

**Experiência Interdisciplinar: Linguística x Fonoaudiologia**

# **Um convite à linguística, à fonoaudiologia, à neurologia, enfim... à interdisciplinaridade em prol da neurociência da linguagem**

*Fernanda Botinhão Marques*

Doutora em Linguística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Passado um mês da defesa do doutorado em Linguística, fui convidada pelos colegas do Programa de Pós-Graduação em Linguística, da Faculdade de Letras da UFRJ a contar sobre a experiência ímpar por qual passei: aprofundar meus conhecimentos sobre *linguística e, principalmente, como a linguística poderá auxiliar a atuação Fonoaudiológica*. Primeiramente, para situar os leitores, concluí minha graduação em Fonoaudiologia pela UFRJ em 2006 – graduação ministrada pela Faculdade de Medicina desde 1994 – posteriormente, ingressei nos programas de mestrado e doutorado em Linguística da mesma Universidade.

Essa reflexão me transportou ao passado. No início da graduação em Fonoaudiologia, os docentes da área da saúde reforçavam aos graduandos e a mim, o quanto a Fonoaudiologia é importante para a reabilitação dos transtornos que acometem à faculdade da linguagem (o atraso no desenvolvimento da fala, os desvios fonéticos/fonológicos, os distúrbio específico da língua, a alteração da linguagem por alguma síndrome, o próprio transtorno do espectro autista e a Síndrome de Asperger, sequelas por acidente vascular encefálico e o traumatismo craniano), à produção da fala e voz, às habilidades de deglutição e audição. Começávamos a adquirir os conhecimentos mais básicos (desde tipos celulares; bombas de sódio e potássio; fisiologias ou sistemas neurológico, cardiológico, renal, respiratório dentre outros) e também os mais específicos para que fossemos apresentados aos conceitos das alterações de linguagem. Também, atentaram-nos que, para compreendermos o funcionamento desses sistemas, dito normal/adequado, precisávamos compara-lo com o funcionamento dito inadequado.

Dentre os sistemas supracitados, o sistema neurológico foi a fisiologia que mais me chamou atenção, certamente, por nele ainda existir muitas entranhas obscuras dignas de serem desvendadas, conter subsistemas que coordenam os demais e, principalmente para mim, ser a representação física do pensamento, da linguagem e da mente, amplamente estudada pelo linguista Noam Chomsky, desde o final da primeira metade do século passado (CHOMSKY, 1984).

A minha introdução às teorias linguísticas se iniciou no mesmo período dos estudos neuro-anatomo-fisiológicos básicos. Muitas disciplinas oferecidas pelo Departamento de Linguística (Introdução a Linguística; Fonética e Fonologia; Semântica e Pragmática; Sintaxe; Sociolinguística; Psicolinguística; Neurolinguística) foram e continuam sendo fundamentais para a formação do profissional que se dedicará a reabilitar a faculdade da linguagem que se encontra com alguma categoria linguística alterada (fonologia, sintaxe e semântica).

Desde então, muitas *peças* me desafiavam e instigavam, criando na minha mente um verdadeiro quebra-cabeça: *como poderia milhares de conexões sinápticas, neurotransmissores, especificações neuronais – fisiologicamente habilidades microscópicas – serem capazes de se organizarem e permitirem o surgimento da linguagem?* Com muita cautela, lembrei-me de um conhecimento prévio: da evolução das espécies, principalmente, ao longo da evolução humana, tudo foi perfeitamente arquitetado e moldado para esta função.

A faculdade da linguagem humana é uma adaptação e evolução das estruturas neurais que passaram por reorganizações ao longo dos cem mil anos. As diferentes espécies de animais passam por períodos críticos em que, através da interação com o meio ambiente e o indivíduo adulto da espécie, adquirem uma forma de comunicação conforme a sua organização neural lhes permite (BERWICK et al., 2013).

Conscientemente, outro conflito adejou minha mente: historicamente, Linguística e Neurociência são ciências bastante antigas, cada uma com seus modelos teóricos bastante sofisticados e independentes. Resumidamente, de um lado, a Linguística faz uma descrição pormenorizada das computações linguísticas. Isto é, explica a existência de morfemas abstratos (raiz, categorizadores) de uma língua, dados pela gramática universal (genes inatos e *input* linguístico de uma

língua<sup>1</sup>). Há ocorrência de operações sintáticas – por fase – de concatenar, mover e copiar cada peça, inserção de itens de vocabulários com reajustes e regras fonológicas que são verificados e se estiver tudo certo, o léxico do item é acionado na Enciclopédia. (CHOMSKY, 1984; HALLE & MARANTZ 1993; BERWICK et al., 2013). Logicamente, nenhuma pessoa, conscientemente, percebe-se realizando essas computações linguísticas que são invisíveis, pois o produto final desse cálculo já é a nossa linguagem externalizada pelo aparelho fonador que se situa fora das demarcações visíveis ao conjunto de processos de interface entre as computações gramaticais e os outros sistemas extrínsecos a ela como, por exemplo, a decodificação e a codificação fonética, memória, atenção, ordenação e execução dos atos motores ao aparelho fonador (FRANÇA, 2007).

Nessa linha de raciocínio, aceita-se que cada módulo linguístico se inter-relaciona tanto com os módulos especificamente linguísticos como os externos à linguagem. Se a linguística reconhece que a faculdade da linguagem é o produto da interação com outros sistemas, observamos aí uma manifestação de desejo das investigações linguísticas em se aproximar da neurobiologia com o intuito de tornar as computações linguísticas mais claras.

De outro lado, a Neurociência reporta bastante interesse no funcionamento físico com descrições anatomofisiológicas, inclinando-se a determinar de forma muito ampla as categorias sintática, fonológica e semântica (exemplo: qual lobo cerebral é mais ativado), ou seja, sem olhar as subcategorizações e as operações que ocorrem.

Assim, nos anos 90, a jornada de aproximação iniciou seus primeiros passos na tentativa de parer os modelos teóricos linguísticos com os achados neurofisiológicos adquiridos pelas técnicas de eletroencefalograma (registro de traçados elétrico-corticais produzidos em resposta a um estímulo linguístico dada pela extração de potencial relacionado a eventos, *Event Related Potential – ERPs*,) e magnetoencefalografia (técnica de mapeamento da atividade cerebral por meio de detecção de campo magnético produzido por correntes elétricas, sendo possível identificar as áreas mais ou menos ativas, *Magnetoencephalography – MEG*) e, por

---

<sup>1</sup> Em 2003, Vihman e Kunnari verificaram que os bebês humanos iniciam sua exposição aos dados linguísticos ainda no final da gestação, pois o sistema auditivo já está formado e apto para captar os sons. Quando nascem, são capazes de reagir (aumentar a frequência da sucção de uma chupeta) ao ouvir a língua materna (L1) produzida pela mãe. (VIHMAM e KUNNARI, 2003)

fim as de neuroimagem através da técnica de ressonância magnética (captação de imagens com sinais luminosos mais fortes em áreas específicas do cérebro, após alguma estimulação). Até então, estas ferramentas eram exclusivas de pesquisas médicas (neurologistas e psiquiatras) e tecnológicas (por engenheiros e físicos, desenvolvedores das máquinas, *softwares*, bem como a utilização e análise das informações obtidas).

## **1 Neurociência da linguagem: uma jornada de mão-dupla**

É sabido que por muito tempo, a linguística tratou suas teorias sem muita menção à neuroanatomia. Nota-se que ambas as ciências, Linguística e Neurologia, apresentam o mesmo objetivo, estudar para entender a faculdade da linguagem.

Embora, tenham objetivos em comum, essa jornada desafiante e, digo também, estimulante de aproximação não está isenta de obstáculos, estes, que foram sinalizados por Chomsky nos anos 90:

As noções externa e interna derivam de uma abordagem do estudo da linguagem que me parece dúbia de começo, uma abordagem que procura distinguir evidência linguística de evidência psicológica. Um dado específico não vem com uma etiqueta presa na manga indicando seu propósito. É só um dado que pode ser encarado como uma evidência de alguma coisa à luz de uma teoria. Julgamentos de gramaticalidade de sentença (essencialmente perceptuais) são dados legítimos, assim como resultados de estudos de priming e de atividade elétrica do cérebro (...). Naturalmente, temos esperança de podermos unificar estes [dados]: por exemplo, como a atividade elétrica se relaciona com as representações e derivações ou como elementos dos sistemas computacionais se relacionam com as células. “ (CHOMSKY, 1994, pag. 7; tradução minha)

Anos mais tarde, as pontuações de Chomsky foram reiteradas por Poeppel<sup>2</sup> e Embick<sup>3</sup> em 2005 e por Hickok e Poeppel em 2007:

O Problema da Incomensurabilidade Ontológica (OIP) é mais conceptual e tem haver com a impossibilidade de se criar uma correlação entre os

---

<sup>2</sup> David Poeppel, de nacionalidade alemã, é graduado em Psicologia e PhD pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). É professor de Psicologia e Ciência Neural da New York University. Desenvolve pesquisas nas áreas de fisiologia do córtex auditivo humano, bases neurais da percepção da fala, psicolinguística e neurolinguística

<sup>3</sup> David Embick é professor do Departamento de Linguística da Universidade da Pennsylvania (UPENN). Suas áreas de interesse são: teoria sintática, Morfologia Distribuída, linguagem e cérebro, autismo, MEG.

primitivos dos eventos cognitivos (os da linguagem e os neurobiológicos) que funcionam como elementos atômicos essenciais, constituintes primitivos de uma arquitetura para esses eventos cognitivos. (POEPPPEL & EMBICK, 2005)

Atualmente, tanto os primitivos da linguagem como os da neurobiologia são aceitos. Para Poeppel & Embick (2005) pensar em reduzir as operações linguísticas bem como os seus ajustes a algum componente fisiológico (ex.: um dentrido a um moferma, grupos de neurônios a sintagmas) estará longe de ser um correlação isomórfica aceitável.

O Problema da Incompatibilidade Granular (GMP) se refere na forma como os dois domínios do conhecimento (Neurociência e Linguística) segmentam a Linguagem – o objeto de estudo – em representações indispensáveis para a sua manipulação. (POEPPPEL & EMBICK, 2005)

Como falado anteriormente, a Linguística se interessa por computações da linguagem por fases, na chegada de traços, já a neurologia em localização cerebral mais ampla quando há um estímulo linguístico.

Assim, linguistas como Friederici<sup>4</sup> (1998) e Poeppel (2000, 2001) fizeram suas estreias no estudo da neurociência da linguagem com técnicas de EEG, MEG e neuroimagem. Em 1998, Friederici e colaboradores iniciaram uma pesquisa visando integrar uma lesão neuroanatômica por sequela de Acidente Vascular Encefálico (AVE) com o processamento sintático ao usar a técnica de EEG para mapeamento cerebral. Ela correlacionou uma onda eletrofisiológica com pico negativo (N400) à esquerda ao *parsing*, uma negatividade (N400) centro-parietal à integração léxico-semântica, e uma positividade tardia (P600) ao processo de reanálise sintática.

Em 2001, David Poeppel encontrou resultados interessantes a respeito da percepção dos sons das palavras, durante uma tarefa linguística (POEPPPEL, 2001). Essa pesquisa contou com voluntários incapazes de compreender palavras faladas,

---

<sup>4</sup> Angela Friederici, de nacionalidade alemã, é graduada em Psicologia e em Linguística pelas Universidades de Bonn (Alemanha) e de Lausanne (Suíça). Fez pós-doutorado em *Massachusetts Intitute of Techonology* (MIT, nos EUA). Atualmente, é professora e diretora do *Max Planck Institute for Human Cognitive and BrainSciences*, na Alemanha. Desenvolve pesquisas na área de neuropsicologia linguística, neurociência e linguagem.

mas que, todavia, não apresentam problemas de fala, leitura e escrita. Todos tinham diagnósticos de lesão no giro temporal superior. Esses voluntários mostram-se capazes de realizar de forma eficiente discriminações acústicas básicas (tarefas sublexicais) como contagem de sílabas e discriminação de frequência. Ele concluiu que funções diferentes devem subjazer três diferentes tarefas, mas muitas vezes equivocadas: (i) percepção auditiva (perceber diferenças acústicas e segregar sons de fala dos sons que não são de fala); (ii) percepção de fala (envolvendo elementos sublexicais); (iii) reconhecimento da fala (*mapping sound to lexical representation*). Assim, o fluxo paralelo deve servir a percepção da fala, isto é, estruturas cerebrais do hemisfério esquerdo estão envolvidas no processamento em nível de fonema, enquanto que estruturas cerebrais do hemisfério direito realizam o processamento em nível de sílaba.

Nos últimos anos, Friederici em coautoria com outros estudiosos se beneficiou das técnicas de neuroimagem e eletrofisiológicas. Essas coautorias fizeram surgir evidências de um modelo de processamento das palavras e sentenças: Modelo de Processamento da Circuitaria Cortical Adulta (FRIEDERICI *et al.* 2011, 2012a, 2012b), exibido nas Figuras 1 e 2. É possível notar na fase inicial, *bottom-up*, um processamento do sinal acústico, que se começa aos 20ms, em ambos hemisférios, cujas computações percorre um curso algorítmico de alta velocidade, através de processamento inconsciente e automático. No Córtex Auditório Primário (AC), a computação se particulariza em detectar apenas as informações oriundas de estímulo sonoro.

O resultado dessa computação se particulariza e se lateraliza para o hemisfério esquerdo, que conduz, com exclusividade, as informações fonológicas da palavra para o Giro Temporal superior posterior (pSTG) e para o Sulco Temporal Superior (STS), em uma janela temporal de 20-50ms. Neste momento, o *output* dessa computação é conduzido para processamento morfológico no Giro Temporal Superior anterior (aSTG), que armazena as representações morfológicas da língua. Esse processamento acontece em uma janela temporal de 50-80ms. O produto dessa operação é enviado para várias localidades do córtex associativo em prol de um acesso lexical completo.

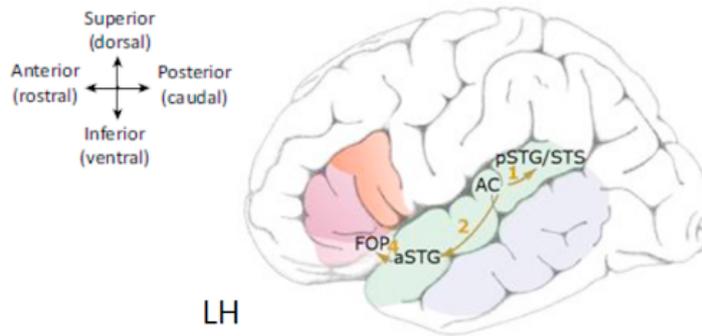


Figura 1: Fase inicial do Processamento de sentenças, *bottom-up*. LH é Hemisfério esquerdo (FRIEDERICI, 2012: 264)

A partir do acesso lexical a informação é enviada para o aSTG para que haja a reconstrução sintagmática (*phrase structure*) que já é uma computação que realiza uma hierarquização dos itens, ou seja, onde já existe sintaxe e categorização dos itens.

Na fase posterior, composta por mecanismos *top-down* (de integração) (figura 2), as computações seguem um curso algorítmico lento, através de processamento consciente e não necessariamente automático. Na janela de tempo entre 200-400ms começam as análises das relações semânticas que sucedem no Giro Frontal inferior, a região triangular da Área de Broca (BA 44), onde há a análise das relações sintáticas na janela temporal de 300-500ms.

Simultaneamente, no hemisfério direito, o processamento prosódico é realizado na janela de 400-600ms. Por último, ainda na janela até 600ms se dá a transferência do giro frontal inferior (iFG) para o giro temporal posterior (pTG), onde todas as informações se integram.

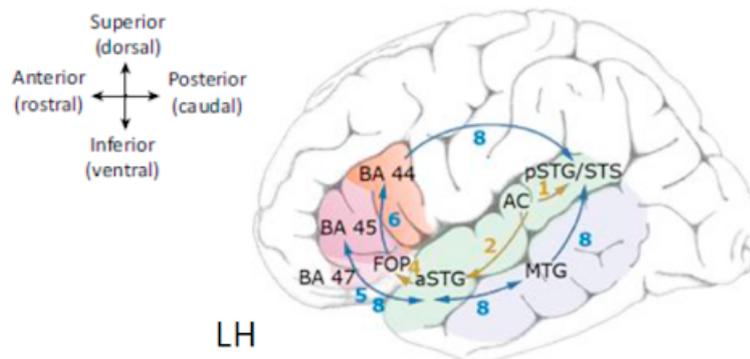


Figura 2: Fase final do Processamento de sentenças *top-down*. LH é hemisfério esquerdo (FRIEDERICI, 2012: 264)

O modelo proposto por Friederici (2012b) expõe de forma integrada as computações e o sistema de integração entre as áreas. Vendo o modelo já pronto,

com esses dois aspectos distintos – o que considera o processamento local das computações, na implementação, propriamente dita, dos circuitos neurais, e o que tenta capturar o sistema de comunicação entre as regiões do cérebro – mostra-nos que os dois aspectos devem estar bem alinhados e, se possível, compatibilizados.

Apostando no caminho da interdisciplinaridade, com o intuito de dar uma parcela de contribuição na reconfiguração da dinâmica dessas fronteiras epistemológicas, desenvolvi minhas pesquisas provendo uma conexão entre a Linguística, as Ciências da Saúde e Tecnológicas. Meu objeto de estudo eram as computações semânticas, em especial as expressões idiomáticas (EIs). As EIs são sentenças bem formadas em uma língua, mas que são comumente atribuídas a um sentido não literal como, por exemplo, “*João chutou o balde*”, em que o significado pode ser entendido como *ele abandonou o emprego*. O processamento linguístico destas expressões seria então comparada em dois grupos de voluntários, sendo o grupo 1 falantes nativos do Português e, o grupo 2 composto com portadores da Síndrome de Asperger<sup>5</sup> (AS). Este estudo foi conduzido através de duas metodologias: a técnica de eletroencefalograma (EGG), no mestrado e, recentemente, no doutorado, através de neuroimagem por Imagem do Tensor de Difusão (*Diffusion Tensor Imaging – DTI*). Brevemente, contarei em duas seções como foram as experiências extraordinárias e inspiradoras do mestrado e do doutorado que me exigiram muito estudo e muita dedicação, e com esclarecimentos ímpares da minha orientadora (no mestrado e doutorado)

---

<sup>5</sup>Os AS são caracterizados como apresentando deficiências no desenvolvimento da comunicação e habilidades sociais. Porém, os AS raramente apresentam histórico de atraso de linguagem. Seu desenvolvimento cognitivo geralmente se classifica dentro da faixa normal ou mesmo suplanta este patamar, indo até o que se chama na literatura psiquiátrica de *linguagem pedante*, pois esses indivíduos frequentemente usam vocabulário e estruturas sintáticas, características de adultos intelectualmente sofisticados e com alto nível cultural (BARON-COHEN, 1988; MOUSINHO, 2003; NIKOLAENKO, 2004). Paradoxalmente, esse nível avançado de capacidade linguística convive com uma severa incapacidade comunicativo-pragmática e social, que afeta a habilidade desses indivíduos de inferirem as implicações dos enunciados e de discriminarem significados implícitos literais e figurados (VOGINDROUKAS; ZIKOPOULOU, 2011, WILSON *et al.*, 2014). Tais dificuldades descritas parecem ser específicas do quadro dos AS, não atingindo a todos os autistas. Contudo, na 5ª edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais da Associação Americana de Psiquiatria (DSM-5), publicada em 2013, estabeleceu uma nova reclassificação dos subtipos do autismo (Transtorno Autista, Transtorno de Asperger, Transtorno Desintegrativo na Infância, Transtorno Invasivo de Desenvolvimento - Sem Outra Especificação e Síndrome de Rett em um único diagnóstico: Transtorno do Espectro Autista (ASD). Esta reclassificação foi baseada na alegação de que a DSM-4 não conseguia discriminar de forma confiável os subtipos. Assim, na DSM-5, um rótulo unitário passou a ser utilizado, com a intenção de eliminar a confusão diagnóstica em torno dos subtipos, especialmente entre a síndrome de Asperger (AS) e o Autismo de Alto Funcionamento (HFA; CHARMAN *et al.*, 2011; CHENG *et al.*, 2015; LAI *et al.*, 2014).

Professora PhD. Aniela Improta França e dos coorientadores, Professor PhD. Leonardo Costa de Avedo, no mestrado e, Professora PhD. Fernanda Tovar-Moll, no doutorado.

## **2 A Neurofisiologia das expressões idiomáticas na Síndrome de Asperger, (MARQUES, 2011)**

As expressões idiomáticas (EI) estão frequentemente presentes na nossa comunicação rotineira e são rapidamente aceitas, inseridas e compreendidas por indivíduos de diferentes faixas etárias. Els como: *Joana soltou a franga* podem soar estranhas na primeira vez em que ouvimos, mas logo são incorporadas no nosso vocabulário. (MARQUES, 2011)

A hipótese desse trabalho foi de que os indivíduos com diagnóstico de Síndrome de Asperger (AS) apresentam dificuldade em compreender as EIs. Eles atribuem um sentido literal às expressões, sendo incapazes de alcançar um significado idiomático quando as palavras não mantêm uma relação composicional entre forma e significado (MARQUES, 2011).

Para testar a hipótese, elaboramos um protocolo experimental com intuito de comparar as respostas neurofisiológicas (N400) extraídas pela técnica de EGG durante a estimulação linguística de ouvir pares de sentenças (sentença introdutória-sentença comentário, SI-SC). Os voluntários de cada grupo deveriam responder oralmente a pergunta: *FAZ SENTIDO?* Os distratores, além de cumprirem a função de distrair os voluntários quanto ao teor objetivo do teste, serviram para contrabalançar o número de respostas *sim* e *não*. Veja o protocolo experimental abaixo (MARQUES, 2011):

Tipo/resposta esperada do G. controle número de tokens	Sentença Introdutória (SI)	Sentença Comentário (SC)
Série 1 – pseudo-idíomas / sim (15)	O Joaquim pegou a faca.	Ele vai cortar o bife.
Série 2 – pseudo-idíomas / não (15)	O Cláudio secou os cabelos.	Ele balançou a árvore.
Série 3 – pró idíomas / sim conversíveis (15)	O João chutou o balde.	Ele abandonou o emprego.
Série 4 – contra idíomas / sim conversíveis (15)	O Pascal pulou a cerca.	Ele torceu o tornozelo.
Série 5 – distratores / sim (45)	O Cabral atravessou o oceano.	Ele descobriu o Brasil.
Série 6 – distratores / não (30)	O Silvio preparou o bolo.	Ele fez o dever.

Quadro 1: Protocolo Experimental da Dissertação de Mestrado de Marques (2011)

Resumidamente, esses foram os resultados de Marques (2011):

1. Nas sentenças introdutórias não idiomáticas das Séries 1 (S1: Joaquim pegou a faca) e 2 (SI2: Carlos secou os cabelos) os dois grupos – Controle e AS - tiveram a mesma latência e mesma amplitude. Com estes resultados pude verificar que as duas Séries – 1 e 2 – estão bem equivalentes como deveriam ser. O desenho do experimento foi elaborado para que as sentenças introdutórias fossem equivalentes tanto para os Grupos Controle e AS, para que fosse possível avaliar diferenças que amplitude e latência nas ondas relativas às sentenças comentário;

2. Nas sentenças comentários não idiomáticas, os ERPs extraídos relativos às Séries 1 (SC1: ele cortou o bife) e 2 (SC2: Ele balançou a árvore) de ambos os grupos de voluntários tiveram a mesma latência e mesma amplitude, sendo que o fato de as SC1 fazerem sentido e da SC2 não fazerem sentido não atrapalhou nenhum dos dois grupos cujas respostas não se mostraram estatisticamente diferentes. Estes resultados mais uma vez demonstram que a performance dos voluntários AS e Controle são equivalentes em situações que não envolvem idiomatismo;

3. Os ERPs relativos às sentenças introdutórias idiomáticas das Séries 3 (SI3: O João chutou o balde) e 4 (SI4: Pascoal pulou a cerca) tiveram latências estatisticamente diferentes entre o Grupo Controle e o Grupo com Síndrome de Asperger. As latências dos voluntários do Grupo controle foram mais lentas do que as dos voluntários com Síndrome de Asperger. Isso porque os indivíduos do GC examinaram duas possibilidades: a idiomática e a não idiomática, enquanto os indivíduos AS só tiveram acesso à leitura literal. É relevante notar que por ocasião da comunicação pessoal por *e-mail* com Professor Alec Marantz (New York University), esta foi a diferença que ele mencionou esperar encontrar;

4. Quanto aos ERPs relativos às sentenças comentários não idiomáticas da Série 4 (SC4: Ele torceu o tornozelo.) houve latência estatisticamente diferentes entre o Grupo Controle e para o Grupo com Síndrome de Asperger, isto é, no Grupo Controle a latência do ERPs N400 foi mais tardia quando comparada com a do Grupo com Síndrome de Asperger, cuja latência do N400 surgiu mais cedo. Este achado foi especialmente relevante já que fala a favor da hipótese de que o GC estaria esperando pela idiomaticidade estabelecida na Si4 (Si4: O Pascal pulou a cerca.), expectativa esta que é frustrada pela SC4;

5. Quanto à amplitude dos ERPs: não encontramos diferenças estatisticamente significativas na comparação de grupos em nenhuma das sentenças das séries de estímulos.

Sendo assim, esses achados de estudo EEG-ERP mostraram que a imprevisibilidade semântica<sup>6</sup> seria a característica da idiomaticidade que poderia ensinar a dificuldade de interpretação para os AS. Uma pequena parte da imprevisibilidade semântica seria equivalente ao pareamento da arbitrariedade saussureana do signo. Porém, para além dela, há a necessidade da construção criativa de uma história que mantenha o entendimento do falante sobre as relações entre o literal e o idiomático. Essa é uma conta mental que nos faz cumprir o desiderato de comunicação bem atestado nas máximas de Grice (1975). Para isso é importante que exista um processo de manutenção da história a partir dos processos mnemônicos, de forma que o estímulo de uma determinada expressão possa facilmente alcançar o significado negociado.

Por conseguinte, entrevemos que existe uma alteração nas áreas de criação e de associação identificadas nos lobos frontal e temporal, onde também se localizam as áreas da clássicas da linguagem (Áreas de Broca e Wernicke) e os

---

<sup>6</sup> A *imprevisibilidade semântica* diz respeito ao fato de o significado de uma frase idiomática ser diferente daquele que se obtém através da aplicação de regras usuais de composição para os valores habituais semânticos. Na frase em inglês *Livia let the cat out of the bag*, o significado literal seria que Livia tirou o gato do saco, mas, na verdade, quando se trata do uso idiomático desta sentença, ela quer dizer que Livia revelou um segredo. Porém, nada impediria que um estudante de inglês como língua estrangeira, por exemplo, ao escutar esta sentença e ao se dar conta de que ela não deveria ser interpretada composicionalmente, não se arriscasse a interpretá-la como se a Livia tivesse tido uma reação ferina em relação a uma certa situação e tenha distribuído palavras cortantes ou mesmo uma atitude de ataque físico semelhante àquela típica de gatos quando são atingidos de alguma forma. Portanto, existe uma imprevisibilidade inerente à interpretação idiomática, pois ela depende de um processo com um certo nível de arbitrariedade: a idiomaticidade pode recair por exemplo, sobre a propriedade do evento de tirar alguma coisa de um esconderijo (revelar um segredo) ou pode também se estabelecer através de um processo metonímico que enfoca as características do gato (comportamento agressivo em resposta a um ataque; MARQUES, et al, 2011).

feixes de substância branca que conectam essas últimas áreas (fascículos arqueado e uncinado). Como a técnica de EEG não traz boa resolução espacial, nesse momento, pensamos em executar uma metodologia de neuroimagem comparativa entre os dois grupos de voluntários (AS e falantes nativos; MARQUES, 2011) – que originou a minha tese de doutoramento que exporei, brevemente a seguir.

## **2 Computações Semânticas na Síndrome de Asperger provendo uma conexão entre a Linguística e Neurociência: Dados de Imagem do Tensor por Difusão em Ressonância Magnética (DTI)**

A segunda experiência, teve como objetivos: [i] promover a conexão entre a linguística e neurociência de ponta (neuroimagem); [ii] examinar a integridade da estrutura dos feixes de conectividade corticais (fundamentais à faculdade da linguagem) em indivíduos com diagnóstico de Síndrome de Asperger (AS) – os quais apresentam inabilidade para compreender contexto na qual expressão *descascar abacaxi* perde o seu significado composicional primário e carrega um *qualis* diferente que remete ao conteúdo idiomático – com grupo controle (GC); [iii] correlacionar os dados neurofisiológicos de latência de N400 da estimulação linguística de expressões idiomáticas com os valores de FA (*fractional anisotropy*) e MD (*mean diffusivity*) dos feixes de substância branca (fascículos arqueado, uncinado e longitudinal inferior) que conectam as principais regiões da linguagem (áreas de Wernicke e Broca). Esses valores informam a integridade dos feixes e são adquiridos pela técnica de DTI da neuroimagem. Infelizmente, na nossa primeira análise, não encontramos diferenças significativas dos valores de FA e MD na comparação de grupos que possa explicar a inabilidade de compreensão de EIs pelos nossos voluntários com AS. No entanto, encontramos algumas correlações significativas de valores de FA e MD com latência de N400.

Tendo em vista, os resultados das duas pesquisas, gostaria de convidar você, leitor, a fazer uma leitura sem compromisso dos dois trabalhos que mencionei. Nos dois trabalhos (do mestrado e doutorado) foram feitas explanações pormenorizada na esfera da neurociência da linguagem que pode se relacionar com as expectativas minimalistas, numa versão não lexicalista, dada, principalmente, pela Morfologia Distribuída (MARANTZ, 1997). Tal modelo propõe uma área derivacional pequena, circunscrita por fases de categorização (*spell-outs*)

corroborar o esboço de fases computacionais para a formação de palavras e expressões. E do novo Modelo de Processamento da Circuitaria Cortical proposto por Friederici (2012).

### **3 Considerações Finais**

Ano, após ano, a literatura em neurociência da linguagem tem revelado um crescente número de trabalhos científicos em coautoria com estudiosos de diferentes áreas (linguistas, fonoaudiólogos, neurologistas, psicologia, radiologistas, engenharia biomédica, física médica, dentre outras). Essa jornada interdisciplinar incipiente é desafiante! As áreas de pesquisa que desejarem trabalhar, em coautoria, necessitam de ter muita cautela, respeito e, principalmente, o exercício da ética e da civilidade, para que se obtenham êxito nas pesquisas que estudam a neurociência da linguagem e tornem possível o assentamento entre os modelos teóricos linguísticos e os neuroanatômicos e vice-versa.

Portanto, os profissionais de saúde, e aqui, eu me refiro aos Fonoaudiólogos que poderão ser imprescindíveis na interdisciplinaridade porque são bastante procurados pelos familiares de crianças, adolescentes, adultos jovens e idosos que apresentam alguma alteração que compromete a plenitude da comunicação, especificamente, a linguagem. A Fonoaudiologia é uma ciência que visa reabilitar as queixas linguísticas que se manifestam na tentativa de externalizar o pensamento. Essas queixas resultam de uma deficiência intrínseca no cérebro – representante físico da linguagem – que incapacita as etapas computacionais inconscientes e automáticas.

Logo, a oportunidade de aprofundar os estudos em linguística é fundamental para compreender as descrições mais diminutas relacionadas: às etapas que precedem a produção das sequências sonoras, as quais são realizadas pelas computações sintáticas de concatenação de morfemas às raízes para formar palavras (sequências sonoras com algum significado); ao sequenciamento de cada elemento frasal, que é hierarquicamente aninhado e regido dentro de uma estrutura sentencial (o verbo e seus argumentos interno e externo, quem assume o papel de agente e paciente). Todas essas computações são realizadas

involuntariamente em áreas (sub) específicas de Broca e Wernicke que se inter-relacionam com outros módulos do cérebro (como a atenção, a memória e a ordenação).

Clinicamente falando, ter todo esse conhecimento, certamente, possibilitará ao profissional construir estímulos linguísticos, mais específicos, direcionados ao módulo deficitário para que o paciente, ao ser exposto a uma concentração maior de um determinado estímulo, possa se tornar mais competente favorecendo à neuroplasticidade<sup>7</sup> cerebral. E cientificamente, no desenvolvimento de pesquisas científicas em linguagem, o profissional após traçar o seu objeto de pesquisa e ter o conhecimento das teorias linguísticas conseguirá criar estímulos puros direcionados, por exemplo, para verificar uma computação semântica mais específica (expressões idiomáticas) como fiz no mestrado, por exemplo.

---

<sup>7</sup>É a capacidade de remapeamento das conexões das nossas células nervosas, o processo que nos ajuda a continuamente aprender. Ela se refere à maneira do nosso cérebro agir e reagir (mudar-se, adaptar-se, moldar-se) à medida que experimentamos uma mudança em nosso ambiente ou desenvolvemos uma habilidade (LENT, 2010).

## REFERÊNCIAS:

1. BARON-COHEN, S. Social and Pragmatic Deficits in Autism: Cognitive or Affective? 1. *Journal of autism and developmental disorders*, v. 18, n. 3, 1988
2. BERWICK, R. C. et al. Evolution, brain, and the nature of language. *Trends in cognitive sciences*, v. 17, n. 2, p. 89–98, fev. 2013.
3. CHARMAN, T. et al. Defining the cognitive phenotype of autism. 1380, 10-21. *Brain Research*, v. 1380, p. 10–21, 2011.
4. CHENG, W. et al. Autism: reduced connectivity between cortical areas involved in face expression, theory of mind, and the sense of self. *Brain*, p. 1–12, 2015
5. CHOMSKY, N. Lectures on Government and Binding: the Pisa Lecture. Holland, The Foris Publication, 1981
6. CHOMSKY, N. 1995. The Minimalist Program. Cambridge MA: The MIT Press
7. FRANÇA, A. A interface lingüística-neurociência da linguagem anela imbrota (ufrj). *Caderno de Estudos Linguísticos*, Campinas, v. 49, n. 2, p. 151–165, 2007.
8. FRIEDERICI, A. D.; HAHNE, A.; VON CRAMON, D. Y. First-pass versus second-pass parsing processes in a Wernicke's and a Broca's aphasic: electrophysiological evidence for a double dissociation. *Brain and Language*, v. 62, n. 3, p. 311–41, 1998
9. FRIEDERICI, A. D. The brain basis of language processing: from structure to function. *Physiological reviews*, v. 91, n. 4, p. 1357–92, out. 2011.
10. FRIEDERICI, A. D. The cortical language circuit: From auditory perception to sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 16, n. 5, p. 262–268, 2012a.
11. FRIEDERICI, A. D. Language development and the ontogeny of the dorsal pathway. *Frontiers in evolutionary neuroscience*, v. 4, p. 3, 2012b.
12. GRICE, Paul (1975) "Logic and Conversation." [In:] Peter Cole and Jerry Morgan (eds.) *Studies in Syntax and Semantics III: Speech Acts*. New York: Academic Press; 183–198.
13. HALLE, Morris; MARANTZ, Alec. Distributed Morphology and the pieces of inflection, In: HALE, K. and KEYSER, J. eds. *The View from Building 20*. pp. 111-176. MIT Press: Cambridge, MA. 1993.
14. LAI, M. C.; LOMBARDO, M.V.; ECKER, C.; CHAKRABARTI, B.; SUCKLING, J.; BULLMORE E.T.; HAPPÉ, F.; MRC AIMS Consortium; MURPHY, D.G; BARON-COHEN, S. Neuroanatomy of Individual Differences in Language in Adult Males with Autism. *Cerebral Cortex*, 2014.
15. LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*. São Paulo: Artmed, 2003
16. MARANTZ, Alec. No Escape from Syntax: Don't Try Morphological Analysis in the Privacy of Your Own Lexicon. DIMITRIADIS, A. ; SIEGEL, L. (eds.), *University of Pennsylvania Working Papers in Linguistics*, Vol. 4.2, Proceedings of the 21st Annual Penn Linguistics Colloquium, pp. 201-225, 1997
17. MARQUES, F.B. *Eletrofisiologia da idiomaticidade em indivíduos com Síndrome de Asperger: um estudo de ERPs*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Pós Graduação em Linguística, Faculdade de Letras, UFRJ, 2011.
18. MARQUES, F. B. et al. A neurofisiologia das expressões idiomáticas na síndrome de Asperger. *Revista Linguística*, v. 7, n. 2, p. 66–87, 2011.

19. MARQUES, F.B. *Computações Semânticas na Síndrome de Asperger provendo uma conexão entre a Linguística e Neurociência: Dados de Imagem do Tensor por Difusão em Ressonância Magnética (DTI)*. Tese de Doutorado, Departamento de Pós Graduação em Linguística, Faculdade de Letras, UFRJ, 2015.
20. MOUSINHO, R. P. *Aspectos linguístico-cognitivos da Síndrome de Asperger: projeção, mesclagem e mudança de enquadre*. Tese de Doutorado em Linguística, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.
21. POEPPPEL, D. An instinct for the past tense. Review of S. Pinker, *Words and Rules: The ingredients of Language*, *Nature* 403: 361-362, 2000
22. POEPPPEL, D. New approaches to the neural basis of speech sound processing: Introduction to special issue on Brain and Speech. *Cognitive Science*, 21 (5): 659-661, 2001
23. POEPPPEL, D. EMBICK, D. The Relation Between Linguistics and Neuroscience. In A. Cutler (ed.), *Twenty-First Century Psycholinguistics: Four Cornerstones*. Lawrence Erlbaum. 2005
24. NIKOLAENKO, N. N. Metaphorical and Associative Thinking in Healthy Children and in Children with Asperger's Syndrome at Different Ages. *Human Physiology*, v. 30, n. 5, p. 532–536, set. 2004.
25. VIHMAN, M. M.; KUNNARI, S. The sources of phonological knowledge: A cross-linguistic perspective. *Recherches Linguistiques de Vincennes*, 35, 133-164. 2006.
26. VOGINDROUSKAS, I.; ZIKOPOULOU, O. Idiom understanding in people with Asperger Syndrome/high functioning autism. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, n.4, São Paulo, 2011.
27. WILSON, C. E. et al. The Neuropsychology of Male Adults With High-Functioning Autism or Asperger Syndrome. *Autism research: official journal of the International Society for Autism Research*, p. 1–14, 5 jun. 2014.