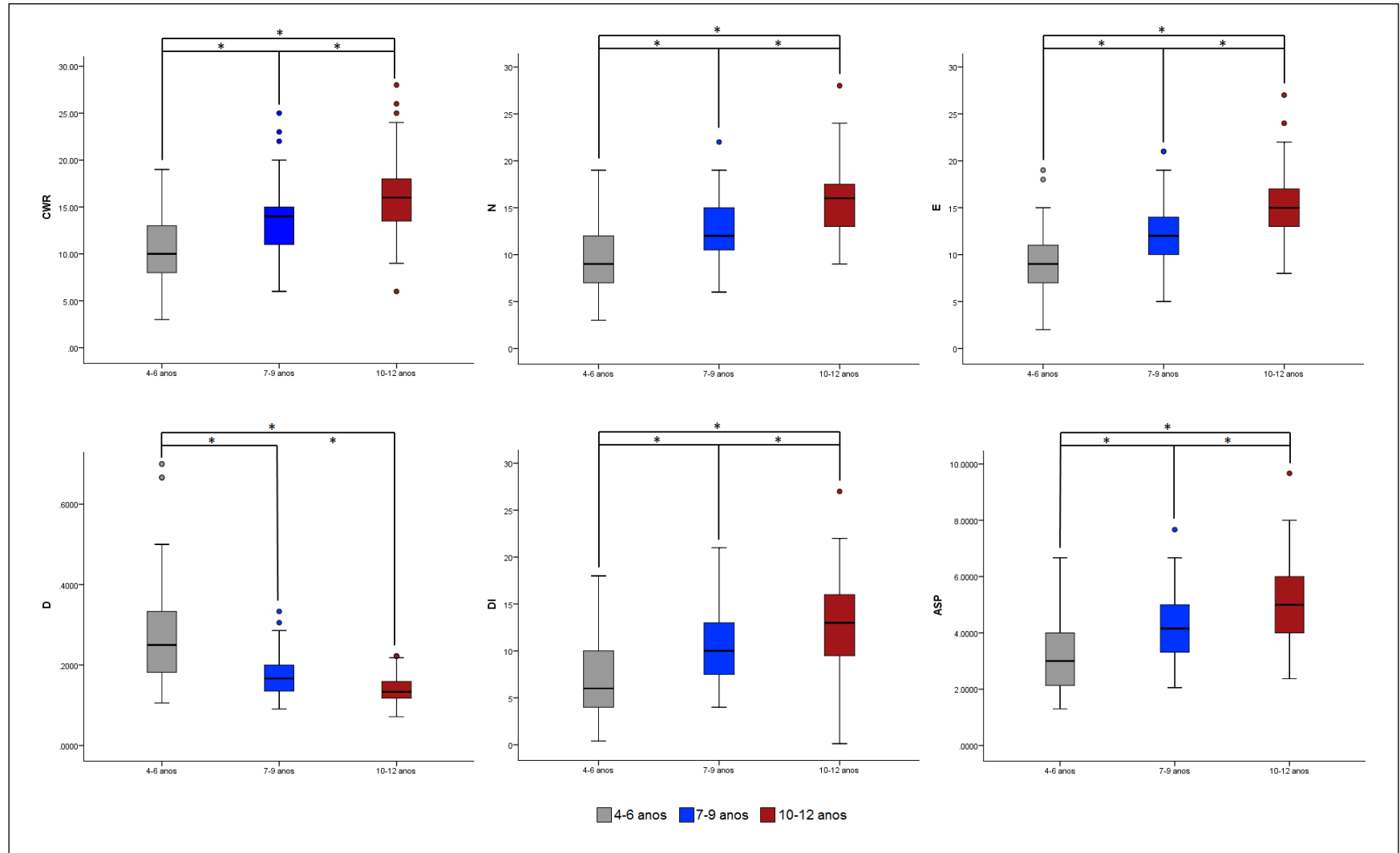
Como esperado, a categoria partes do corpo revelou resultados semelhantes. A comparação entre as variáveis demonstrou diferenças entre os grupos etários com relação ao número de palavras citadas (palavras repetidas e corretas), maior número de nós, redes de menor densidade, mas com maior diâmetro e maior média do caminho mais curto, quando comparadas às crianças mais novas (Tabela 4). Todas as faixas-etárias diferiram estatisticamente entre si. Assim como observado nas categorias animais e alimentos, a faixa-etária de 10-12 anos produziu grafos menos densos com

maior número de nós e maiores diâmetros e ASP quando comparadas às crianças entre 7-9 e 4-6 anos. As crianças com idade entre 7-9 anos apresentaram parâmetros intermediários e que se diferiram estatisticamente dos parâmetros apresentados pelas crianças com idade entre 4-6 anos e 10-12 anos (Figura 4).

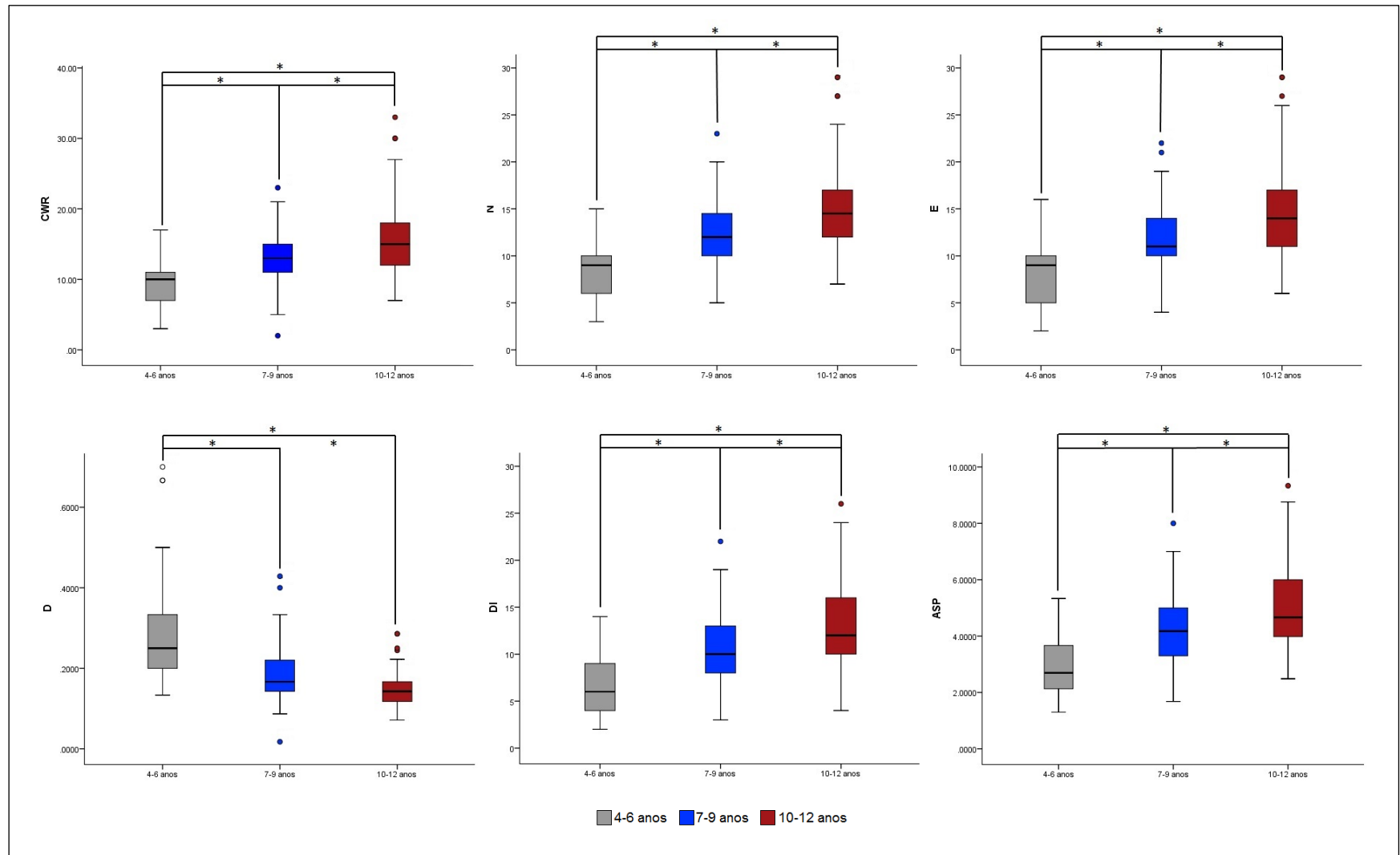
**Tabela 4** – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo) e ASG.

	4-6 anos	7-9 anos	10-12 anos	F	df	p	$\eta^2$
	Média (dp)						
<b>CWR</b>	11.01 (3.60)	15.28 (3.89)	17.26 (4.59)	43.620	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.303
<b>N</b>	10.23 (3.07)	14.12 (3.60)	16.58 (4.14)	55.026	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.354
<b>E</b>	9.88 (3.44)	13.90 (3.85)	16.20 (4.45)	46.500	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.316
<b>D</b>	0.21 (0.07)	0.16 (0.05)	0.13 (0.03)	43.448	2;201	<0.001 <sup>b</sup>	0.302
<b>DI</b>	7.80 (2.83)	10.93 (4.07)	13.29 (4.57)	35.452	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.261
<b>ASP</b>	3.29 (0.97)	4.39 (1.33)	5.19 (1.48)	39.158	2;201	<0.001 <sup>a</sup>	0.280

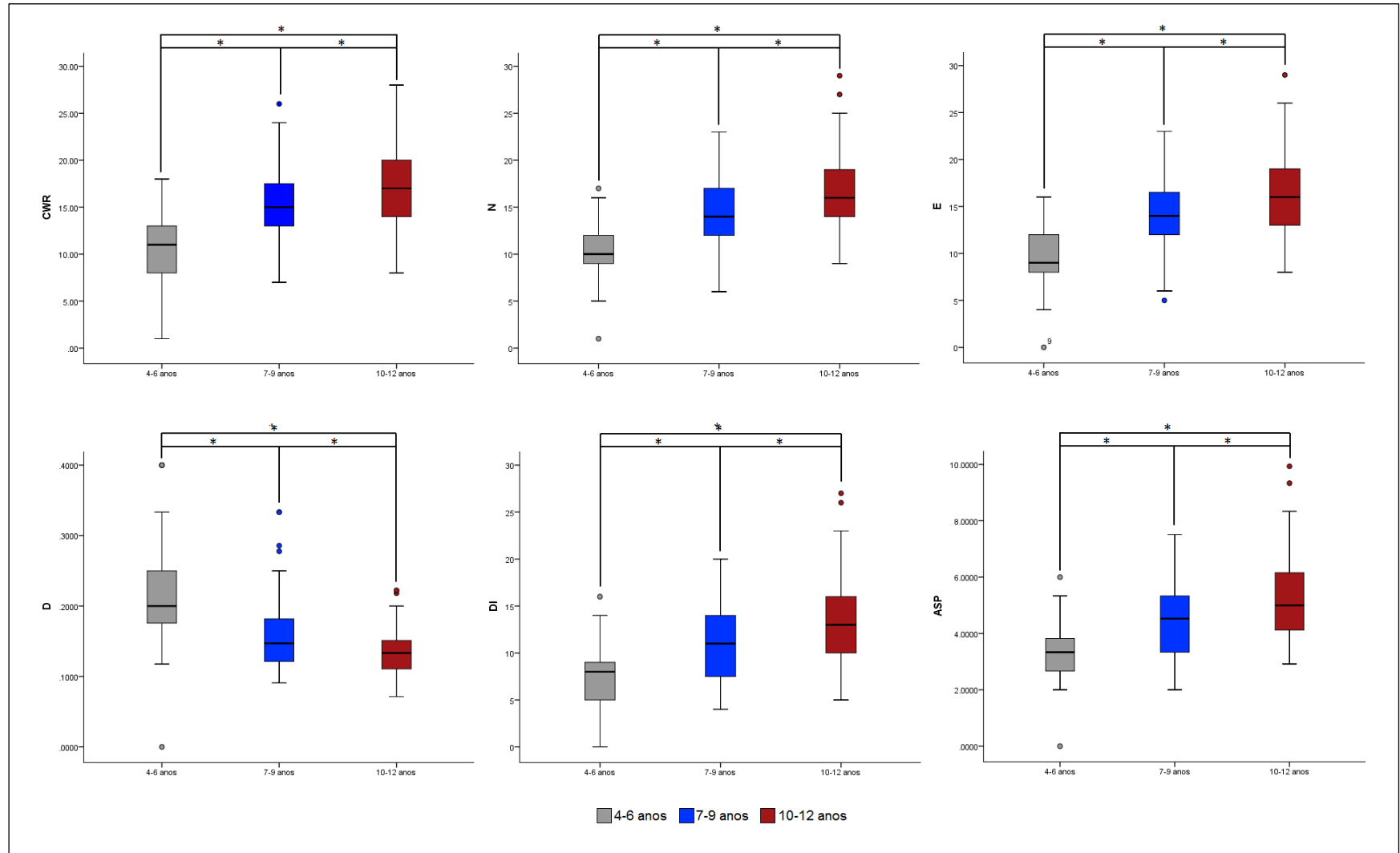
*CRW, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitions); N, nós; E, arestas (edges); D, densidade; DI, diâmetro; ASP, média do caminho mais curto (average shortest path). Post-hoc: <sup>a</sup>4-6 anos < 7-9 anos < 10-12 anos; <sup>b</sup>4-6 anos > 7-9 anos > 10-12 anos.*



**Figura 2** – Diferenciação entre os grupos na categoria “animais”. *CRW*, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitons); *N*, nós; *E*, arestas (edges); *D*, densidade; *DI*, diâmetro; *ASP*, média do caminho mais curto (average shortest path).



**Figura 3** – Diferenciação entre os grupos na categoria “alimentos”. *CRW*, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitons); *N*, nós; *E*, arestas (edges); *D*, densidade; *DI*, diâmetro; *ASP*, média do caminho mais curto (average shortest path).

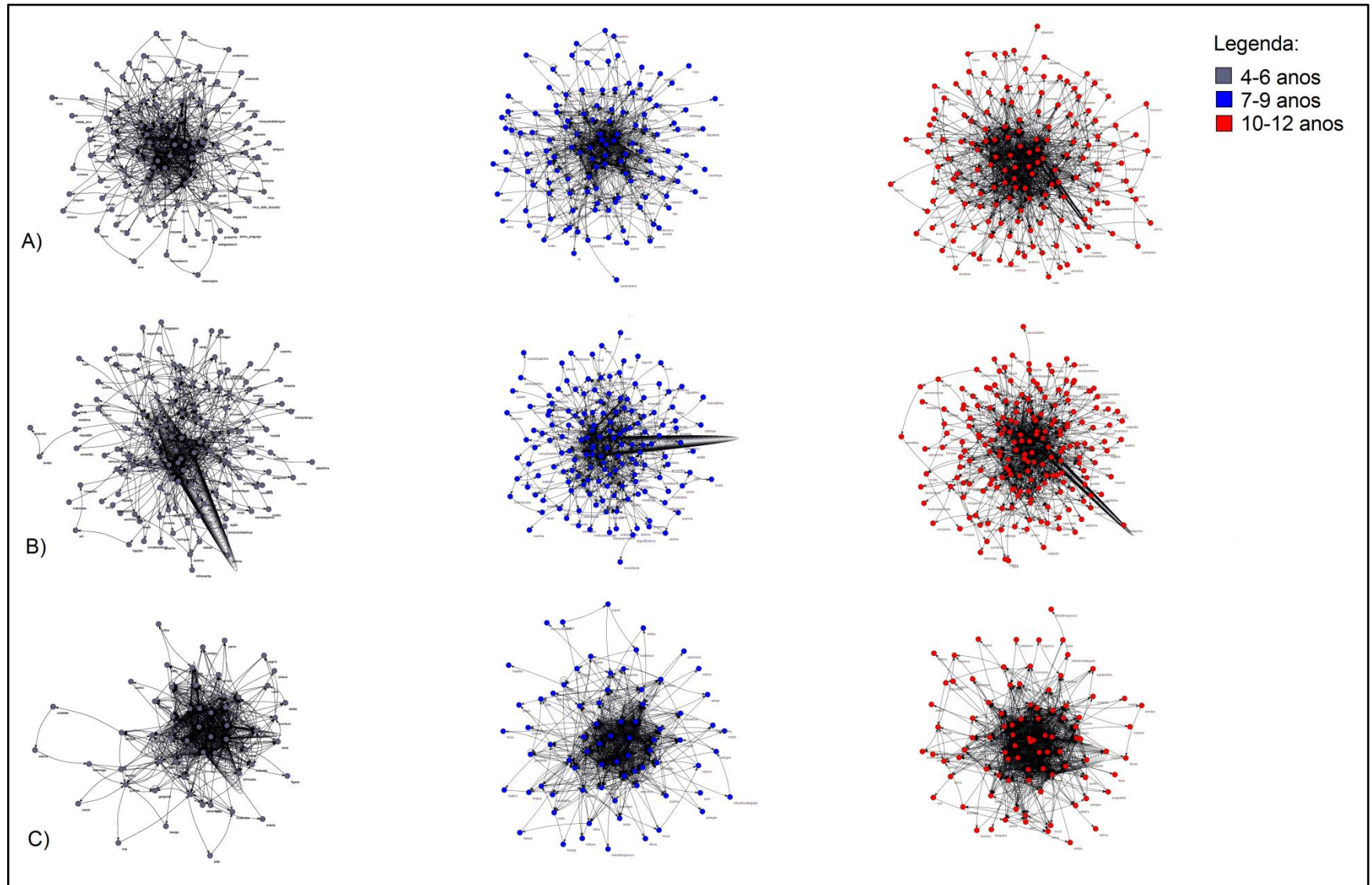


**Figura 4** – Diferenciação entre os grupos na categoria “partes do corpo”. *CRW*, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitions); *N*, nós; *E*, arestas (edges); *D*, densidade; *DI*, diâmetro; *ASP*, média do caminho mais curto (average shortest path).

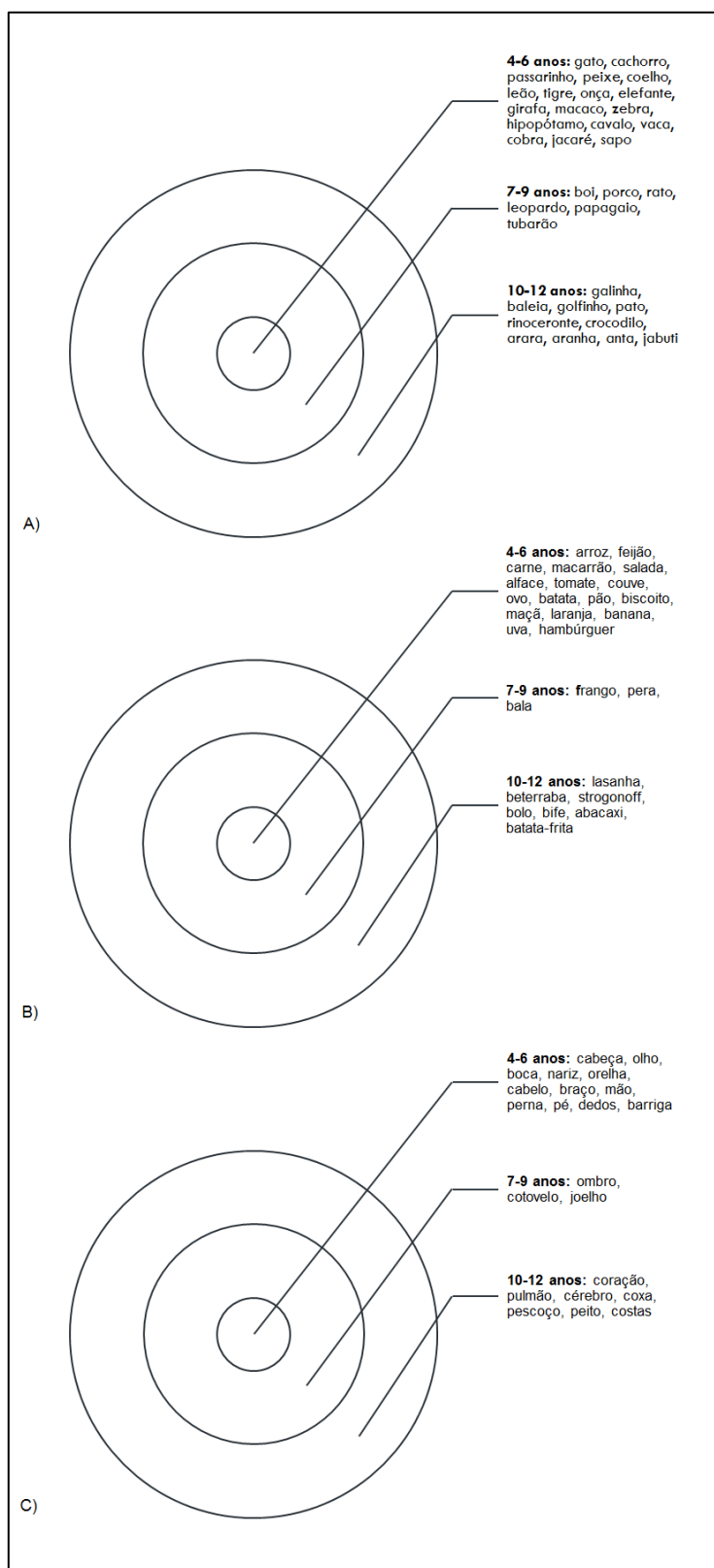
### **3.3.2. Núcleos das redes semânticas**

As redes formadas pelos grupos são demonstradas na Figura 5. A comparação entre os grupos mostra que, quanto mais velhas são as crianças, maiores se tornam os núcleos das redes. Os núcleos foram analisados de forma qualitativa a partir das palavras citadas com maior frequência em cada categoria. A Figura 6 mostra as palavras que compuseram os núcleos das redes semânticas de cada uma das categorias. Foi possível observar que, para todas as categorias semânticas, houve um núcleo central comum para todas as faixas-etárias estudadas. A medida que a idade das crianças aumentou, foram acrescentadas palavras aos núcleos das redes, de forma que o núcleo central encontrado na faixa-etária mais jovem se manteve na faixa etária seguinte.

Verificou-se a possibilidade de realizar agrupamentos por núcleos entre os termos citados de acordo com as categorias semânticas para cada faixa-etária. Para as categorias animais e alimentos não foi possível observar diferenças entre os agrupamentos dos núcleos de cada idade. Já na categoria partes do corpo foi possível observar que as crianças com 4-6 anos de idade citaram principalmente estruturas da cabeça/face, braços, mãos, pernas e pés; as crianças com idade entre 7-9 anos citaram as estruturas da cabeça/face, braços, mãos, pernas, pés e também as articulações; as crianças entre 10-12 anos, além das palavras já citadas pelas crianças das faixas-etárias anteriores, citaram os órgãos internos e hierarquizaram os membros e as estruturas axiais.



**Figura 5** – Redes semânticas formadas pelos grupos a partir da tarefa de fluência verbal. A) Redes da categoria animais. B) Redes da categoria alimentos. C) Redes da categoria partes do corpo.



**Figura 6** – Análise dos núcleos das redes semânticas. A) Núcleos da categoria animais. B) Núcleos da categoria alimentos. C) Núcleos da categoria partes do corpo.

### **3.4. Discussão**

O objetivo principal do presente estudo foi investigar o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo através da teoria dos grafos. Nenhum estudo anterior investigou a aquisição do conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo em uma faixa-etária tão ampla. Além disso, este foi o primeiro estudo a realizar este tipo de investigação através da teoria dos grafos.

Os resultados encontrados podem ser sumariados do seguinte modo: (1) os três grupos de crianças com desenvolvimento típico obtiveram performances distintas nas três categorias da tarefa de fluência verbal semântica, sendo que as crianças mais velhas produziram mais palavras do que as crianças mais novas; (2) a análise das propriedades da rede semântica pode discriminar as crianças com desenvolvimento típico nas diferentes faixas-etárias; (3) os núcleos semânticos produzidos pelas crianças mais novas eram compostos por palavras comuns a todas as faixas etárias subsequentes, no entanto, apenas a categoria partes do corpo teve núcleos que evoluíram seguindo agrupamentos; e (4) os agrupamentos da categoria partes do corpo estão relacionados ao desenvolvimento sensório-motor infantil. Na sequência, estes resultados serão discutidos de forma mais detalhada.

#### ***3.4.1. Desempenho das crianças na tarefa de fluência verbal semântica***

As médias obtidas pelas crianças na tarefa de fluência verbal foram similares aos dados normativos obtidos nos estudos de Halperin, Healey, Zeitchik, Ludman & Weinstein (1989), Malloy-Diniz et al. (2007) e Riva, Nichelli & Devoti (2000). Foram encontradas diferenças entre os grupos com relação ao número de palavras produzidas em todas as categorias semânticas, onde as crianças mais novas produziram menos palavras comparadas às crianças mais velhas. O aumento do número de palavras citadas por crianças com desenvolvimento típico ao longo da infância está bem estabelecido na literatura, em que os estudos conduzidos em diferentes países demonstram uma clara melhora no desempenho relacionada à idade (Charchat-Fichman, Oliveira & da Silva; 2011; Halperin et al., 1989; Riva et al., 2000; Malloy-Diniz et al., 2007; Sauzón,

Lestage, Raboutet, N'Kaoua & Claverie, 2004). O efeito da idade sobre o desempenho na fluência categorial tende a estabilizar por volta dos 11 - 12 anos de idade (Sauzéon et al., 2004).

Uma explicação para as mudanças no desempenho na fluência categorial está na maturac o do córtex pré-frontal, que coordena as fun es executivas, e das áreas temporais, que representam o conhecimento semântico. Embora as evidências sobre a liga o entre a fluência verbal e a maturac o das áreas pré-frontal e temporais sejam poucas, esta é uma hipótese suportada por estudos que mostram comprometimento na tarefa de fluência verbal em indivíduos que sofreram lesões frontais e no lobo temporal (Lopes, Brucki, Giampaoli & Mansur, 2009; Rich, Troyer, Bylsma & Brandt, 1999; Tr ster et al., 1998; Troyer, Moscovitch, Winocur, Alexander & Stuss, 1998).

#### ***3.4.2. Influência da idade sobre as características estruturais das redes***

As redes formadas pelos grupos do presente estudo são conceituadas por Albert e Barabási (2002) como redes de escala livre. Este tipo de rede, ao contrário das produzidas por gráficos em que as conexões são aleatórias, possui alguns nós com muitas conexões e muito mais nós com poucas conexões (Albert & Barabási, 2002). De acordo com Lerner e colaboradores (2009), a conserva o de tais propriedades gráficas para os três grupos etários sugere que os mecanismos básicos da fluência categorial são similares entre os grupos.

O aumento da complexidade dos grafos, caracterizado pelo aumento do número de nós e arestas, ocorreu desde o grupo de 7-9 anos e se tornou mais proeminente no grupo de 10-12 anos, corroborando os achados de que o aumento do acesso semântico é observado ao longo do desenvolvimento infantil (Charchat-Fichman, Oliveira & da Silva; 2011; Halperin et al., 1989; Malloy-Diniz et al., 2007; Riva et al., 2000; Sauzéon et al., 2004). As diferenças estiveram presentes também nos atributos globais de diâmetro, densidade e caminho médio mais curto (ASP). Esses resultados indicam que as redes produzidas pelas crianças mais velhas foram mais diretas, com menor repeti o de palavras, resultando em redes menos densas. Além do aumento do vocabulário, é

possível considerar que as crianças mais velhas apresentaram a diminuição da densidade das redes devido ao estabelecimento de relações de funcionalidade entre as categorias estudadas. Com isso, as crianças mais velhas tendem a produzir palavras em pares associativos mais organizados (por exemplo: “pé-perna”, seguidos por “mão-braço”), enquanto as crianças mais novas tendem a citar palavras de forma mais aleatória (da mesma forma que “cabeça” pode ser citada após “tronco”, pode ser novamente citada após “joelho”).

Os resultados dos estudos de Crowe e Prescott (2003) e Koren, Kofman e Berger (2005) corroboram tal hipótese ao revelar um aumento do número dos *clusters* formados por crianças mais velhas, o que sugere uma continuidade na organização dos conceitos ao longo do desenvolvimento infantil. Além disso, especificamente com relação à categoria partes do corpo, Auclair e Jambaqué (2014) observaram que as representações visuoespaciais do corpo influenciam os processos semântico-lexicais. Assim, é possível sugerir que a organização entre os elementos das categorias pode ser vista como derivada das experiências fornecidas pela interação do indivíduo com o ambiente.

As teorias *bottom-up* sugerem que a categorização emerge a partir das experiências motoras e sensoriais. De acordo com a teoria sensório-funcional (*the sensory/functional theory – SFT*), originalmente formulada por Warrington e colaboradores (Warrington & Mc Carthy, 1983; 1987; Warrington & Shallice, 1984), o sistema semântico (1) é organizado em subsistemas semânticos específicos à modalidades (por exemplo: visual/perceptual, ou funcional/associativo) e (2) a habilidade para reconhecer/nomear seres vivos depende das informações visuais/perceptuais, enquanto a habilidade para reconhecer/nomear artefatos dependem de informações funcionais/associativas. Corroborando essa teoria, a investigação de correlações anatomo-clínicas mostra que após lesões no neocórtex temporal (via visual inferior) são observados déficits seletivos para as categorias de seres vivos (Gainotti, Silveri, Daniele & Giustolisi, 1995; Saffran & Schwartz, 1994). Já as lesões dos lobos parietal, frontal e temporal (via visual dorsal)

repercutem em déficits relacionados às categorias de artefatos (Gainotti et al., 1995; Saffran & Schwartz, 1994).

Contudo, pesquisas futuras são necessárias para estabelecer melhor essa relação entre a diminuição da densidade das redes e a organização funcional existente dentre os termos das categorias semânticas estudadas. Além disso, existem outras limitações relativas aos grafos produzidos em nosso estudo. As redes formadas contêm relações que estabelecem apenas a existência de uma conexão direta ou não entre os nós, não possibilitando o cálculo da distância semântica entre eles. Os dados também remetem a grafos com arestas indiretas, onde “gato-cachorro” ou “cachorro-gato” são representados da mesma forma: dois nós e uma aresta. Estudos futuros devem ser feitos baseados na ligação temporal entre os nós através da análise de escalonamento multidirecional e análise hierárquica de *clusters*. Estas análises representarão a relação entre as variáveis, além de combiná-las em grupos, o que validará os achados do presente estudo.

Apesar das limitações, esses resultados mostram, pela primeira vez, que uma análise de grafos produzidos através da tarefa de fluência verbal é capaz de discriminar grupos etários de crianças utilizando os parâmetros das redes geradas. Isso valida as análises exploratórias relativas à evolução dos núcleos semânticos, já que foi possível verificar a evolução da fluência categorial. Além disso, os achados sugerem o aumento da organização entre os elementos das categorias em crianças mais velhas. Tal achado foi interpretado como consequência do aumento das experiências fornecidas pela interação do indivíduo com o ambiente.

### **3.4.3. Continuidade dos núcleos semânticos ao longo das faixas-etárias**

Após serem verificadas diferenças nos parâmetros gráficos entre os grupos etários, foi realizada a análise exploratória sobre a evolução dos núcleos semânticos formados. Para todas as categorias semânticas, houve um núcleo central comum para todas as faixas-etárias estudadas e, com o aumento da idade, foram acrescentadas palavras aos núcleos das redes apresentadas pela faixa-etária anterior. O núcleo central encontrado

na faixa-etária mais jovem se manteve na faixa etária seguinte. No entanto, foi possível observar uma tendência de evolução dos agrupamentos por faixa etária das redes apenas para os núcleos da categoria “partes do corpo”, enquanto que para as categorias “animais” e “alimentos” não foi possível observar diferenças entre as classes dos elementos presentes nos agrupamentos dos núcleos de cada idade. De acordo com Crowe e Prescott (2003), as crianças tendem a formar agrupamentos de acordo com sua familiaridade com os animais, não havendo um padrão por classes (mamíferos, aves, peixes, anfíbios e répteis) ou habitat. Resultados similares foram encontrados por Grube e Hasselhorn (1996) e Lucariello, Kyrtziz e Nelson (1992), demonstrando que os agrupamentos dos animais se dão pelo contexto ambiental em que a criança se encontra. Provavelmente o mesmo ocorra com a categoria alimentos.

Ainda com relação aos agrupamentos formados por cada faixa etária e sua evolução, as “partes do corpo” mais citadas se relacionaram ao desenvolvimento sensório-motor infantil. Assim, é possível supor que a incoerência de agrupamentos etários evolutivos para “animais” e “alimentos” se deu pela diferença das modalidades sensoriais envolvidas na organização semântica das categorias estudadas. Por exemplo, os animais e os alimentos são conhecidos e reconhecidos por suas características auditivas e gustativas, respectivamente, e ambos por suas características visuais. No entanto, apenas as partes do corpo possuem as sensações proprioceptivas, além dos conhecimentos observados nas demais categorias. É através do próprio corpo que o indivíduo interpreta os estímulos oferecidos pelo ambiente externo e são os estímulos extrínsecos e intrínsecos que modulam o conhecimento e reconhecimento do próprio corpo.

Interessantemente, as partes do corpo responsáveis pelo reconhecimento das características das categorias “animais” e “alimentos” são aquelas com maior representatividade sensorial e que foram citadas desde a faixa-etária mais jovem. De acordo com uma perspectiva *bottom-up*, como os inputs sensoriais envolvidos já estavam bem desenvolvidos representacionalmente, estas categorias não apresentariam uma diferença entre os padrões nas faixas etárias estudadas.

O estudo de Camões-Costa e colaboradores (2011) apresentou resultado semelhante com relação às partes do corpo mais citadas e a representação sensorial no córtex cerebral. Ao contrário das demais partes do corpo ricas em aferências sensoriais (estruturas da face e mãos), as articulações (relacionadas às noções proprioceptivas) foram citadas apenas a partir da segunda faixa etária estudada (7-9 anos de idade). Isso pode ser explicado pelo fato de que este é um período que se caracteriza pela consolidação e aperfeiçoamento dos padrões básicos de movimentos desenvolvidos na primeira infância (Eckert, 1993). Assim, o refinamento de padrões motores básicos, a adaptação de padrões motores às diferenças estruturais, a melhora da coordenação e controle motor, são características dessa faixa etária.

A aquisição do conhecimento semântico-lexical sobre o corpo humano é um processo em desenvolvimento ao longo da vida. Não apenas as partes do corpo com funções visíveis e perceptíveis, como os órgãos sensoriais da face, mãos e pés e articulações, mas as funções dos órgãos internos também são aprendidas. A literatura encontrada indica que o conhecimento funcional de algumas partes internas do corpo é adquirido em idade pré-escolar e escolar precoce e, a partir daí, seu conhecimento é elaborado progressivamente, onde as crianças passam a construir um quadro biológico a partir da aprendizagem formal sobre a biologia do corpo humano (Inagaki & Hatano, 2002; Jaakkola & Slaughter, 2002). Esses achados corroboram o resultado encontrado no presente estudo, em que as crianças citaram os órgãos internos apenas ao final da infância, quando elas haviam elaborado o conhecimento sobre a biologia do corpo humano.

#### ***3.4.4. Interação entre os níveis representacionais***

De forma geral, os resultados da evolução dos núcleos das partes do corpo corroboram os achados de estudos prévios com relação à aprendizagem das partes do corpo (Auclair & Jambaqué; 2014; Camões-Costa et al., 2011; Crowe & Prescott, 2003; MacWhinney, Cermak & Fisher, 1987; Witt et al., 1990). Os nomes para as estruturas da cabeça/face e membros são tipicamente as primeiras partes do corpo a serem

aprendidas, seguidas pelos nomes das articulações e órgãos internos. Essa progressão no desenvolvimento é consonante com o desenvolvimento da representação topográfica do corpo e do esquema corporal.

Estudos conduzidos por Simons e colaboradores (Simons & Dedroog, 2009; Simons, Leitschuh, Raymaekers, & Vandenbussche, 2011) encontraram que crianças com retardo mental e/ou desordens psiquiátricas apresentam desempenho inferior às crianças com desenvolvimento típico em tarefas que avaliam a descrição estrutural do corpo e imagem corporal. Esses resultados demonstram a importância da representação topográfica para a representação semântico-lexical do corpo. No entanto, os estudos conduzidos com pacientes neurológicos adultos mostram uma tripla dissociação entre o esquema corporal, a descrição estrutural do corpo e a imagem corporal (Coslett et al., 2002; Schwoebel & Coslett, 2005).

Trabalhos futuros são necessários para confirmar a hipótese levantada no presente estudo. Uma forma de compreender melhor o impacto do funcionamento sensório-motor sobre as demais representações corporais seria avaliar o desenvolvimento da representação corporal em crianças com transtornos do desenvolvimento, como na Paralisia Cerebral. Poucos estudos neuropsicológicos investigaram os déficits da representação corporal em crianças com lesões no sistema nervoso central. Além disso, estudos futuros são necessários para a compreensão de como o conhecimento sobre o corpo humano é moldado da infância até a fase adulta, já que os estudos apontam para uma diferença entre as repercussões de uma lesão no cérebro em desenvolvimento e lesões na idade adulta.

### **3.5. Conclusão**

Em conjunto com a literatura pesquisada, os resultados encontrados corroboram a hipótese de que as experiências sensório-motoras influenciam no conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo ao longo do desenvolvimento infantil. Estudos que envolvem o teste de hipótese, como este, são importantes para a elaboração de estudos mais refinados sobre o funcionamento cerebral. O presente

estudo é pioneiro na investigação da interação entre as diferentes formas de representação corporal através da análise dos grafos e novos trabalhos devem visar esclarecer melhor esta influência, aplicando outras medidas neuropsicológicas sobre as representações do corpo e investigando amostras com transtorno do desenvolvimento.

### 3.6. Referências

- Albert, R., & Barabási, A. L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of modern physics*, 74(1), 47.
- Angelini, A. L., Alves, I. C. B., Custódio, E. M., Duarte, W. F. & Duarte, J. L. M. (1999). *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial*. Manual. São Paulo: CETEPP.
- Assaiante, C., Barlaam, F., Cignetti, F., & Vaugoyeau, M. (2014). Body schema building during childhood and adolescence: a neurosensory approach. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44(1), 3-12.
- Auclair, L., & Jambaqué, I. (2014). Lexical-semantic body knowledge in 5-to 11-year-old children: How spatial body representation influences body semantics. *Child Neuropsychology*, 21(4), 451-464.
- Bahrck, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive–visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental Psychology*, 21(6), 963.
- Becker, N., de Lima Müller, J., de Carvalho Rodrigues, J., Villavicencio, A., & de Salles, J. F. (2014). Estratégias de evocação lexical com critério semântico em adultos após acidente vascular cerebral no hemisfério direito. *Letrônica*, 7(1), 325-347.
- Berlucchi, G., & Aglioti, S. M. (2010). The body in the brain revisited. *Experimental brain research*, 200(1), 25-35.

- Bertola, L., Mota, N. B., Copelli, M., Rivero, T., Diniz, B. S., Romano-Silva, M. A., Ribeiro, S. & Malloy-Diniz, L. F. (2014). Graph analysis of verbal fluency test discriminate between patients with Alzheimer's disease, mild cognitive impairment and normal elderly controls. *Frontiers in aging neuroscience*, 6.
- Bullmore, E., & Sporns, O. (2009). Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(3), 186-198.
- Buxbaum, L. J., & Coslett, H. B. (2001). Specialised structural descriptions for human body parts: Evidence from autotopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 18(4), 289-306.
- Buxbaum, L. J., Giovannetti, T., & Libon, D. (2000). The role of the dynamic body schema in praxis: Evidence from primary progressive apraxia. *Brain and cognition*, 44(2), 166-191.
- Camões-Costa, V., Erjavec, M., & Horne, P. J. (2011). Comprehension and production of body part labels in 2-to 3-year-old children. *British Journal of Developmental Psychology*, 29(3), 552-571.
- Charchat-Fichman, H., Oliveira, R.M., & Silva, A.,S. (2011). Performance of Brazilian children on phonemic and semantic verbal fluency tasks. *Dementia & Neuropsychologia*, 5(2), 78-84.
- Corradi-Dell'Acqua, C., & Rumiati, R. I. (2007). What the brain knows about the body: evidence for dissociable representations. *Brain development in learning environments: embodied and perceptual advancements*. Cambridge Scholar Publishing, Newcastle, 50-64.
- Coslett, H. B. (2013). Body Representations: Updating a Classic Concept. *The Roots of Cognitive Neuroscience: Behavioral Neurology and Neuropsychology*, 221.

- Coslett, H. B., Saffran, E. M., & Schwoebel, J. (2002). Knowledge of the human body A distinct semantic domain. *Neurology*, *59*(3), 357-363.
- Crowe, S. J., & Prescott, T. J. (2003). Continuity and change in the development of category structure: Insights from the semantic fluency task. *International Journal of Behavioral Development*, *27*(5), 467-479.
- Dijkerman, H. C., & De Haan, E. H. (2007). Somatosensory processes subserving perception and action. *Behavioral and brain sciences*, *30*(02), 189-239.
- Eckert, H. M. (1993). *Desenvolvimento motor*. (3a ed.). São Paulo: Manole.
- Goldenberg, G. (2002). Body perception disorders. In: RAMACHANDRAN, V. S. *Encyclopedia of the human brain, I*, 443-458.
- Gainotti, G., Silveri, M. C., Daniele, A., & Giustolisi, L. (1995). Neuroanatomical correlates of category-specific semantic disorders: A critical survey. *Memory*, *3*(3-4):247-64.
- Grube, D., & Hasselhorn, M. (1996). Children's freelisting of animal terms: Developmental changes in activating categorical knowledge. *Zeitschrift Für Psychologie*, *204*, 119–134.
- Haggard, P., & Wolpert, D. M. (2005). Disorders of body scheme. In *In Freund, HJ, Jeannerod, M., Hallett, M., Leiguarda R.,(Eds.), Higher-Order Motor Disorders*.
- Halperin, J. M., Healey, J. M., Zeitchik, E., Ludman, W. L., & Weinstein, L. (1989). Developmental aspects of linguistic and mnemonic abilities in normal children. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *11*(4), 518-528.

- Head, H., & Holmes, G. (1911–1912). Sensory disturbances from cerebral lesions. *Brain*, 34, 102–254.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (2006). Young children's conception of the biological word. *Current Directions in Psychological Science*, 15 (4), 177-181.
- Jaakkola, R. O., & Slaughter, V. (2002). Children's body knowledge: Understanding life'as a biological goal. *British Journal of Developmental Psychology*, 20 (3), 325-342.
- Jeannerod, M. (2006). How do we perceive and understand the actions of others. In *Motor cognition: What actions tell the self* (Vol. 42). Oxford University Press.
- Koren, R., Kofman, O., & Berger, A. (2005). Analysis of word clustering in verbal fluency of school-aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(8), 1087-1104.
- Lerner, A. J., Ogrocki, P. K., & Thomas, P. J. (2009). Network graph analysis of category fluency testing. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 22(1), 45-52.
- Lopes, M., Brucki, S. M. D., Giampaoli, V., & Mansur, L. L. (2009). Semantic Verbal Fluency test in dementia. *Dementia & Neuropsychologia*, 3, 315-320.
- Lucariello, J., Kyratzis, A., & Nelson, K. (1992). Taxonomic knowledge - what kind and when. *Child Development*, 63, 978–998.
- MacWhinney, K., Cermak, S. A., & Fisher, A. (1987). Body part identification in 1-to 4-year-old children. *American Journal of Occupational Therapy*, 41(7), 454-459.
- Malloy-Diniz, L. F., Bentes, R. C., Figueiredo, P. M., Brandão-Bretas, D., Costa-Abrantes, S., Parizzi, A. M., ... & Salgado, J. V. (2007). Normalización de una batería de tests para evaluar las habilidades de comprensión del lenguaje, fluidez

verbal y denominación en niños brasileños de 7 a 10 años: resultados preliminares. *Rev Neurol*, 44(5), 275-80.

Mota, N. B., Vasconcelos, N. A., Lemos, N., Pieretti, A. C., Kinouchi, O., Cecchi, G. A., Copelli, M. & Ribeiro, S. (2012). Speech graphs provide a quantitative measure of thought disorder in psychosis. *PlosOne*, 7(4):e34928.

Morita, T., Slaughter, V., Katayama, N., Kitazaki, M., Kakigi, R., & Itakura, S. (2012). Infant and adult perceptions of possible and impossible body movements: An eye-tracking study. *Journal of experimental child psychology*, 113(3), 401-414.

Müller, U., Sokol, B., & Overton, W. (1998). Reframing a constructivist model of the development of mental representations: The role of higher-order operations. *Developmental Review*, 18, 155–201.

Murata, A., & Ishida, H. (2007). Representation of bodily self in the multimodal parieto-premotor network. In *Representation and brain* (pp. 151-176). Springer Japan.

Penfield, W., & Boldrey, E. (1937). Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation. *Brain*, 60, 339–448.

Rich, J. B., Troyer, A. K., Bylsma, F. W., & Brandt, J. (1999). Longitudinal analysis of phonemic clustering and switching during word-list generation in Huntington's disease. *Neuropsychology*, 13(4), 525.

Riva, D., Nichelli, F., & Devoti, M. (2000). Developmental aspects of verbal fluency and confrontation naming in children. *Brain and language*, 71(2), 267-284.

Rochat, P. (2010). The innate sense of the body develops to become a public affair by 2–3 years. *Neuropsychologia*, 48(3), 738-745.

- Rochat, P., & Morgan, R. (1995). Spatial determinants in the perception of self-produced leg movements in 3-to 5-month-old infants. *Developmental Psychology*, 31(4), 626.
- Saffran, E. M., & Schwartz, M. F. (1994). Of cabbages and things: Semantic memory from a neuropsychological perspective — A tutorial review. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and performance 15: Conscious and nonconscious information processing* (pp. 507–536). Cambridge, MA: MIT Press.
- Sauzéon, H., Lestage, P., Raboutet, C., N’Kaoua, B., & Claverie, B. (2004). Verbal fluency output in children aged 7–16 as a function of the production criterion: Qualitative analysis of clustering, switching processes, and semantic network exploitation. *Brain and Language*, 89(1), 192-202.
- Schwoebel, J., & Coslett, H. B. (2005). Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *Journal of cognitive neuroscience*, 17(4), 543-553.
- Simons, J., & Dedroog, I. (2009). Body awareness in children with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1343-1353. doi: 10.1016/j.ridd.2009.06.001
- Simons, J., Leitschuh, C., Raymaekers, A., & Vandenbussche, I. (2011). Body awareness in preschool children with psychiatric disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1623-1630. doi: 10.1016/j.ridd.2011.02.011
- Sirigu, A., Grafman, J., Bressler, K., & Sunderland, T. (1991). Multiple representations contribute to body knowledge processing. *Brain*, 114(1), 629-642.
- Slaughter, V., Heron, M., Jenkins, L., Tilse, E., Müller, U., & Liebermann, D. (2004). Origins and early development of human body knowledge. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, i-113.

- Slaughter, V., Heron-Delaney, M., & Christie, T. (2012). Developing expertise in human body perception. In V. Slaughter, & C. Brownell (Eds.), *Early development of body representations* (pp. 81–100). Cambridge: Cambridge University Press.
- Slaughter, V., Heron, M., & Sim, S. (2002). Development of preferences for the human body shape in infancy. *Cognition*, 85(3), B71-B81.
- Smolak, L. (2011). Body Image Development in Childhood In: Cash, T. F., & Smolak, L. (Eds.). *Body image: A handbook of science, practice, and prevention*. Guilford Press.
- Strauss, Sherman & Spreen (2006). *A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary* (3a. ed.). New York: Oxford University Press.
- Thelen, E. (1995). Time-scale dynamics and the development of an embodied cognition. *Mind as motion: Explorations in the dynamics of cognition*, 69-100.
- Thelen, E. (2000). Grounded in the world: Developmental origins of the embodied mind. *Infancy*, 1(1), 3-28.
- Tröster, A. I., Fields, J. A., Testa, J. A., Paul, R. H., Blanco, C. R., Hames, K. A., ... & Beatty, W. W. (1998). Cortical and subcortical influences on clustering and switching in the performance of verbal fluency tasks. *Neuropsychologia*, 36(4), 295-304.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., Alexander, M. P., & Stuss, D. (1998). Clustering and switching on verbal fluency: The effects of focal frontal-and temporal-lobe lesions. *Neuropsychologia*, 36(6), 499-504.

- Tucha, O., Smely, C., & Lange, K. W. (1999). Verbal and figural fluency in patients with mass lesions of the left or right frontal lobes. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21(2), 229-236.
- Warrington, E.K. & McCarthy, R. (1983). Category specific access dysphasia. *Brain*, 106, 859–878
- Warrington, E.K. & McCarthy, R. (1987). Categories of knowledge: further fractionations and an attempted integration. *Brain*, 110, 1273–1296
- Warrington, E.K. & Shallice, T. (1984). Category-specific semantic impairment. *Brain*, 107, 829–854
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625-636.
- Witt, A., Cermak, S., & Coster, W. (1990). Body part identification in 1-to 2-year-old children. *American Journal of Occupational Therapy*, 44(2), 147-153.
- Zortea, Maxciel, Menegola, Bruno, Villavicencio, Aline, & Salles, Jerusa Fumagalli de. (2014). Graph analysis of semantic word association among children, adults, and the elderly. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 27(1), 90-99.

#### 4. ESTUDO 2

**Análise dos grafos da imagem corporal em crianças com paralisia cerebral hemiplégica e controles com desenvolvimento típico: influências sensório-motoras sobre o conhecimento semântico-lexical**

*Graph analysis of body image in children with hemiplegic cerebral palsy and typical development controls: sensorimotor influences of lexical-semantic knowledge*

Thalita Karla Flores Cruz<sup>1</sup>

Deisiane Oliveira Souto<sup>1</sup>

Annelise Júlio-Costa<sup>1,2</sup>

Patrícia Lemos Bueno Fontes<sup>3</sup>

Vitor Geraldi Haase<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Neurociências – Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup>Departamento de Psicologia, FAFICH – Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>3</sup>Departamento de Fisioterapia – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

## RESUMO

A literatura sugere que as representações sensório-motoras são a base para o desenvolvimento das representações corporais, inclusive para a imagem corporal (conhecimento semântico-lexical das partes do corpo). Uma forma de compreender melhor o impacto do funcionamento sensório-motor sobre as demais representações corporais seria avaliar o desenvolvimento da representação corporal em crianças com atraso no desenvolvimento, como na paralisia cerebral. O presente estudo investigou o desenvolvimento da imagem corporal em crianças com paralisia cerebral hemipléctica, usando a teoria dos grafos. Para isso, foi aplicada a tarefa de fluência verbal semântica (partes do corpo) em uma amostra de 229 crianças (sendo 204 com desenvolvimento típico, idade entre 4 a 12 anos; e 25 crianças com paralisia cerebral hemipléctica, idade entre 7 a 15 anos). Foi investigada a hipótese de que uma lesão no cérebro imaturo pode gerar déficits no conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo em crianças com hemiplegia congênita. Após a análise dos dados, foi verificado que as crianças com paralisia cerebral apresentam um atraso no conhecimento sobre as partes do corpo quando comparadas às crianças controle da mesma idade, tendo conhecimento equiparado ao apresentado no início do desenvolvimento pelas crianças típicas. De maneira geral, ao examinar o desempenho nas tarefas e analisar os padrões dos resultados, é possível inferir a existência de uma interação entre os níveis representacionais, em que déficits nos esquemas sensório-motores influenciam as representações semântico-lexicais, resultando em prejuízos sobre este tipo de conhecimento das partes do corpo.

**Palavras-chave:** Representação corporal, imagem corporal, experiência sensório-motora, paralisia cerebral hemipléctica.

**ABSTRACT**

*The literature suggests that the sensorimotor representations are the basis for the development of bodily representations, including body image (lexical-semantic knowledge of parts of the body). One way to better understand the impact of sensorimotor functioning of other bodily representations would be to evaluate the development of body representation in children with developmental disorders, such as in cerebral palsy. The present study investigated the development of body image in children with hemiplegic cerebral palsy, using graph theory. For this, it applied the semantic verbal fluency task (body parts) in a sample of 229 children (204 typically developing, aged from 4- to-12 years, and 25 children with hemiplegic cerebral palsy, aged from 7- to -15 years). The hypothesis that an injury to the immature brain can generate deficits in the lexical-semantic knowledge about the body parts in children with congenital hemiplegia was investigated. After analyzing the data, it was found that children with cerebral palsy have a delay in the knowledge of the parts of the body when compared to control children of the same age, having knowledge equivalent to that presented in early development for typical children. In general, when examined the performance in tasks and analyzed the patterns of results, it can infer the existence of an interaction between the representational levels, where deficits in sensorimotor schemas influence the semantic-lexical representations, resulting in losses of this kind of knowledge of body parts.*

**Key-words:** *body representation; body image; sensorimotor experience; hemiplegic cerebral palsy.*

#### 4.1. Introdução

A paralisia cerebral (PC) é definida como um grupo de desordens do desenvolvimento do movimento e postura, causando limitação das atividades, atribuídos a distúrbios não progressivos que ocorrem no cérebro em desenvolvimento (Bax et al., 2005). Além dos déficits motores, indivíduos com PC podem apresentar também dificuldades intelectuais e comportamentais, bem como alterações sensoriais e perceptuais (Shevell et al., 2009). Muitos casos de PC são registrados em todo o mundo e as taxas de prevalência variam entre 1,7 a 2,5 por 1.000 nascimentos vivos. (Cans, 2000; Cans et al., 2004; Winter, Autry, Boyle & Yeargin-Allsopp, 2002).

A PC acomete os indivíduos de diferentes formas, dependendo da área do sistema nervoso em que a lesão ocorreu. Assim, sua classificação pode ser dada pelo tipo de anormalidade do tônus muscular predominante – espástica, coreoatetóide, distônica, hipotônica, atáxica ou mista – bem como pela sua distribuição nos membros envolvidos – hemiplégica, diplégica ou quadriplégica (Swaiman & Wu, 2012). Dentre as diferentes formas da PC, a hemiplégica espástica (PCH) é uma das mais frequentes, apresentando uma proporção que varia entre 18 a 36% do total de indivíduos acometidos (Cans, 2000).

Devido ao acometimento unilateral das extremidades superiores e inferiores apresentados pelos indivíduos hemiplégicos, crianças com PCH aprendem estratégias para gerenciar suas tarefas diárias (brincar, por exemplo) usando apenas uma das mãos e, frequentemente, o membro afetado é ignorado ou não utilizado (Hoare, Wasiak, Imms & Carey, 2007). Esta diminuição do uso espontâneo do membro afetado em crianças em desenvolvimento também é referida como "*developmental disregard*" (Houwink, Geerdink, Steenbergen, Geurts & Aarts, 2013). Assim, as crianças com PCH podem apresentar limitações funcionais relacionadas ao membro superior acometido. De acordo com de Ajuriaguerra & Stucki (1969), as limitações funcionais apresentadas não podem ser explicadas apenas pelas alterações motoras. Os autores sugerem ainda que os transtornos da percepção visual podem agravar os distúrbios motores (de

Ajuriaguerra & Stucki, 1969). Corroborando esta hipótese, os resultados de Katz, Cermak e Shamir (1998) sugerem que a negligência unilateral pode prejudicar a habilidade em assimilar as informações visuais presentes no ambiente. Assim, é sugerido que estas alterações observadas em crianças com PCH sejam decorrentes de um comprometimento das representações corporais (Fontes, Moura & Haase, 2014).

Pesquisas envolvendo adultos neurotípicos e grupos clínicos revelam que o conhecimento sobre o corpo humano - incluindo não apenas o conhecimento sobre o próprio corpo, mas também o corpo de outros - é organizado em três níveis distintos de representação (Buxbaum & Coslett, 2001; Sirigu, Grafman, Bressler, & Sunderland, 1991). Estes níveis envolvem os conhecimentos sensório-motores, visuoespaciais e semântico-lexicais sobre o corpo (Christie & Slaughter, 2009).

As representações sensório-motoras contêm informações sobre o próprio corpo no espaço (Goldenberg, 2003; Reed, 2002). A esta representação é dado o nome esquema corporal, caracterizado pela atualização contínua com o movimento e adaptação a mudanças nas propriedades do corpo. Este nível representacional se articula com os sistemas motores no controle da ação, fornecendo uma representação “*on-line*” das propriedades do corpo no espaço (Coslett, Saffran & Schwoebel, 2002; Haggard & Wolpert, 2005). Já o nível visuoespacial é chamado de descrição estrutural do corpo. Este se refere à representação topográfica do corpo, fornecendo informações sobre a forma e os contornos da superfície do corpo humano, bem como a relação de proximidade entre as diferentes partes do corpo (Coslett et al., 2002; Goldenberg, 2003; Sirigu et al., 1991). Os conhecimentos semântico-lexicais sobre o corpo humano fazem parte da imagem corporal. Aqui são incluídas informações gerais sobre os nomes das partes do corpo, as associações entre partes do corpo e artefatos, e a função de diferentes partes do corpo (Buxbaum & Coslett, 2001; Coslett et al., 2002; Goldenberg, 2003; Sirigu et al., 1991).

As alterações representacionais observadas em adultos que sofreram lesão cerebral unilateral vem sendo muito descritas na literatura (Buxbaum & Coslett, 2001; Coslett,

2013; Gialanella, Monguzzi, Santoro & Rocchi, 2005; Punt & Riddoch, 2006; Schwoebel, Buxbaum, Coslett, 2004; Schwoebel & Coslett, 2005; Sirigu et al., 1991; Sirigu et al., 1996). Em contraste com a literatura sobre os déficits representacionais em adultos, pouco se sabe sobre como (e se) as representações do corpo interagem durante o desenvolvimento. Slaughter e colaboradores (2004) sugerem que nos primeiros anos de vida as crianças adquirem o conhecimento corporal de forma progressiva, até que na fase adulta os conhecimentos sobre o corpo se tornam parcialmente independentes.

Análisados em conjunto, os resultados de estudos que investigam o desenvolvimento de cada uma das representações do corpo em crianças com o desenvolvimento típico (DT) apontam uma influência do esquema corporal para o desenvolvimento da descrição estrutural do corpo e, conseqüentemente, da imagem corporal (Bahrck & Watson, 1985; Camões-Costa; Erjavec & Home, 2011; Rochat & Morgan, 1995; Slaughter, Heron & Sim, 2002; Slaughter, Heron-Delaney, & Christie, 2012; Witt, Cermak & Coster, 1990). Corroborando tal hipótese, Auclair & Jambaqué (2014) viram que a representação visuoespacial do corpo influencia o processo de aquisição do conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo.

No entanto, há escassez na literatura de estudos que investiguem como uma lesão no cérebro imaturo pode repercutir sobre o desenvolvimento destas representações durante a infância. Poucos estudos buscaram investigar os déficits representacionais em crianças com atraso e transtornos do desenvolvimento (Christie & Slaughter, 2009; Simons & Dedroog, 2009; Simons, Leitschuh, Raymaekers, & Vandebussche, 2011).

Simons e colaboradores (Simons & Dedroog, 2009; Simons et al., 2011) encontraram que crianças com retardo mental e desordens psiquiátricas apresentam desempenho inferior às crianças com desenvolvimento típico em tarefas que avaliam a descrição estrutural do corpo e imagem corporal. Em seu estudo, Christie e Slaughter (2009) investigaram o reconhecimento do corpo em crianças com DT e com lesão cerebral

unilateral. As crianças com lesão cerebral apresentaram desempenho inferior ao das crianças com DT (Christie & Slaughter, 2009).

Para a melhor compreensão sobre uma possível interação entre os distintos módulos representacionais, especificamente sobre as representações sensório-motoras e o conhecimento semântico-lexical das partes do corpo, seria interessante estudar se as alterações no funcionamento sensório-motor (supostamente relacionadas a déficits no esquema corporal) impactam sobre o desenvolvimento da imagem corporal. Assim, o presente estudo objetivou verificar o desempenho de uma amostra de crianças com DT e uma amostra de crianças com PCH em uma tarefa de fluência verbal sobre as partes do corpo. Através de uma análise utilizando a teoria dos grafos, utilizou-se uma abordagem *bottom-up* para investigar possíveis prejuízos na aquisição do conhecimento semântico-lexical sobre as partes do corpo nas crianças com PCH quando comparadas às crianças com DT. Especificamente, buscou-se investigar se as crianças com PCH apresentam um perfil representacional distinto do apresentado pelos grupos de crianças com DT em diferentes faixas etárias. Tal investigação se deu no intuito de verificar a influência das experiências sensório-motoras no desenvolvimento da imagem corporal em crianças.

## **4.2. Métodos**

### **4.2.1. Participantes**

Dois grupos de crianças participaram do presente estudo: crianças com desenvolvimento típico (grupo controle - DT) e crianças com paralisia cerebral hemiplégica (grupo PCH). As crianças com PCH foram recrutadas em centros de reabilitação de Belo Horizonte e região metropolitana (Minas Gerais, Brasil). As crianças com PCH apresentavam o diagnóstico clínico de PCH, ausência de epilepsia incontrolada e eram capazes de responder a comandos verbais simples. As crianças com desenvolvimento típico foram recrutadas em escolas públicas e particulares também de Belo Horizonte e região metropolitana (Minas Gerais, Brasil). Todos os participantes do grupo controle apresentavam desenvolvimento típico, sem atrasos no

desenvolvimento motor e da linguagem de acordo com o relato dos pais e/ou responsáveis. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A participação no estudo estava vinculada à autorização verbal das crianças e à assinatura dos responsáveis no termo de consentimento.

Ao todo, duzentas e setenta e seis crianças (251 crianças com DT e 25 crianças com PCH) foram recrutadas para o estudo. Após avaliação, trinta e quatro crianças com percentil menor do que 15 na tarefa de inteligência (Matrizes Coloridas Progressivas de Raven - Angelini, Alves, Custódio, Duarte & Duarte, 1999) e 13 crianças que obtiveram escores com desvio-padrão superior a 3, sendo considerados casos extremos na tarefa de fluência verbal das partes do corpo, foram excluídas das análises. Nenhuma criança do grupo PCH apresentou inteligência abaixo do percentil 15. Assim, a amostra final foi composta por 229 indivíduos, sendo 204 pertencentes ao grupo controle (idade entre 4-12 anos) e 25 ao grupo PCH (idade entre 7-15 anos). Os dados descritivos da amostra são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Dados descritivos da amostra.

	DT		PCH		$\chi^2$	df	p	w
<i>Sexo - n (%)</i>								
<i>Masculino</i>	89	38.9	14	6.1	1.378	1	>0.05	0.07
<i>Feminino</i>	115	50.2	11	4.8				
	<b>Média</b>	<b>dp</b>	<b>Média</b>	<b>dp</b>	<b>F</b>	<b>df</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2</math></b>
<i>Idade (meses)</i>	103	31.50	123.40	23.85	9.775	1;227	<0.05	0.041
<i>Raven (Escore z)</i>	0.38	0.82	-0.39	0.84	20.31	1;227	<0.01	0.082

As crianças pertencentes ao grupo DT foram divididas em três grupos etários da seguinte forma: 4-6 anos de idade (n=69; idade média =  $64.9 \pm 8.7$  meses de idade); 7-9 anos de idade (n=59; idade média =  $106.7 \pm 12.3$  meses de idade); 10-12 anos de idade (n=76; idade média =  $134.6 \pm 11.6$  meses de idade). Os três grupos foram pareados por sexo e inteligência ( $p > 0.05$ ). Essa divisão foi aplicada com o intuito de averiguar se as crianças com PCH apresentariam um perfil representacional equivalente ao apresentado pelos grupos etários distintos das crianças com DT.

## **4.2.2. Instrumentos**

### *4.2.2.1. Matrizes Coloridas Progressivas de Raven*

A inteligência geral foi avaliada através do teste psicológico Matrizes Coloridas Progressivas de Raven validado para a população brasileira (Angelini et al., 1999). As crianças com inteligência geral abaixo do percentil 15 não foram incluídas na amostra. As análises foram baseadas em escores z, calculados a partir das normas do manual.

### *4.2.2.2. Tarefa Fluência Verbal Semântica*

A tarefa de Fluência Verbal Semântica (Strauss, Sherman & Spreen, 2006) avalia a produção espontânea de palavras sob condições restritas de busca. O objetivo era que a criança produzisse, o mais rápido possível, durante 60 segundos, o maior número de exemplos da categoria semântica “partes do corpo”. Todas as palavras foram registradas: o total de palavras, o total de palavras corretas, o total de repetições e o total de erros produzidos por cada participante. Para as análises foram consideradas apenas as palavras corretas e repetidas. As crianças que apresentaram escores com diferença superior a 3 desvios-padrão foram excluídas das análises.

## **4.2.3. Procedimentos**

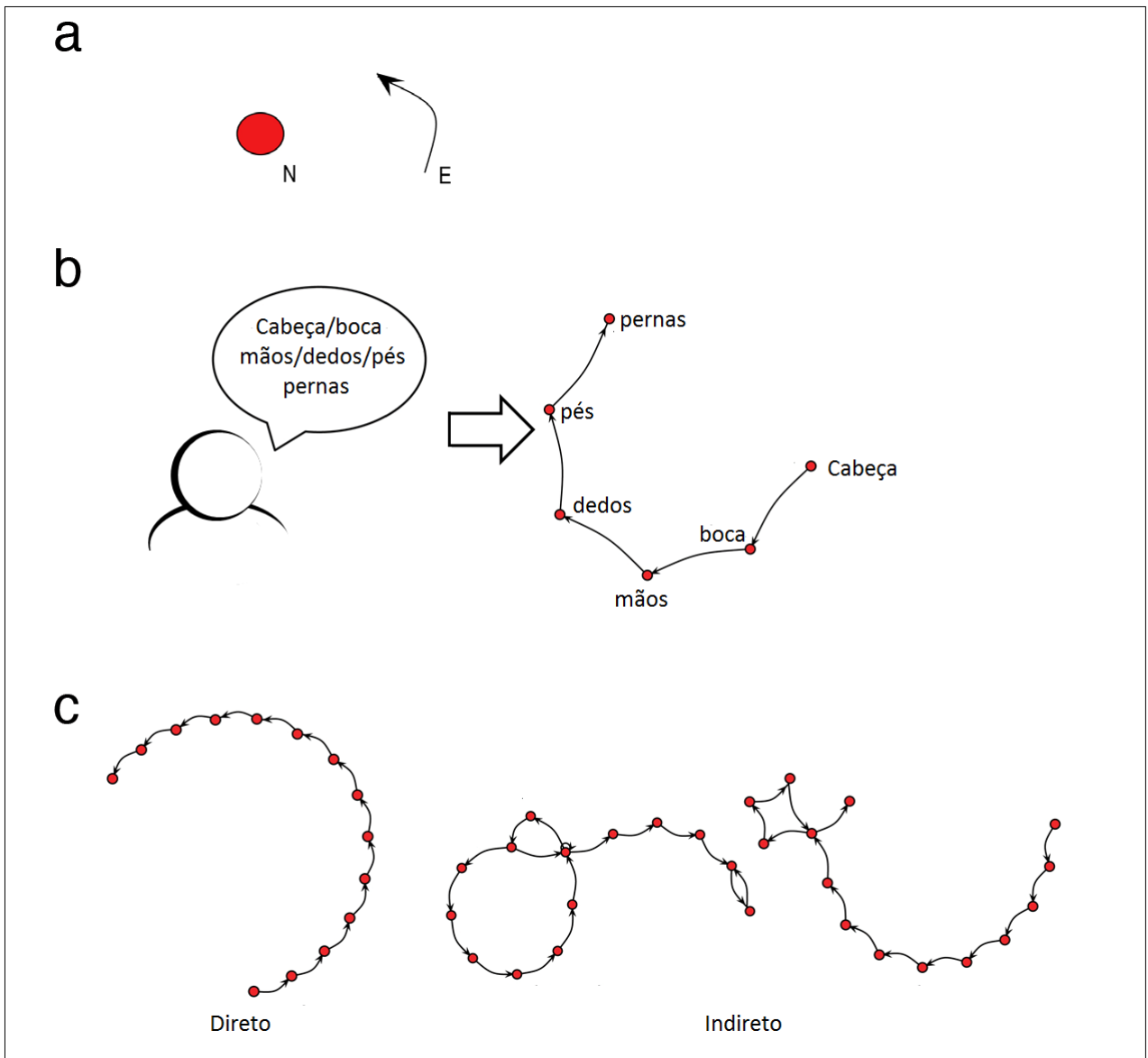
A coleta dos dados ocorreu nas escolas e nos centros de reabilitação dos participantes. Foram aplicados o teste de inteligência (Matrizes Coloridas Progressivas de Raven – Angelini et al., 1999) e a tarefa de fluência verbal semântica para a categoria “partes do corpo”. A avaliação da inteligência, bem como a aplicação da tarefa de fluência verbal, foi realizada por uma equipe de alunos de graduação em Psicologia, devidamente treinada.

#### **4.2.4. Análises gráficas**

A sequência de palavras produzida na tarefa de fluência verbal semântica foi representada como um grafo individual, usando o *software SpeechGraphs* (Mota et al., 2012). A estrutura gráfica representa as associações entre um conjunto de itens. A representação do grafo é expressa na forma de uma rede composta por nós e arestas, onde os nós representam os itens e as arestas, as ligações entre estes itens (Albert & Barabási, 2002; Lerner, Ogrocki & Thomas, 2009; Mota et al., 2012; Bertola et al., 2014). Dessa forma, os grafos são representados como um conjunto de pontos, cada um correspondendo a um nó, sendo que, se dois desses pontos apresentarem uma relação entre si, são unidos por uma linha, ou aresta (Figuras 1a e 1b).

Através do *software SpeechGraphs* foram calculados, além da soma de palavras corretas e repetições (CWR) obtida na tarefa de fluência verbal, seis atributos: número de nós (N); arestas (E); densidade (D - número de arestas dividido pelo número de arestas possíveis); diâmetro (DI - distância máxima entre os pares de nós) e a média do caminho mais curto entre os pares de nós (ASP - comprimento médio do trajeto mais curto entre pares de nós mais distantes em uma rede). Era esperado que os indivíduos produzissem grafos com arestas = N-1, de baixa densidade e com grandes distâncias, gerando grafos diretos. Quando há a repetição de palavras são gerados grafos  $E \geq N$  e de grande densidade (Figura 1c).

Além dos grafos individuais, foram criados grafos por grupos, formando quatro redes semânticas: DT 4-6 anos; DT 7-9 anos; DT 10-12 anos; e PCH. A partir das redes formadas, foram investigados os itens típicos pertencentes à categoria partes do corpo, considerando que os itens típicos são aqueles produzidos com maior frequência. Estes itens foram obtidos através da adoção dos núcleos das redes semânticas. A partir dos núcleos foi realizada uma análise qualitativa dos itens.



**Figura 1** – Representação da sequência de palavras produzidas através da teoria dos grafos. a) nós (N); arestas (E); b) Exemplo da sequência de palavras e sua reprodução no grafo; c) Sequência formando um grafo direto, sem repetição de palavras e sequência formando um grafo indireto, com repetição de palavras. Adaptado de Mota et al. (2012).

#### 4.2.5. Análises estatísticas

Uma vez que os grupos DT e PCH demonstraram diferenças em relação à inteligência, foi realizada a comparação dos parâmetros obtidos nos grafos formados na tarefa de

fluência verbal incluindo a inteligência como covariável através da análise de covariância pelo Modelo Linear Geral (ANCOVA). Valores de  $p$  menores que 0.05 foram considerados como significativos. A comparação dos efeitos principais foi feita utilizando o Bonferroni.

### **4.3. Resultados**

A apresentação dos resultados foi organizada de forma a manter uma sequência lógica, relacionada ao objetivo principal do presente estudo. Primeiramente serão descritos os resultados da análise de covariância (calculada para investigar diferenças significativas entre os grupos com relação aos parâmetros dos grafos produzidos através da fluência verbal sem a interferência da diferença da inteligência entre os grupos). Posteriormente, será apresentada a análise qualitativa dos núcleos das redes semânticas de cada grupo. Por fim, serão apresentados os resultados relacionados ao perfil de desempenho do grupo PCH na tarefa de fluência verbal das partes do corpo (representação da imagem corporal) comparado ao perfil dos demais grupos com DT.

#### **4.3.1. Parâmetros dos grafos**

A análise das categorias semânticas revelou diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre os grupos TD e PCH em cada um dos parâmetros estudados (Tabela 2). A comparação entre as variáveis demonstrou diferenças entre os grupos com relação ao número de palavras citadas (palavras repetidas e corretas), número de nós e arestas, densidade e diâmetro das redes, e média do caminho mais curto entre as palavras mais distantes. Conforme esperado, as crianças com desenvolvimento típico produziram grafos menos densos com maior número de nós e maiores diâmetros e ASP quando comparadas às crianças com PCH.

**Tabela 2** – Comparações entre os grupos com desenvolvimento típico e paralisia cerebral hemiplégica na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo) e ASG.

	DT	PCH	F	df	P	$\eta^2$
	Média (dp)					
<b>CWR</b>	14.57 (4.86)	10.72 (3.42)	8.816	2;226	<0.001	0.072
<b>N</b>	13.72 (4.52)	10.12 (2.94)	7.515	2;226	<0.005	0.062
<b>E</b>	13.40 (4.77)	9.72 (3.34)	6.959	2;226	<0.005	0.058
<b>D</b>	0.17 (0.06)	0.22 (0.06)	8.593	2;226	<0.001	0.071
<b>DI</b>	10.75 (4.54)	7.48 (2.53)	6.350	2;226	<0.005	0.053
<b>ASP</b>	4.32 (1.51)	3.20 (0.82)	6.707	2;226	<0.005	0.056

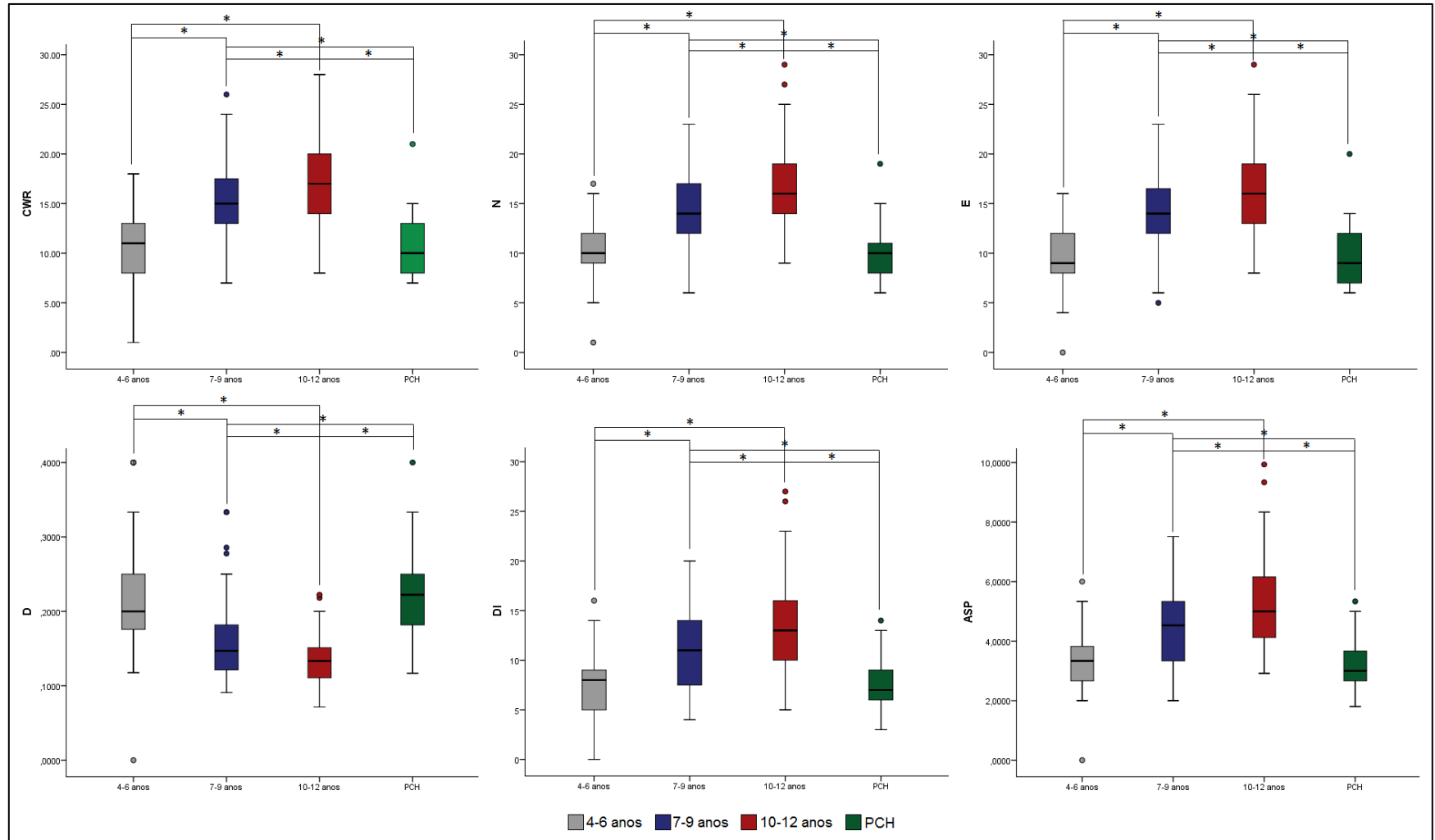
*CRW, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitions); N, nós; E, arestas (edges); D, densidade; DI, diâmetro; ASP, média do caminho mais curto (average shortest path).*

Os resultados das comparações entre os grupos TD 4-6 anos, TD 7-9 anos, TD 10-12 anos e PCH com relação à fluência verbal e aos atributos do *Speech Graphs* estão descritos na Tabela 3. A comparação entre as variáveis demonstrou diferenças entre os grupos com relação ao número de palavras citadas (palavras repetidas e corretas), maior número de nós, redes de menor densidade, mas com maior diâmetro e maior média do caminho mais curto, quando comparadas às crianças mais novas. Todas as faixas-etárias dos grupos TD diferiram estatisticamente entre si. A faixa-etária de 10-12 anos produziu grafos menos densos com maior número de nós e maiores diâmetros e ASP quando comparadas às crianças entre 7-6 e 4-6 anos. As crianças com idade entre 7-9 anos apresentaram parâmetros intermediários e que se diferiram estatisticamente dos parâmetros apresentados pelas crianças com idade entre 4-6 anos e 10-12 anos. Os parâmetros gráficos obtidos pelas crianças com PCH se diferiram estatisticamente dos parâmetros apresentados pelas crianças TD com idade entre 7-9 anos e 10-12 anos, porém foram estatisticamente equivalentes aos apresentados pelas crianças entre 4-6 anos de idade (Figura 2).

**Tabela 3** – Comparações entre os grupos na tarefa de fluência verbal (categoria partes do corpo) e ASG.

	DT 4-6 anos	DT 7-9 anos	DT 10-12 anos	PCH	F	df	p	$\eta^2$
	Média (dp)							
<b>CWR</b>	11.01 (3.60)	15.28 (3.89)	17.26 (4.59)	10.72 (3.42)	36.881	4;224	<0.001 <sup>a</sup>	0.357
<b>N</b>	10.23 (3.07)	14.12 (3.60)	16.58 (4.14)	10.12 (2.94)	34.376	4;224	<0.001 <sup>a</sup>	0.380
<b>E</b>	9.88 (3.44)	13.90 (3.85)	16.20 (4.45)	9.72 (3.34)	29.201	4;224	<0.001 <sup>a</sup>	0.343
<b>D</b>	0.21 (0.07)	0.16 (0.05)	0.13 (0.03)	0.22 (0.06)	26.683	4;224	<0.001 <sup>b</sup>	0.323
<b>DI</b>	7.80 (2.83)	10.93 (4.07)	13.29 (4.57)	7.48 (2.53)	22.968	4;224	<0.001 <sup>a</sup>	0.291
<b>ASP</b>	3.29 (0.97)	4.39 (1.33)	5.19 (1.48)	3.20 (0.82)	25.361	4;224	<0.001 <sup>a</sup>	0.312

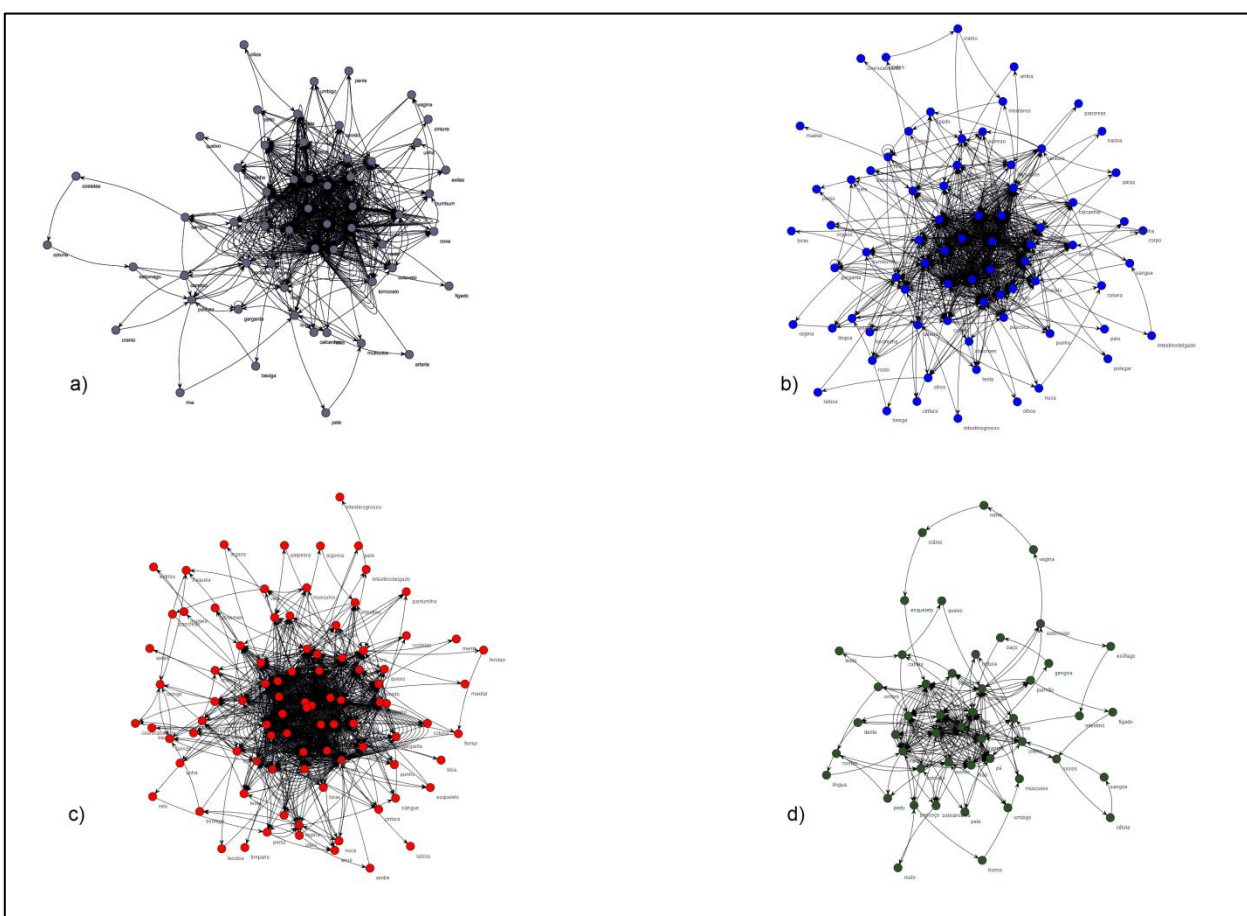
*CRW, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitions); N, nós; E, arestas (edges); D, densidade; DI, diâmetro; ASP, média do caminho mais curto (average shortest path). Post-hoc: <sup>a</sup>PCH = DT 4-6 anos < DT 7-9 anos < DT 10-12 anos; <sup>b</sup>PCH = DT 4-6 anos > DT 7-9 anos > DT 10-12 anos.*



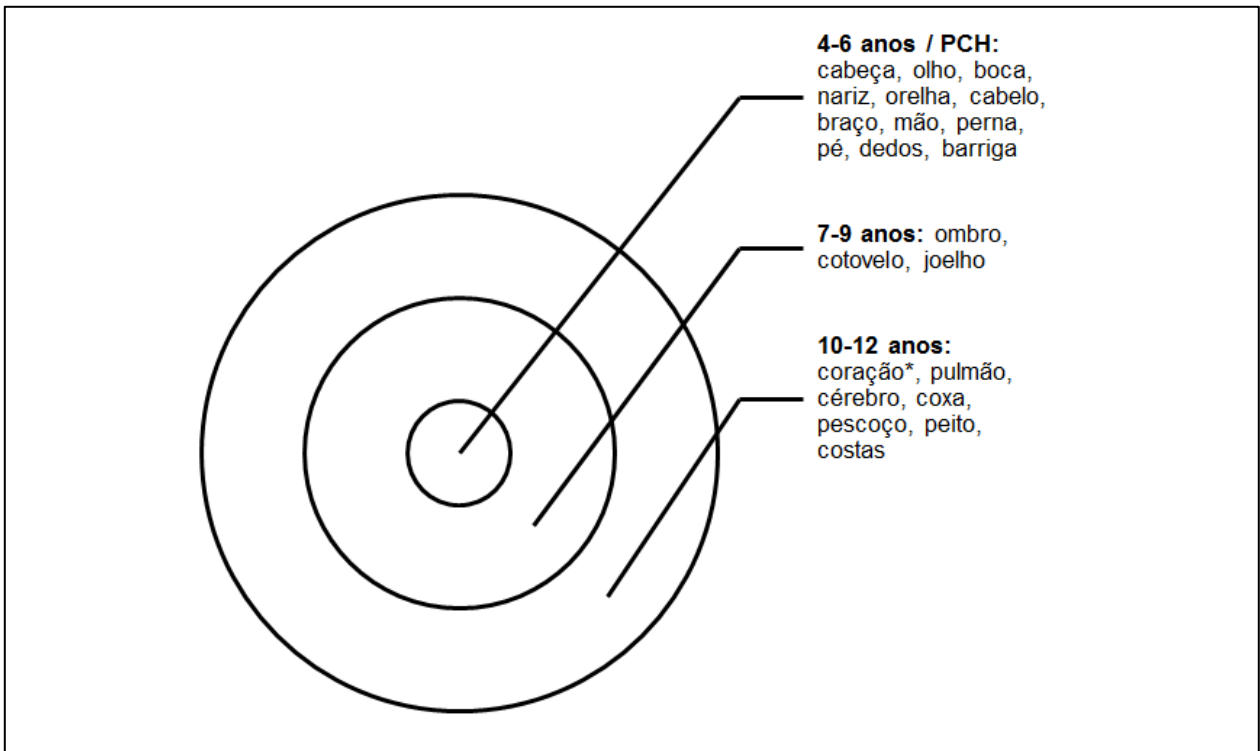
**Figura 2** – Diferenciação entre os grupos na tarefa de fluência verbal, categoria “partes do corpo”. *CRW*, palavras corretas e repetidas (correct words and repetitons); *N*, nós; *E*, arestas (edges); *D*, densidade; *DI*, diâmetro; *ASP*, média do caminho mais curto (average shortest path).

### 4.3.2. Núcleos das redes semânticas

As redes formadas pelos grupos são demonstradas na Figura 3. A partir das redes foram obtidos os núcleos semânticos. Os núcleos foram analisados de forma qualitativa, representando as partes do corpo citadas com maior frequência. A Figura 4 mostra as palavras que compuseram os núcleos das redes semânticas de cada um dos grupos. Foi possível observar que, para todas as crianças houve um núcleo central comum, independentemente do grupo ao qual elas faziam parte.



**Figura 3** – Redes semânticas da categoria partes do corpo formadas pelos grupos a partir da tarefa de fluência verbal. a) DT 4-6 anos; b) DT 7-9 anos; c) DT 10-12 anos; d) PCH.



**Figura 4** – Análise dos núcleos da rede semântica da categoria partes do corpo. \* coração também foi citado pelas crianças com PCH.

Nos grupos TD, à medida que a idade das crianças aumentou, foram acrescentadas palavras aos núcleos das redes, de forma que o núcleo central encontrado na faixa-etária mais jovem se manteve na faixa etária seguinte. Na categoria partes do corpo foi possível observar que as crianças com 4-6 anos de idade citaram principalmente estruturas da cabeça/face, braços, mãos, pernas e pés; as crianças com idade entre 7-9 anos citaram as estruturas da cabeça/face, braços, mãos, pernas, pés e também as articulações; as crianças entre 10-12 anos, além das palavras já citadas pelas crianças das faixas-etárias anteriores, citaram os órgãos internos e hierarquizaram os membros e as estruturas axiais.

O núcleo apresentado pelas crianças com PCH era composto pelas seguintes partes do corpo: cabelo, cabeça, olho, boca, nariz, orelha, braço, mão, perna, pé, dedos e coração. Assim, o grupo PCH citou as mesmas partes do corpo citadas pelo grupo TD 4-6 anos, exceto pelo coração, citado pelo grupo TD 10-12 anos. De maneira geral, as crianças com PCH, mesmo tendo idade maior que sete anos, apresentaram um perfil

representacional da imagem corporal equivalente ao perfil de crianças entre 4-6 anos de idade.

#### **4.4. Discussão**

O objetivo principal do presente estudo foi verificar o desempenho de uma amostra de crianças com DT e uma amostra de crianças com PCH em uma tarefa de fluência verbal sobre as partes do corpo. Especificamente, buscou-se investigar se as experiências sensório-motoras influenciam no desenvolvimento da imagem corporal em crianças.

Devido à diferença dos grupos DT e PCH com relação à inteligência, todas as análises de comparação de grupos controlaram a inteligência com o intuito de minimizar os efeitos de tal diferença. A análise feita através da teoria dos grafos evidenciou perfis distintos entre os grupos DT e PCH. Com relação à tarefa de fluência verbal e à análise das propriedades da rede semântica foi visto que os três grupos com DT obtiveram performances distintas. Ainda sobre estas análises, o desempenho das crianças com PCH foi inferior ao desempenho apresentado pelas crianças com DT com idade superior a sete anos, mas foi equivalente ao desempenho apresentado pelas crianças do grupo TD 4-6 anos.

Com relação aos núcleos semânticos produzidos, foi visto que as partes do corpo citadas pelas crianças mais novas eram comuns às duas faixas etárias subsequentes, sendo que o núcleo produzido pelas crianças com PCH foi similar ao do grupo TD 4-6 anos. Na sequência, estes resultados serão discutidos de forma detalhada.

##### **4.4.1. Efeitos da inteligência sobre os resultados**

Mesmo as crianças com PCH não apresentando déficits de inteligência, as crianças com PCH apresentaram pior desempenho intelectual quando comparadas às crianças com DT. Os déficits cognitivos na PCH representam um problema recorrente na interpretação dos resultados de estudos neuropsicológicos porque, mesmo normal, a

inteligência de crianças com PCH é baixa (Levine, Kraus, Alexander, Suriyakham, & Huttenlocher, 2005; Trauner, Nass, & Ballantyne, 2001). Outros estudos encontraram efeitos de magnitude moderados e grandes ao compararem a inteligência média de crianças com PCH e crianças com DT (Ashcraft, Yamashita, & Aram, 1992; Stiles, Trauner, Engel & Nass, 1997; Tillema et al., 2008; Thevenot et al., 2014; Trauner et al., 2001; Trauner, 2003). No entanto, buscou-se controlar estatisticamente os efeitos da inteligência sobre os resultados na tarefa avaliada.

#### ***4.4.2. Diferenças nas características estruturais das redes***

A análise feita através da teoria dos grafos evidenciou perfis distintos entre os grupos DT e PCH, sendo o desempenho das crianças com PCH equivalente ao apresentado pelas crianças do grupo TD 4-6 anos e inferior ao apresentado pelas crianças com DT com idade superior a sete anos. Esses resultados indicam que as redes produzidas pelos grupos TD 7-9 anos e TD 10-12 anos foram mais diretas, com menor repetição de palavras, resultando em redes menos densas. Além do aumento do vocabulário, é possível considerar estes grupos tenham apresentado redes com tais características devido ao estabelecimento de relações de funcionalidade entre as partes do corpo. O mesmo não ocorreu com as crianças com PCH, que mantiveram as características apresentadas ao início do desenvolvimento. Tal achado pode ser interpretado como consequência da redução da interação dessas crianças com o ambiente, decorrente das implicações da lesão cerebral.

Mesmo sendo inferiores, as características estruturais das redes semânticas dos grupos TD 4-anos e PCH demonstram que as conexões formadas não são aleatórias, já que os grafos possuíam alguns nós com muitas conexões e muito mais nós com poucas conexões. A conservação de tais propriedades gráficas para os quatro grupos sugere que os mecanismos básicos da fluência categorial são similares entre os grupos (Lerner, Ogrocki & Thomas, 2009), o que valida as análises exploratórias relativas à evolução dos núcleos semânticos.

#### **4.4.3. Conhecimento semântico-lexical em crianças com desenvolvimento típico e crianças com PCH**

Os resultados do presente estudo foram similares aos reportados na literatura. Para todos os grupos de crianças com TD foram acrescentadas palavras aos núcleos das redes à medida que a idade aumentava. As crianças com 4-6 anos de idade citaram principalmente estruturas da cabeça/face e os membros de forma não hierarquizada (braços, mãos, pernas e pés – não dividindo o membro superior em ombro, braço, cotovelo, antebraço, punho, etc).

Este padrão de reconhecimento do corpo também foi observado no estudo de Witt, Cermak & Coster (1990). Ao aplicarem uma tarefa de identificação das partes do corpo, os autores viram que olhos, nariz, boca e cabelos são apreendidos primeiramente por crianças com DT. Ayres (1961) e Reeves (1985) consideram que os inputs sensoriais são importantes para o desenvolvimento do esquema corporal, assim, as partes do corpo que recebem inputs em maior quantidade e mais precocemente são aprendidas primeiramente. Além das estruturas localizadas na face; mãos, pés e dedos também foram citados pelas crianças mais jovens (Witt et al., 1990). Aqui, novamente é observada a importância dos *inputs* sensoriais para o conhecimento corporal, já que a exploração tátil dessas partes do corpo ocorre precocemente durante o desenvolvimento infantil.

Resultados similares foram descritos por Camões-Costa, Erjavec e Home (2011). Além de listarem as partes do corpo mais reconhecidas pelas crianças, Camões-Costa e colaboradores (2011) mostraram, através de análises correlacionais, que as partes do corpo mais citadas pelas crianças são as estruturas de maior representatividade no córtex sensorial. Esse resultado reforça a ideia de que os *inputs* sensoriais são determinantes para a consciência corporal.

As crianças com idade entre 7-9 anos citaram, além das estruturas citadas pelas crianças com idade entre 4-6 anos, as articulações. Entre sete e onze anos de idade, as crianças estão em um período de consolidação e aperfeiçoamento dos padrões básicos

de movimentos desenvolvidos na primeira infância (Eckert, 1993). Assim, nessa faixa etária ocorre o refinamento de padrões motores básicos, adaptação de padrões motores, melhora da coordenação e controle motor. Para acompanhar o aperfeiçoamento das novas experiências sensório-motoras da criança, é necessário o aumento dos inputs táteis, cinestésicos, proprioceptivos, vestibulares e visuais. Como essas sensações contribuem para a percepção corporal e o desenvolvimento do esquema corporal, Witt e colaboradores (1990) acreditam que esse aumento dos *inputs* sensoriais repercute na maior habilidade em identificar as partes do corpo (descrição estrutural do corpo).

Apenas aos 10-12 anos as crianças acrescentaram os órgãos internos e hierarquizaram os membros e as estruturas axiais. Slaughter & Heron (2004) acreditam que o conhecimento visuo-espacial do corpo (descrição estrutural do corpo) representa um fator determinante para o desenvolvimento do conhecimento semântico-lexical das partes do corpo (imagem corporal). Seguindo essa linha, é possível sugerir que os órgãos internos seriam aprendidos mais tardiamente por não serem estruturas visíveis. No entanto, Camões-Costa e colaboradores (2011) refutam tal hipótese, argumentando que as crianças não são capazes de visualizar a própria face, e mesmo assim, desde muito novas, elas apresentam ótimo desempenho relacionado ao reconhecimento das estruturas faciais. A literatura também indica que o conhecimento funcional de algumas partes internas do corpo se dá a partir da aprendizagem formal sobre a biologia do corpo humano (Inagaki & Hatano, 2002; Jaakkola & Slaughter, 2002). Com relação às influências dos *inputs* visuais sobre o conhecimento semântico-lexical das partes do corpo, seria interessante a realização de um estudo com crianças portadoras de deficiência visual para confirmar qual das hipóteses é verdadeira.

A hierarquização de algumas estruturas axiais (como a divisão do tronco em pescoço, peito e costas) ocorre mais tardiamente, provavelmente porque as partes do corpo mais salientes e visíveis são mais identificáveis, além de possuírem funções facilmente observáveis e, por isso, são aprendidas primeiro do que outras partes (Jaakkola & Slaughter, 2002). Além disso, esse resultado pode ser decorrente de influências

culturais relacionadas à aprendizagem formal sobre o corpo humano. Isso porque estudos sugerem que as partes do corpo de grande funcionalidade podem ser segmentadas em função da linguagem, sendo que a divisão das partes do corpo pode variar entre os diferentes idiomas (Enfield, 2006; Majid, 2010).

Com relação às crianças com PCH, apesar de terem idade superior a sete anos, elas apresentaram um perfil representacional equivalente ao perfil das crianças entre 4-6 anos de idade. Esse resultado sugere um atraso no conhecimento semântico-lexical em crianças com PCH. Em seu estudo, Christie & Slaughter (2009) viram que as crianças com lesão cerebral apresentam desempenho inferior ao das crianças com desenvolvimento típico em tarefas relacionadas à representação corporal, porém não foram encontrados outros estudos comparando crianças com PCH e crianças com DT mais novas.

#### ***4.4.4. Perfil representacional das crianças com PCH: influência das alterações sensório-motoras?***

Os resultados encontrados mostram que as crianças com PCH apresentaram um conhecimento semântico-lexical similar ao apresentado por crianças com DT ao início do desenvolvimento. Este pode ser um indicativo de que as crianças com PCH possuem um atraso na aquisição da percepção do corpo, permitindo sugerir a influência das representações sensório-motoras sobre as representações semântico-lexicais do corpo.

Seria esperado que as articulações fizessem parte do núcleo semântico das crianças com PCH, já que fizeram parte do repertório semântico-lexical das crianças da mesma idade. No entanto, isso não ocorreu. Este é um aspecto importante, já que as articulações podem representar um ponto de referência para a segmentação das partes do corpo (de Vignemont; Majid; Jola & Haggard, 2009), possibilitando um conhecimento mais detalhado sobre as estruturas do corpo humano. Para de Vignemont e colaboradores (2009), a segmentação do corpo em partes pode derivar da organização do sistema proprioceptivo, da organização do sistema motor, ou de fatores perceptuais

– como a descontinuidade visual das partes do corpo. Estas evidências justificam a descontinuidade no padrão do desenvolvimento da imagem corporal apresentado pelas crianças com PCH no que diz respeito à inclusão das articulações no repertório semântico-lexical encontrado, já que elas conhecidamente apresentam alterações em todos estes sistemas.

Ainda de acordo com este ponto de vista, a atividade motora estrutura as representações mentais do corpo em unidades funcionais, de acordo com as partes do corpo que se movem em conjunto. Além de representarem pontos de referência anatômica, as articulações constituem a base cinesiológica do movimento. É possível que as dificuldades no controle do movimento, frequentemente apresentadas pelas crianças com PCH, influenciem no desempenho funcional das mesmas, o que restringe novas experiências sensório-motoras, criando um ciclo-vicioso.

Para o ato motor eficaz, por exemplo, durante a manipulação de objetos, é necessário conhecer o posicionamento e a configuração da extremidade superior, a fim de evitar posturas desconfortáveis ou que impossibilitem o movimento. Estudos sobre planejamento motor na PCH sugerem o comprometimento do planejamento em jovens adolescentes com PC (Mutsaarts, Steenbergen & Bekkering, 2006; Mutsaarts, Steenbergen, Meulenbroek 2004; Steenbergen, Meulenbroek & Rosenbaum, 2004). Levando em consideração as evidências do comprometimento do planejamento motor na PCH e os resultados do presente estudo, é possível sugerir que o conhecimento semântico-lexical das partes do corpo seja derivado das influências *bottom-up*, onde mais uma vez é reforçada a hipótese de que a integridade esquema corporal se relaciona com o desenvolvimento normal da imagem corporal.

#### **4.5. Conclusão**

Nossos resultados sugerem que as representações corporais são construídas de forma progressiva e interativa ao longo do desenvolvimento infantil. Especificamente, é apontado que as representações sensório-motoras são a base para as representações semântico-lexicais. Isso porque foram encontradas diferenças estatísticas (relacionadas

aos parâmetros gráficos) e qualitativas (relacionadas aos núcleos das redes semânticas) entre os grupos, apontando um atraso no desenvolvimento semântico-lexical nas crianças com PCH. O presente estudo é pioneiro na investigação das interações entre os níveis representacionais em crianças com transtornos do desenvolvimento. Os resultados aqui apresentados são, portanto, compatíveis com um modelo interativo, segundo o qual eventuais influências *top-down* na organização categorial interagem com as experiências sensório-motoras (influências *bottom-up*).

A possibilidade de as representações sensoriais interagirem entre si possui implicações clínicas. A principal delas é a importância de diagnosticar o déficit apresentado, caracterizar precisamente os mecanismos cognitivos envolvidos e utilizar essas informações para programar as intervenções de forma eficaz para essa população. Provavelmente, as crianças com PCH necessitam de protocolos de reabilitação que vão além dos atualmente propostos. Por isso, estudos futuros devem ser realizados no sentido de testar as hipóteses aqui levantadas.

Algumas limitações do presente estudo devem ser pontuadas. Uma delas refere-se ao número de crianças que compuseram o grupo com PCH. Seria importante ampliar a amostra e também criar grupos da mesma forma como foi feito com o grupo com DT. Outra limitação importante diz respeito à utilização de um desenho transversal para levantar diferenças de desempenho em perfis etários entre os grupos. Assim, seria possível investigar o desenvolvimento da imagem corporal nas crianças com PCH, já que o modelo de pesquisa do presente estudo restringe inferências sobre as mudanças longitudinais no desenvolvimento infantil.

Apesar destas limitações, este estudo apontou questões importantes no que se refere ao desenvolvimento da imagem corporal em crianças com DT e com PCH. Estes resultados auxiliarão na elaboração de estudos futuros sobre o desenvolvimento representacional nestas crianças.

#### 4.6. Referências

- de Ajuriaguerra, J. & Stucki, J. D. (1969). Developmental disorders of the body schema. In M. Critchley, & J. A. M. Frederiks (Eds.) Disorders of speech, perception, and symbolic behavior. In P. J. Vinken & G. W. Bruyn (Eds.) Handbook of clinical neurology. Vol. 4 (pp. 392-406). Amsterdam: North Holland, New York: Wiley.
- Albert, R., & Barabási, A. L. (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of modern physics*, 74(1), 47.
- Angelini, A. L., Alves, I. C. B., Custódio, E. M., Duarte, W. F. & Duarte, J. L. M. (1999). *Matrizes Progressivas Coloridas de Raven: Escala Especial*. Manual. São Paulo: CETEPP.
- Ashcraft, M. H., Yamashita, T. S., & Aram, D. M. (1992). Mathematics performance in left and right brain-lesioned children and adolescents. *Brain and Cognition*, 19(2), 208-252.
- Auclair, L., & Jambaqué, I. (2014). Lexical-semantic body knowledge in 5-to 11-year-old children: How spatial body representation influences body semantics. *Child Neuropsychology*, 21(4), 451-464.
- Ayres, A. J. (1961). Development of the body scheme in children. *The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association*, 15, 99-102.
- Bahrack, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive–visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental Psychology*, 21(6), 963.

- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., ... & Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(08), 571-576.
- Bertola, L., Mota, N. B., Copelli, M., Rivero, T., Diniz, B. S., Romano-Silva, M. A., Ribeiro, S. & Malloy-Diniz, L. F. (2014). Graph analysis of verbal fluency test discriminate between patients with Alzheimer's disease, mild cognitive impairment and normal elderly controls. *Frontiers in aging neuroscience*, 6.
- Buxbaum, L. J., & Coslett, H. B. (2001). Specialised structural descriptions for human body parts: Evidence from autotopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 18(4), 289-306.
- Camões-Costa, V., Erjavec, M., & Horne, P. J. (2011). Comprehension and production of body part labels in 2-to 3-year-old children. *British Journal of Developmental Psychology*, 29(3), 552-571.
- Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(12), 816-824.
- Cans, C., Surman, G., McManus, V., Coghlan, D., Hensey, O., & Johnson, A. (2004, March). Cerebral palsy registries. In *Seminars in pediatric neurology* (Vol. 11, No. 1, pp. 18-23). WB Saunders.
- Christie, T., & Slaughter, V. (2009). Exploring links between sensorimotor and visuospatial body representations in infancy. *Developmental neuropsychology*, 34(4), 448-460.
- Coslett, H. B. (2013). Body Representations: Updating a Classic Concept. *The Roots of Cognitive Neuroscience: Behavioral Neurology and Neuropsychology*, 221.

- Coslett, H. B., Saffran, E. M., & Schwoebel, J. (2002). Knowledge of the human body A distinct semantic domain. *Neurology*, *59*(3), 357-363.
- Eckert, H. M. (1993). *Desenvolvimento motor*. (3a ed.). São Paulo: Manole.
- Enfield, N. J. (2006). Elicitation guide on parts of the body. *Language Sciences*, *28*, 148–157.
- Fontes, Patrícia L. B., Moura, Ricardo, & Haase, Vitor Geraldi. (2014). Evaluation of body representation in children with hemiplegic cerebral palsy: toward the development of a neuropsychological test battery. *Psychology & Neuroscience*, *7*(2), 139-149.
- Gialanella, B., Monguzzi, V., Santoro, R., & Rocchi, S. (2005). Functional recovery after hemiplegia in patients with neglect: the rehabilitative role of anosognosia. *Stroke*, *36*, 2687-2690.
- Goldenberg, G. (2003). Disorders of body perception and representation. In T. E. Feinberg & M. J. Farah (eds.), *Behavioral neurology and neuropsychology* (2nd ed. pp. 285–294). New York: McGraw Hill.
- Haggard, P., & Wolpert, D. M. (2005). Disorders of body scheme. In *In Freund, HJ, Jeannerod, M., Hallett, M., Leiguarda R.,(Eds.), Higher-Order Motor Disorders*.
- Hoare, B. J., Wasiak, J., Imms, C., & Carey, L. (2007). Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev*, *2*.
- Houwink, A., Geerdink, Y. A., Steenbergen, B., Geurts, A. C., & Aarts, P. (2013). Assessment of upper-limb capacity, performance, and developmental disregard in children with cerebral palsy: validity and reliability of the revised Video-Observation

- Aarts and Aarts module: Determine Developmental Disregard (VOAA-DDD-R). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(1), 76-82.
- Inagaki, K. & Hatano, G. (2006). Young children's conception of the biological word. *Current Directions in Psychological Science*, 15 (4), 177-181.
- Jaakkola, R. O., & Slaughter, V. (2002). Children's body knowledge: Understanding life'as a biological goal. *British Journal of Developmental Psychology*, 20 (3), 325-342.
- Katz, N., Cermak, S., & Shamir, Y. (1998). Unilateral neglect in children with hemiplegic cerebral palsy. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 539-550.
- Lerner, A. J., Ogrocki, P. K., & Thomas, P. J. (2009). Network graph analysis of category fluency testing. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 22(1), 45-52.
- Levine, S. C., Kraus, R., Alexander, E., Suriyakham, L. W., & Huttenlocher, P. R. (2005). IQ decline following early unilateral brain injury: a longitudinal study. *Brain and Cognition*, 59(2), 114-123.
- Majid, A. (2010). Words for parts of the body. In B. C. Malt & P. Wolff (Eds.), *Words and the mind: How words capture human experience* (pp. 58–71). New York, NY: Oxford University Press.
- Mota, N. B., Vasconcelos, N. A., Lemos, N., Pieretti, A. C., Kinouchi, O., Cecchi, G. A., Copelli, M. & Ribeiro, S. (2012). Speech graphs provide a quantitative measure of thought disorder in psychosis. *PlosOne*, 7(4):e34928.
- Mutsaerts, M., Steenbergen, B., & Meulenbroek, R. (2004). A detailed analysis of the planning and execution of prehension movements by three adolescents with spastic hemiparesis due to cerebral palsy. *Experimental brain research*, 156(3), 293-304.

- Mutsaerts, M., Steenbergen, B., & Bekkering, H. (2006). Anticipatory planning deficits and task context effects in hemiparetic cerebral palsy. *Experimental Brain Research, 172*(2), 151-162.
- Punt, T. D., & Riddoch, M. J. (2006). Motor neglect: implications for movement and rehabilitation following stroke. *Disability and Rehabilitation, 28*(13-14), 857-864.
- Reed, C. L. (2002). What is the body schema? In A. N. Meltzoff & W. Prinz (eds.), *The imitative mind: Development, evolution and brain bases* (pp. 233–243). Cambridge: Cambridge University Press.
- Reeves, G. D. (1985). Influence of somatic activity on body scheme. *Sensory Integration Special Interest Section Newsletter, 8*, 1-2.
- Rochat, P., & Morgan, R. (1995). Spatial determinants in the perception of self-produced leg movements in 3-to 5-month-old infants. *Developmental Psychology, 31*(4), 626.
- Schwoebel, J., Buxbaum, L. J., & Coslett, H. B. (2004). Representations of the human body in the production and imitation of complex movements. *Cognitive Neuropsychology, 21*, 285-298.
- Schwoebel, J., & Coslett, H. B. (2005). Evidence for multiple, distinct representations of the human body. *Journal of cognitive neuroscience, 17*(4), 543-553.
- Shevell, M. I., Dagenais, L., & Hall, N. (2009). Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. *Neurology, 72*(24), 2090-2096.
- Simons, J., & Dedroog, I. (2009). Body awareness in children with mental retardation. *Research in Developmental Disabilities, 30*, 1343-1353. doi: 10.1016/j.ridd.2009.06.001

- Simons, J., Leitschuh, C., Raymaekers, A., & Vandenbussche, I. (2011). Body awareness in preschool children with psychiatric disorder. *Research in Developmental Disabilities, 32*, 1623-1630. doi: 10.1016/j.ridd.2011.02.011
- Sirigu, A., Duhamel, J. R., Cohen, L., Pillon, B., Dubois, B., & Agid, Y. (1996). The mental representation of hand movements after parietal cortex damage. *Science, 273*(5281), 1564-1568.
- Sirigu, A., Grafman, J., Bressler, K., & Sunderland, T. (1991). Multiple representations contribute to body knowledge processing. *Brain, 114*(1), 629-642.
- Slaughter, V., Heron-Delaney, M., & Christie, T. (2012). Developing expertise in human body perception. In V. Slaughter, & C. Brownell (Eds.), *Early development of body representations* (pp. 81–100). Cambridge: Cambridge University Press.
- Slaughter, V., Heron, M., Jenkins, L., Tilse, E., Müller, U., & Liebermann, D. (2004). Origins and early development of human body knowledge. *Monographs of the Society for Research in Child Development, i*-113.
- Slaughter, V., Heron, M., & Sim, S. (2002). Development of preferences for the human body shape in infancy. *Cognition, 85*(3), B71-B81.
- Steenbergen, B., Meulenbroek, R. G., & Rosenbaum, D. A. (2004). Constraints on grip selection in hemiparetic cerebral palsy: effects of lesional side, end-point accuracy, and context. *Cognitive Brain Research, 19*(2), 145-159.
- Strauss, Sherman & Spreen (2006). *A compendium of neuropsychological tests:/ administration, norms, and commentary* (3a. ed.). New York: Oxford University Press.

- Stiles, J., Trauner, D., Engel, M., & Nass, R. (1997). The development of drawing in children with congenital focal brain injury: Evidence for limited functional recovery. *Neuropsychologia*, *35*(3), 299-312.
- Swaiman, K. F. & Wu, Y. W. (2012). Cerebral palsy. In K. F. Swaiman, S. Ashwal, D. M. Ferriero & N. F. Schor (Eds.) *Swaiman's pediatric neurology. Principles and Practice* (5th ed., pp. 999-1008). Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Thevenot, C., Castel, C., Danjon, J., Renaud, O., Ballaz, C., Baggioni, L., & Fluss, J. (2014). Numerical Abilities in Children With Congenital Hemiplegia: An Investigation of the Role of Finger Use in Number Processing. *Developmental neuropsychology*, *39*(2), 88-100
- Tillema, J. M., Byars, A. W., Jacola, L. M., Schapiro, M. B., Schmithorst, V. J., Szaflarski, J. P., & Holland, S. K. (2008). Reprint of "Cortical reorganization of language functioning following perinatal left MCA stroke"[*Brain and Language* 105 (2008) 99–111]. *Brain and language*, *106*(3), 184-194.
- Trauner, D. A. (2003). Hemispatial neglect in young children with early unilateral brain damage. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *45*(3), 160-166.
- Trauner, D. A., Nass, R., & Ballantyne, A. (2001). Behavioural profiles of children and adolescents after pre-or perinatal unilateral brain damage. *Brain*, *124*(5), 995-1002.
- de Vignemont, F., Majid, A., Jola, C., & Haggard, P. (2009). Segmenting the body into parts: evidence from biases in tactile perception. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62*(3), 500-512.
- Winter, S., Autry, A., Boyle, C., & Yeargin-Allsopp, M. (2002). Trends in the prevalence of cerebral palsy in a population-based study. *Pediatrics*, *110*(6), 1220-1225.

Witt, A., Cermak, S., & Coster, W. (1990). Body part identification in 1-to 2-year-old children. *American Journal of Occupational Therapy*, 44(2), 147-153.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve como objetivo investigar o desenvolvimento e a interação entre as representações do corpo ao longo do desenvolvimento infantil. O primeiro estudo, conduzido com crianças com desenvolvimento típico, demonstrou que, ao longo do desenvolvimento infantil as crianças passam a nomear um maior número de partes do corpo. Interessantemente, os núcleos semânticos produzidos pelas crianças mais novas eram compostos por palavras comuns a todas as faixas etárias subsequentes. Inicialmente foram nomeadas as estruturas da cabeça/face, mãos, braços, pés e pernas; seguidos pelas articulações; chegando aos órgãos internos. Estudos corroboram esse achado (Auclair & Jambaqué, 2014; Camões-Costa, Erjavec & Home, 2011; Witt, Cermak & Coster, 1990), reforçando a hipótese de que o conhecimento sensório-motor é essencial para o conhecimento do corpo.

Os resultados do segundo estudo foram consistentes com os do primeiro estudo, elucidando que as representações sensório-motoras são a base para as representações semântico-lexicais. Isso porque as crianças com PCH participantes do estudo, apesar de terem idade superior a sete anos, apresentaram um perfil representacional equivalente ao das crianças entre 4-6 anos de idade, tanto na análise estatística dos parâmetros gráficos, quanto na análise qualitativa dos núcleos semânticos produzidos.

Os estudos possuem algumas limitações, entretanto, seus resultados podem ser considerados passos importantes para a compreensão do desenvolvimento da representação corporal. Novas pesquisas devem ser realizadas com o intuito de confirmar as hipóteses aqui levantadas. Pesquisas com a participação de crianças com déficits visuais e/ou com amputação congênita dos membros devem ajudar a esclarecer melhor a influência das representações sensório-motoras sobre as demais formas de representação corporal. Descobertas nesse sentido ainda são escassas na literatura. Outro aspecto importante diz respeito aos grafos produzidos. As redes formadas contêm relações de conexão direta os nós, não possibilitando o cálculo da distância

semântica entre eles. Estudos futuros devem ser feitos baseados na ligação temporal entre os nós, buscando representar a relação entre as partes do corpo, o que validará os achados dos estudos aqui apresentados.

### **5.1. Referências**

- Auclair, L., & Jambaqué, I. (2014). Lexical-semantic body knowledge in 5-to 11-year-old children: How spatial body representation influences body semantics. *Child Neuropsychology*, 21(4), 451-464.
- Camões-Costa, V., Erjavec, M., & Horne, P. J. (2011). Comprehension and production of body part labels in 2-to 3-year-old children. *British Journal of Developmental Psychology*, 29(3), 552-571.
- Witt, A., Cermak, S., & Coster, W. (1990). Body part identification in 1-to 2-year-old children. *American Journal of Occupational Therapy*, 44(2), 147-153.

**ANEXO I – Parecer do Comitê de Ética**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

**Parecer nº. ETIC 42/08**

**Interessado(a): Prof. Vitor Geraldi Haase  
Departamento de Psicologia  
Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 16 de maio de 2008, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Discalculia do desenvolvimento em crianças de idade escolar: triagem populacional e caracterização de aspectos cognitivos e genético-moleculares**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral  
Coordenadora do COEP-UFMG**