

PROCESSAMENTO SEMÂNTICO EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO DO AUTISMO: um estudo eletrofisiológico e comportamental

Mariana de Araújo Andreoli (IC); Paulo Sérgio Boggio (Orientador) e Mirella Manfredi (Co-orientadora)

Apoio PIBIC CNPq

RESUMO

Estudos anteriores presentes na literatura apontam para um déficit no processamento semântico de pessoas portadoras de transtornos de espectro autista (TEA), porém não há relatos de trabalhos que avaliem essa capacidade com a utilização de modalidades sensoriais distintas. Neste projeto buscou-se analisar como se dá o processamento semântico de estímulos em diferentes modalidades sensoriais (auditiva e visual) em crianças portadoras de TEA. Como a literatura aponta para uma prevalência destes transtornos no sexo masculino, foram recrutados meninos entre 8 e 16 anos que foram divididos em dois grupos, um experimental e um controle. A técnica escolhida foi o eletroencefalograma que possibilita a visualização da atividade elétrica do cérebro das crianças durante a realização da tarefa proposta. Quanto as tarefas, em uma delas frases completas eram apresentadas de forma sonora aos participantes, essas frases poderiam ser congruentes ou incongruentes, ou seja, poderiam ser semanticamente prováveis ou não, a tarefa do participante era fazer essa categorização. Em outra tarefa, tiras de quadrinhos Peanuts de Charles Schulz (Fantagraphics Books, 2004–2006) compostas de três quadros eram apresentadas quadro a quadro no centro da tela de computador e os participantes deveriam avaliar se o último quadrinho era congruente ou não com os quadrinhos anteriores. As tarefas possibilitam a observação dos processamentos semânticos auditivos verbais e visuais não-verbais, respectivamente. O objetivo deste estudo é esclarecer se o processamento semântico de crianças portadoras destes transtornos é prejudicado tanto em estímulos verbais como não-verbais, tendo em vista que não há na literatura estudos prévios que especifiquem a natureza deste comprometimento.

Palavras-chave: Autismo; Processamento Semântico; EEG.

ABSTRACT

Previous studies in the literature show a deficit in the semantic processing of children with autism spectrum disorders (ASD), however there are no reports of studies assessing this ability with different sensory modalities. This project aimed at analyzing the semantic processing of information presented in different sensory modalities (auditory and visual) in children with ASD. As the literature points to the prevalence of these disorders in males, boys between 8 and 16 were recruited and divided into two groups, an experimental and a control. The chosen

technique was the electroencephalogram that enables visualization of brain electrical activity during the performance of the task. In one of the tasks, complete auditory sentences were presented to the participants: the statements could be semantically congruent or incongruent. The task consisted in categorizing the sentences as congruent or incongruent. In another task, 3-panels strips of the comic Linus were presented frame by frame on the computer screen. Participants had to evaluate whether the last panel was congruent or not with the previous context. The study investigated the verbal auditory and nonverbal visual semantic processes, respectively. The aim of this study was to clarify if the semantic processing of children with these disorders is impaired in both verbal and non-verbal stimuli, given that no previous studies in the literature specify the nature of this impairment.

Keywords: Autism; Semantic Processing; EEG.

1. INTRODUÇÃO

Os Transtornos do Espectro do Autismo (TEA) são caracterizados por deficiências na comunicação social e pelos padrões de comportamento restritos, repetitivos e estereotipados (APA, 2000). As crianças com TEA geralmente experimentam dificuldades com reciprocidade social, linguagem e comunicação (TAGER-FLUSBERG, 1981, 1982; VOLKMAR & LORD, 1998). O autismo, assim como transtornos do desenvolvimento sem outra explicação, se enquadram na categoria geral de Transtornos do Espectro do Autismo. Diferentemente do DSM-IV, no DSM-V a Síndrome de Rett deixou de fazer parte do TEA, e os transtornos que o TEA engloba não existem mais como diagnósticos distintos. A Síndrome de Asperger, por exemplo, passa a ser um transtorno de espectro do autismo.

Em relação à epidemiologia, vários estudos relataram que os casos de autismo aumentaram dramaticamente, possuindo prevalência de 30 a 90 casos por 10.000 (BAIRD et al., 2006). Além disso, outros estudos (MUHLE et al., 2004; FOMBONNE, 2005) relataram uma prevalência maior no sexo masculino.

O processamento semântico é essencial para o reconhecimento e a compreensão de estímulos que chegam à nós de diferentes formas: por meio de palavras, de sons e de imagens. Trata-se de um processo de decodificação que os diferentes sistemas cerebrais realizam para atribuir significado aos estímulos do ambiente (PAULA et al., 2006).

Diversos estudos realizados com indivíduos diagnosticados com TEA (VAN DER SMAGT et al., 2007; DUNN et al., 2008; MONGILLO et al., 2008; SITNIKOVA et al., 2008; MCCLEERY et al., 2010; IRWIN et al., 2011; KWAKYE et al., 2011; BRANDWEIN et al., 2013; RIBEIRO et al., 2013; STEVENSON et al., 2013) indicam que há um déficit no processamento semântico desta população, ou seja, que esta atribuição de significado não ocorre de forma fácil e automática, como em indivíduos com desenvolvimento típico.

Este projeto buscou analisar aspectos relacionados ao processamento semântico no autismo. Pretende-se investigar se, em crianças portadora do transtorno, o processamento semântico é prejudicado tanto na apresentação de estímulos verbais quanto não-verbais. Portanto, o objetivo deste estudo é investigar se o déficit apresentado por esta população clínica é específico para uma modalidade sensorial particular, ou refere-se a um comprometimento mais generalizado na área semântica. Há na literatura estudos anteriores que buscaram entender como funciona a integração de estímulos de modalidades sensoriais distintas em indivíduos portadores de TEA apartir, por exemplo, da utilização do efeito de McGurk (STEVENSON et al., 2013); ou da utilização de estímulos audiovisuais e avaliação da capacidade de realizar leitura labial (SMITH et al., 2007); entre diversos outros.

Acredita-se que os resultados deste trabalho podem ter implicações importantes para o diagnóstico e intervenção de crianças com TEA em uma fase precoce.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ELETROENCEFALOGRAMA (EEG)

O EEG é um equipamento utilizado para observar e medir ondas elétricas cerebrais. A existência desta atividade foi primeiramente observada em cérebros expostos de ratos e macacos pelo físico Richard Caton em 1875. Em 1924, o neurologista Hans Berger descobriu que as ondas elétricas cerebrais podiam ser obtidas sem a necessidade de exposição do cérebro. Além disso, também descreveu que a atividade encefálica muda de acordo com o estado de vigília e o funcionamento cerebral do sujeito, ou seja, se ele está acordado, dormindo, durante crises epiléticas, com algum tipo de doença, entre outros casos. Berger foi responsável por descrever a grande maioria das situações em que o EEG é utilizado até os dias de hoje (TEPLAN, 2002).

Atualmente o EEG é largamente utilizado na área clínica e acadêmica, para pesquisa, diagnóstico e intervenção.

2.2 POTENCIAIS RELACIONADOS A EVENTOS (ERPs)

Os ERPs são voltagens muito pequenas geradas pelas estruturas cerebrais em resposta a eventos sensoriais, motores ou cognitivos do meio ambiente (KUTAS & FEDERMEIER, 2000). Eles revelam a atividade de uma grande quantidade de potenciais pós-sinápticos. Quando analisados em conjunto por meio de técnicas como o EEG, caracterizam-se como uma forma não-invasiva e muito eficiente de estudar os processos cognitivos e o funcionamento cerebral (KUTAS & FEDERMEIER, 2000).

Existem basicamente duas categorias de potenciais relacionados a eventos: as ondas elétricas geradas em torno dos primeiros 100ms após a apresentação do estímulo, chamadas de sensoriais ou exógenas, por representarem os parâmetros fisiológicos do corpo. As ondas mais posteriores a apresentação do estímulo (após 100ms) são chamadas cognitivas ou endógenas, uma vez que representam o processamento da informação, ou seja, a atividade cognitiva (SUR & SINHA, 2009).

Os nomes dos componentes cerebrais são atribuídos de acordo com a sua latência e amplitude.

2.2.1 N400

O N400 é um dos ERPs e o mais estudado como índice de processamento semântico. Possui este nome, pois é uma deflexão negativa com pico de amplitude máximo por volta de 400ms após a apresentação de um estímulo (normalmente entre 250 e 550ms), sendo geralmente maior nos eletrodos centrais e parietais (para uma revisão, KUTAS & FEDERMEIER, 2011). Esse componente é sensível tanto a violações semânticas de uma ampla gama de estímulos – visuais, auditivos, gestos, linguagem de sinais, verbal ou não-

verbais (BROWN & HAGOORT, 1993) – quanto a processos de decisão lexical (FEDERMEIER, 2007; KUTAS & FEDERMEIER, 2000; KUTAS & HILLYARD, 1980; LAU et al., 2008).

Desde de seu primeiro relato realizado por Marta Kutas e Steven Hillyard, em 1980 (KUTAS & HILLYARD, 1980), diversos estudos vem sendo realizados com o intuito de determinar como e onde acontece o processamento semântico de cada modalidade sensorial de estímulos que recebemos todos os dias. E a partir de então, estudar de que forma esse processo acontece nas populações clínicas em comparação com a população de desenvolvimento típico, para a construção de técnicas de intervenção e prevenção.

2.3 ESTUDOS REALIZADOS COM INDIVÍDUOS PORTADORES DE TEA.

Em ambos os estudos que serão apresentados a seguir foram formados dois grupos, um composto de sujeitos com TEA e outro composto por sujeitos com desenvolvimento típico, todos com média de idade de 14 anos, pareados de modo geral em idade e coeficiente de inteligência (QI).

Em um dos experimentos, realizado por Ribeiro e colegas (RIBEIRO et al., 2013) o indivíduo deveria realizar uma tarefa que consistia em decidir se a frase ou o trecho musical que ele escutou estava relacionado ao estímulo visual (alvo) que apareceria em seguida na tela do computador. A atividade elétrica do cérebro foi registrada e os resultados obtidos indicaram um atraso no processamento semântico no grupo com TEA, no contexto de estímulos musicais e visuais, e além disso, apontaram para uma dissociação entre os geradores do N400 e LP, componentes sensíveis ao processamento semântico. O N400 foi sensível apenas para o grupo controle, enquanto que o LP mostrou um padrão complementar.

O LP (componente de positividade tardio) é por vezes provocado em conjunto com o N400, porem um alguns milissegundos segundos depois, o que caracteriza o nome. Esse componente tem sido relacionado a um processo de “re-analise” de uma situação incongruente produzida por um significado inconsistente (SITNIKOVA et al., 2003; IBANEZ et al., 2010; IBANEZ et al., 2011).

Um segundo estudo, realizado por Kamio e colegas (KAMIO et al., 2007), palavras em sequência foram apresentadas aos sujeitos os quais eram instruídos decidir, o mais rápido e preciso possível, se o estímulo-alvo era uma palavra ou uma pseudopalavra (por exemplo: *girl* e *girp* ou *car* e *sar*). Os resultados mostraram que no grupo controle o processamento semântico/lexical foi automaticamente facilitado quando a palavra-alvo era precedida de outra palavra semanticamente relacionada, o grupo experimental, porem, não se beneficiou desta pista. Porém é interessante notar que, apesar de falta de *priming* semântico dos indivíduos com TEA, o desempenho deste grupo no teste foi similar ao do grupo controle.

Para investigar o processamento semântico em crianças com TEA, alguns estudos utilizaram a técnica do potencial relacionado à eventos (ERP). As respostas neurais aos eventos específicos são extraídos do eletroencefalograma (EEG) proporcionando uma poderosa ferramenta para a exploração não invasiva da velocidade e engajamento no processamento de informação pelo cérebro humano (SORTE, 2005). Trabalhos recentes indicam que o N400 não reflete especificamente um processamento linguístico, mas sim a compreensão contextual e o processo de acesso as informações verbais e não verbais que chegam, com o conhecimento de mundo obtido ao longo de sua historia de vida (PROVERBIO & RIVA, 2009; PROVERBIO et al., 2010; PROVERBIO et al. 2012; SITNIKOVA et al., 2008; GIGLIO et al. 2013).

Dois estudos recentes sobre ERP descreveram anormalidades no processamento neural da informação semântica na população com TEA. Dunn e colegas (DUNN & BATES, 2005; DUNN et al., 1999) analisaram o processamento de palavras de categorias semânticas diferentes apresentadas de forma oral à crianças de 8 à 12 anos de idade sendo um grupo com autismo de alto funcionamento e um grupo controle com desenvolvimento normal. Em dois estudos diferentes, ERPs foram registrados quando as crianças eram expostas a nomes de animais (50%) e não-animais (50%). No primeiro, as crianças foram solicitadas a responder levantando o dedo quando ouvissem nomes de animais (DUNN et al., 1999). No outro, as crianças foram instruídas de que escutariam apenas palavras animais (DUNN & BATES, 2005). Em ambos os estudos, as palavras não-animais, que eram incongruentes com o conjunto alvo pré-definido, provocou um efeito N400 significativo nas crianças do grupo controle. No entanto, o N400 foi insignificante nas crianças com TEA em geral, e completamente ausente no grupo mais jovem (de 8 à 9 anos). Os autores interpretaram esses dados como evidência de uma imparidade na classificação semântica, que melhora um pouco com a idade.

3. OBJETIVO

Levando em conta a literatura apresentada, o objetivo desta pesquisa era esclarecer se o processamento semântico de crianças com TEA é prejudicado na apresentação de estímulos tanto verbais quanto não-verbais. Para isso, realizamos um experimento para investigar se o tipo de modalidade sensorial afeta o processamento semântico. Vale a pena ressaltar que não há estudos prévios que comparem o processamento semântico de estímulos apresentados em diferentes modalidades sensoriais no autismo. Portanto, esta primeira experiência buscou ajudar a esclarecer a natureza do comprometimento semântico nesta população.

O processamento semântico em crianças portadoras de TEA e de desenvolvimento típico foi analisado através do componente N400, que é um index da compreensão da informação semântica apresentada.

4. MÉTODO

4.1. Participantes

Foram organizados dois grupos: experimental e controle, ambos compostos de colaboradores do sexo masculino. O grupo experimental envolveu 10 crianças com diagnóstico de TEA em idade escolar ($M=9,9$; $SD=1,5$; 8-12 anos) recrutados no CAISM – Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. O grupo controle foi composto por 6 participantes pareados em idade ($M=12,83$; $SD=1,9$; 10-16 anos). Todos os participantes apresentavam visão normal ou corrigida e não apresentavam problemas auditivos.

Em avaliação anterior a realização da tarefa para obtenção do QI estimado, foi encontrado no grupo experimental QI médio de 97,1 ($SD=13,6$; intervalo=65-112) e nos indivíduos do grupo controle QI médio de 123,6 ($SD=12,5$; intervalo=100-141).

Os critérios de exclusão utilizados foram: a incapacidade de realizar a avaliação cognitiva para obtenção do QI estimado; a obtenção de um valor de QI estimado inferior a 70;

4.2 Materiais e Procedimentos

O experimento foi realizado no Laboratório de Neurociência Cognitiva e Social do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Presbiteriana Mackenzie - São Paulo - SP. Primeiramente foi realizada uma avaliação da inteligência dos participantes. Para este objetivo foram utilizados dois subtestes da Escala Wechsler de Inteligência para Crianças - WISC III - adaptado para população brasileira (WECHSLER, 1999): o subteste do *Cubos* e o *Vocabulário*. No subteste *Cubos* é solicitado que o colaborador reproduza modelos bidimensionais no plano tridimensional com a utilização de cubos, portanto é avaliada a capacidade de percepção e organização visoespacial do participante. O subteste *Vocabulário* avalia a capacidade de evocação e definição de palavras concretas e abstratas do vocabulário brasileiro. Os resultados destes subtestes indicam o QI estimado do participante (MELLO et al., 2011) e garantem que o mesmo será capaz de compreender os estímulos verbais e visuais presentes na tarefa.

Após esta avaliação, os participantes eram levados a outra sala para a coleta de dados com utilização do EEG. Durante a tarefa, o sinal do EEG foi registrado continuamente a partir de 128 eletrodos localizados no couro cabeludo, à uma taxa de amostragem de 250 Hz (bandpass 0,01-100 Hz). O EEG foi gravado e analisados utilizando o software Net station (Geodesic EEG Net Station, EGI, Eugene, OR). A impedância de todos os eletrodos foi

mantida abaixo de 50 kQ ao longo de todo o experimento. Todas as gravações foram referenciados ao eletrodo Cz durante a aquisição de dados. O EEG foi sincronizado com o início da apresentação do estímulo.

Para apresentação dos estímulos foi utilizado um monitor de 23", fones de ouvido, pacote de software para potenciais relacionados a eventos (PST, Inc - EUA), software E-prime. As respostas comportamentais foram adquiridas a partir de respostas de “sim” ou “não” obtidas por meio de uma caixa contendo dois botões de resposta.

Antes de iniciar a preparação do EEG, os participantes receberam uma explicação sobre o conteúdo e procedimentos do experimento. Então, o perímetro encefálico era medido, afim de escolher o tamanho de touca adequado, a mesma era preparada em solução salínica e colocada sobre a cabeça dos colaboradores.

A atividade cerebral foi analisada durante a apresentação e realização de duas tarefas distintas. Em uma tarefa eram apresentadas dois tipos de **sentenças na modalidade auditiva**: 1) Na condição Sentença Congruente, onde as palavras críticas eram congruentes com a ação descrita no contexto anterior; 2) Na condição Sentença Incongruente, onde as palavras críticas eram incongruentes com a ação descrita no contexto anterior. A outra tarefa consistia em dois tipos de **histórias em quadrinhos**: 3) A condição Tira Congruente, onde quadrinho crítico (sempre o ultimo) era congruente com o contexto anterior; 4) A condição Tira Incongruente, onde o quadrinho crítico era incongruente com o contexto anterior (ver Fig. 1;). As histórias em quadrinhos serão retiradas do banco de dados de Neil Cohn (ver COHN, 2012).

1. Sentença congruente:



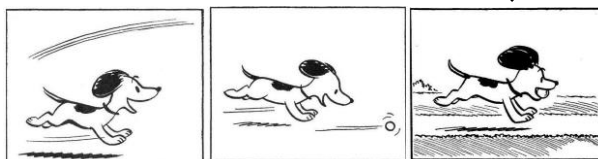
“Maria cozinha a sopa”

2. Sentença incongruente:



“Maria cozinha o gato”

3. Tira congruente:



4. Tira Incongruente:



Figura 1 - Exemplos de estímulos utilizados nas condições de sentenças congruentes (1) e incongruentes (2) e em condições de tiras congruentes (3) e incongruentes (4).

O conjunto de estímulos foi composto de 100 tiras (50 congruentes, 50 incongruentes) e 100 sentenças (50 congruentes, 50 incongruentes). Os participantes foram instruídos a manter o olhar fixo no centro da tela. Cada frase era dividida em seus componentes lógicos (sujeito, verbo e complemento), tendo cada componente 1 segundo de duração. Durante a apresentação deste estímulo verbal foi colocada uma imagem na tela para garantir que o colaborador não realizasse movimentos oculares. Após a apresentação do estímulo verbal completo, um quadro era apresentado com a pergunta “Faz sentido?” sobre o qual o participante deveria responder sim ou não ou seja, avaliar se a frase fazia sentido ou não pressionando um dos botões pré-determinados.

Da mesma forma, tiras eram apresentadas quadrinho-por-quadrinho por 1 segundo cada, no centro da tela do computador. Quando a tira terminava, o mesmo quadro descrito anteriormente aparecia na tela e os participantes avaliavam o quão fácil foi compreender a tira pressionando um dos botões. Em ambas as condições possíveis, depois de apertarem um dos botões, um ponto de fixação aparecia por 1 segundo antes do início do estímulo seguinte.

A ordem de apresentação dos estímulos foi randomizada antes do início de cada sessão de gravação. A ordem da realização das tarefas foi randomizada e a posição dos botões de respostas foi alternado entre os participantes.

De acordo com a literatura, a dificuldade de processar a informação semântica em crianças com TEA é específica para o domínio verbal, portanto não esperávamos o efeito N400 durante a apresentação do estímulo verbal incongruente. Ou seja, esperava-se que o grupo experimental não fosse capaz de detectar uma violação semântica durante uma apresentação verbal. Por outro lado, esperávamos uma modulação da resposta N400 quando os estímulos foram apresentados em uma modalidade não-verbal (visual), isso porque estudos anteriores mostram que os indivíduos com diagnóstico de TEA conseguem compreender com maior facilidade estímulos apresentados na modalidade visual (STEVENSON et al., 2013; MONGILLO et al., 2008). Escolhemos apresentar a informação verbal na modalidade auditiva para investigar se o processamento semântico é influenciado pela modalidade sensorial da informação.

Com relação ao traçado do EEG coletado, os dados brutos foram processados como se segue: (a) 0.3 Hz a filtragem passa-alto; (B) segmentação dos trials de 100ms antes e 1200 ms após o início do estímulo; (C) detecção de artefato computadorizada (uma diferença de $>140\mu\text{V}$ entre os canais acima e abaixo dos olhos, uma diferença de $>55\mu\text{V}$ entre os canais perto do ângulo ocular externo, ou um ou mais canais superiores a uma amplitude de $200\mu\text{V}$); (D) re-referenciamento de potenciais do couro cabeludo para a referência média; e (E) correções de linha de base a partir de 100ms antes de cada segmento. Segmentos que continham artefatos devido a piscagem dos olhos e movimentos oculares ou da cabeça foram automaticamente rejeitados. Para determinar a amplitude média de dois componentes de ERP, uma observação foi realizada entre 350 e 500ms (N400).

3.4. Considerações Éticas

O estudo foi conduzido de acordo com os requerimentos do Comitê de Ética da Universidade Presbiteriana Mackenzie e também baseado nas recomendações estabelecidas na Declaração de Helsinki (1964), conforme emenda em Tóquio (1975), Veneza (1983) e Hong-Kong (1989). Todos os responsáveis possuíram pleno conhecimento dos objetivos e métodos do experimento assim como firmaram consentimento por escrito (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido elaborado pelos pesquisadores). Os participantes foram devidamente avisados que poderiam deixar o estudo a qualquer momento que desejassem sem necessidade de justificativa. Além disso, foram informados que todas as informações fornecidas são estritamente sigilosas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados que serão apresentados a seguir não se caracterizam como os resultados finais desta pesquisa. Por conta disso, não foram realizadas análises estatísticas, mas sim comparações qualitativas dos dados obtidos até o momento.

5.1 Sentenças na modalidade auditiva

Para realizar as análises do experimento com frases foram utilizados os dados de 6 participantes do grupo experimental e 5 do grupo controle. Dados foram excluídos das análises por excesso de ruídos e artefatos.

De acordo com a literatura, o processamento semântico de estímulos desta modalidade sensorial deve ocorrer na área centro-parietal, portanto, esperava-se a eliciação do componente N400 nesta região.

Na figura ao lado (Fig. 2) estão destacados os eletrodos 54, 55, 61, 62, 78 e 79, presentes na área centro-parietal, que serão utilizados para a apresentação dos resultados.

A partir da análise dos dados, foi possível observar a eliciação do componente N400 nos indivíduos do grupo controle. Se considerarmos como exemplo, a resultante dos sinais obtidos pelo eletrodo 62 (Fig. 3), podemos notar que há uma diferença no traçado que representa o processamento semântico entre as situações congruente (verde) e incongruente (vermelho), essa diferença, na área destacada em amarelo (350-500ms), representa a amplitude componente N400, indicando que os indivíduos foram capazes de reconhecer a incongruência presente no estímulo. A diferença entre as linhas também evidencia uma maior dificuldade em compreender semanticamente o estímulo.

Quando comparamos esse dado à resultante dos sinais do mesmo eletrodo (16) do grupo experimental, pode-se perceber que o efeito N400, destacado em amarelo, não parece ocorrer de forma significativa, isto é, a diferença entre o traçado das situações congruentes (verde) e incongruentes (laranja) não parece ser significativa (Fig. 4). Este dado sugere que os indivíduos portadores de TEA parecem apresentar uma dificuldade maior compreender a incongruência ou erro no estímulo verbal auditivo, portanto, uma dificuldade no processamento semântico do conteúdo quando este é apresentado na modalidade auditiva verbal.

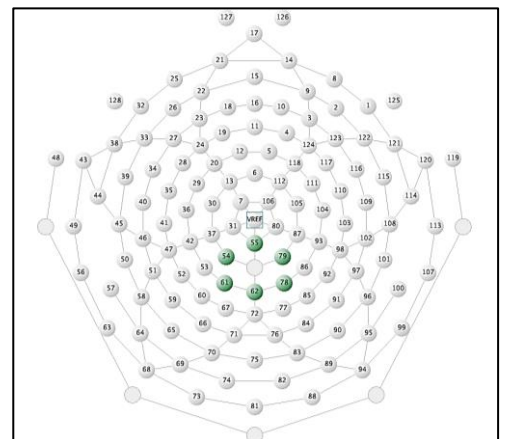


Figura 2 - Touca do EEG com 128 canais. Encontram-se destacados os eletrodos na região centro-parietal, utilizados para a análise descrita.

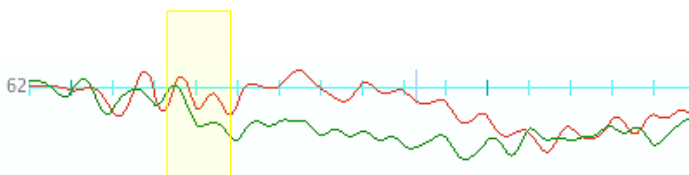
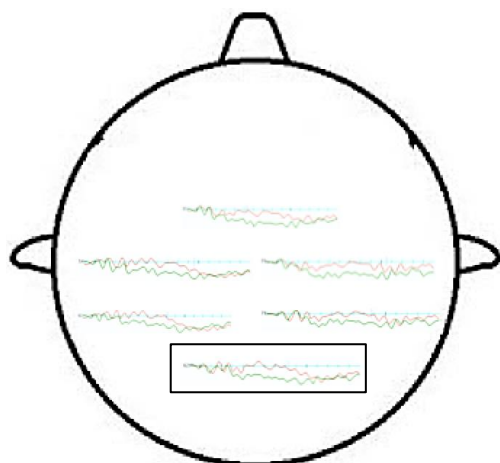


Figura 3 - Em destaque encontra-se a resultante dos sinais dos eletrodos 62 dos indivíduos do grupo controle. A linha vermelha representa os estímulos incongruentes e a linha verde os estímulos congruentes. A faixa amarela representa o espaço temporal em que o componente N400 é eliciado.

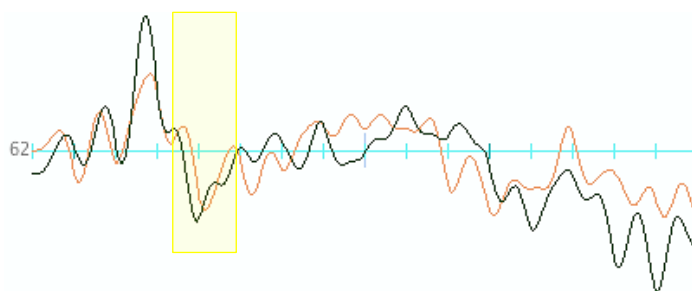
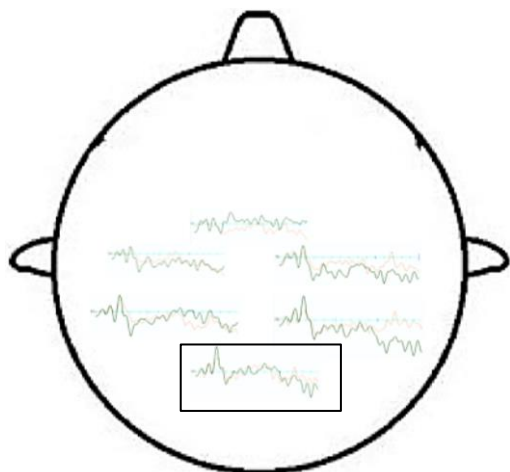


Figura 4 - Em destaque encontra-se a resultante dos sinais dos eletrodos 62 dos indivíduos do grupo experimental. A linha laranja representa os estímulos incongruentes e a linha verde os estímulos congruentes. A faixa amarela representa o espaço temporal em que o componente N400 é eliciado.

5.2 Histórias em quadrinhos

Para analisar a tarefa visual não-verbal, foram utilizados os dados de 10 colaboradores do grupo experimental e 6 do grupo controle. Não houve necessidade de exclusão de dados. Esperava-se a presença de um componente especificamente ligado a processamento semântico das imagens na região frontal do encéfalo, área que tem sido reconhecida por estudos anteriores como associada ao processamento semântico de estímulos visuais (SITNIKOVA et al., 2006; MCPHERSON & HOLCOMB, 1999).

De fato, nos dados analisados o componente N400 está presente na região frontal em ambos os grupos coletados e com morfologias semelhantes. Com o sinal extraído dos

eletrodos 4,11,19,10,16,18 e 15 (Fig. 5) pode-se ter uma amostra do processamento semântico dos estímulos visuais e do efeito eliciado pelas situações congruentes e incongruentes.

Consideremos a resultante dos sinais do eletrodo 16 como exemplo. No grupo controle, a diferença encontrada entre as situações congruentes (azul) e incongruentes (rosa) parece ser significativa e é comparativamente maior do que a diferença encontrada no grupo experimental (azul marinho e roxo, respectivamente). Nesse ultimo grupo, o efeito está presente, fato que difere do resultado encontrado na tarefa anteriormente descrita, porem este ocorre de forma mais discreta se comparado ao grupo controle (Figs. 6 e 7).

Esse resultado indica que os indivíduos portadores de TEA parecem ser sensíveis a esse tipo de material e portanto, aptos a captar uma incongruência quando os estímulos são apresentados na modalidade visual.

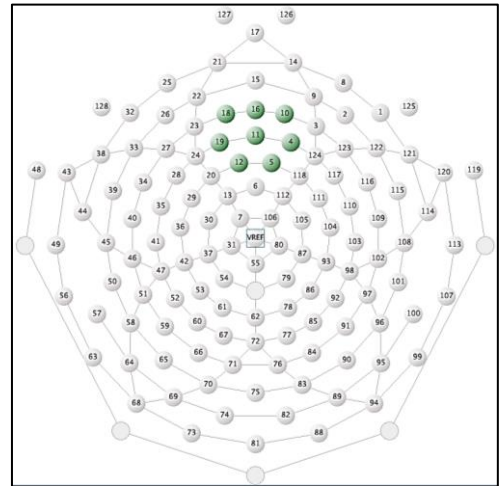


Figura 5 - Touca do EEG com 128 canais. Encontram-se destacados os eletrodos na região frontal, utilizados para a análise descrita.

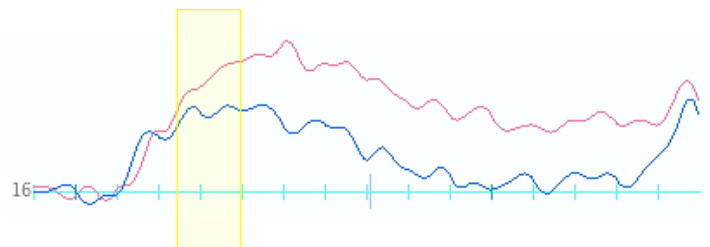
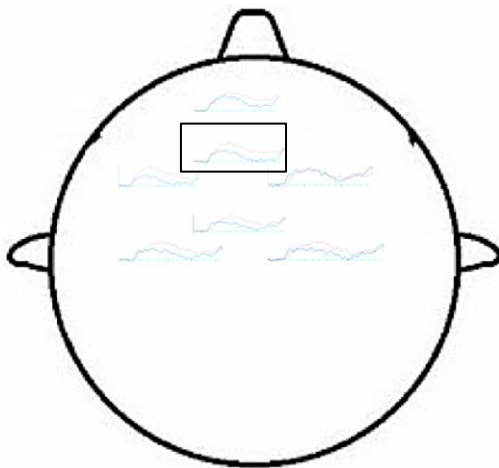


Figura 6 - Em destaque encontra-se a resultante dos sinais dos eletrodos 16 dos indivíduos do grupo controle. A linha rosa representa os estímulos incongruentes e a linha azul os estímulos congruentes. A faixa amarela representa o espaço temporal em que o componente N400 é eliciado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

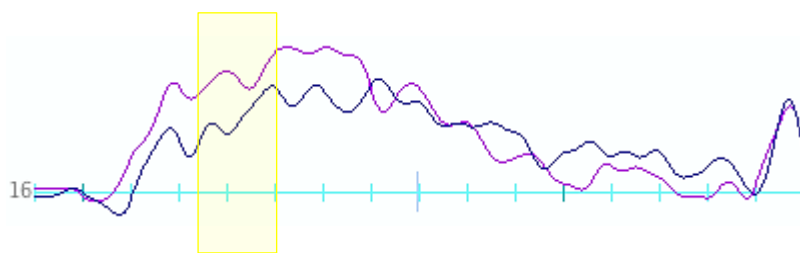
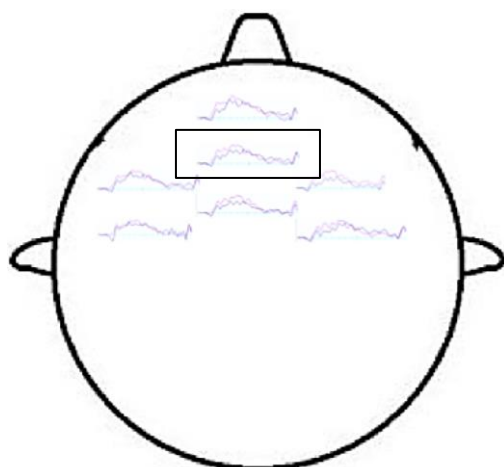


Figura 7 - Em destaque encontra-se a resultante dos sinais dos eletrodos 16 dos indivíduos do grupo experimental. A linha roxa representa os estímulos incongruentes e a linha azul os estímulos congruentes. A faixa amarela representa o espaço temporal em que o componente N400 é eliciado.

Até o momento, os dados analisados sugerem que o processamento semântico de indivíduos portadores de TEA não ocorre de forma eficiente na modalidade auditiva verbal, se comparados à indivíduos com desenvolvimento típico. Por outro lado, é importante notar que o desempenho de ambos os grupos coletados se aproxima quando a tarefa envolve compreensão semântica que estímulos visuais, sugerindo que essa população clínica parece não possuir dificuldades quanto ao processamento semântico e a compreensão de estímulos visuais.

Os resultados encontrados na realização de ambas as tarefas com o grupo de indivíduos portadores de TEA apontam para uma maior facilidade em compreender incongruências semânticas de estímulos visuais não-verbais do que estímulos auditivos verbais. Sobre os resultados do grupo controle, não foi possível, até o momento, observar diferenças significativas no processamento semântico de estímulos nas diferentes modalidades sensoriais.

Os dados apresentados neste relatório possuem caráter preliminar, uma vez que o estudo encontra-se ainda em fase de coleta. Faz-se necessária uma expansão da amostra, com o intuito de minimizar as diferenças de idade entre os indivíduos dos grupos e para que seja possível a realização de análises mais completas e elaboração de resultados mais conclusivos. Apesar disso, foram encontrados resultados interessantes o que evidencia a consistência de tal pesquisa e indica a provável direção dos resultados finais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDWEIN, A. B.; FOXE, J. J.; BUTLER, J. S.; RUSSO, N. N.; ALTSCHULER, T. S.; GOMES, H.; & MOLHOLM, S. (2013). The development of multisensory integration in high-functioning autism: high-density electrical mapping and psychophysical measures reveal impairments in the processing of audiovisual inputs. *Cerebral cortex* (New York, N.Y. : 1991), 23(6), 1329–41.

- COHN, N.; PACZYNSKI, M.; JACKENDOFF, R.; HOLCOMB, P. J.; & KUPERBERG, G. R. (2012). (Pea)nuts and bolts of visual narrative: structure and meaning in sequential image comprehension. *Cognitive psychology*, 65(1), 1–38.
- DE GELDER B.; VROOMEN J.; VAN DER HEIDE L. 1991. Face recognition and lip-reading in autism. *Eur J Cognit Psychol*. 3:69–86.
- DUNN M.; GOMES H.; GRAVEL J. 2008. Mismatch negativity in children with autism and typical development. *J Autism Dev Disord*. 38:52–71.
- FOSS-FEIG, J.H.; KWAKYE, L.D.; CASCIO, C.J.; BURNETTE, C.P.; KADIVAR, H.; STONE, W.L.; WALLACE, M.T. 2010. An extended multisensory temporal binding window in autism spectrum disorders. *Exp Brain Res*. 203:381–389.
- HUBBARD, A. L.; MCNEALY, K.; SCOTT-VAN ZEELAND, A. A.; CALLAN, D. E.; BOOKHEIMER, S. Y.; & DAPRETTO, M. 2012. Altered integration of speech and gesture in children with autism spectrum disorders. *Brain and behavior*, 2(5), 606–19.
- GIGLIO, A. C. A.; MINATI, L.; & BOGGIO, P. S. (2013). Throwing the banana away and keeping the peel: neuroelectric responses to unexpected but physically feasible action endings. *Brain research*, 1532, 56–62.
- IAROCCI, G.; ROMBOUGH, A.; YAGER, J.; WEEKS, D.J.; CHUA, R. 2010. Visual influences on speech perception in children with autism. *Autism*. 14:305–320.
- IBÁÑEZ, A.; TORO, P.; CORNEJO, C.; URQUINA, H.; HURQUINA, H.; MANES, F.; SCHRÖDER, J. (2011). High contextual sensitivity of metaphorical expressions and gesture blending: A video event-related potential design. *Psychiatry research*, 191(1), 68–75.
- IRWIN, J.R.; TORNATORE, L.A.; BRANCAZIO, L.; WHALEN, D.H. 2011. Can children with autism spectrum disorders “hear” a speaking face? *Child Dev*. 85:1397–1403.
- KAMIO, Y., et. al. (2007). Atypical Lexical/Semantic Processing in High-Functioning Autism Spectrum Disorders without Early Language Delay. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
- KUTAS, M.; & FEDERMEIER, K.D. 2000. Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 463–470.
- KUTAS, M.; & HILLYARD, S. 1980. Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203–205.
- KWAKYE, L.D.; FOSS-FEIG, J.H.; CASCIO, C.J.; STONE, W.L.; WALLACE, M.T. 2011. Altered auditory and multisensory temporal processing in autism spectrum disorders. *Front Integr Neurosci*. 4:129.
- LORD, C.; RUTTER, M.; LE COUTEUR, A. 1994. Autism diagnostic interview-revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *J Autism Dev Disord*; 24:659–685.
- MCCLEERY, J. P.; CEPONIENE, R.; BURNER, K. M.; TOWNSEND, J.; KINNEAR, M.; & SCHREIBMAN, L. 2010. Neural correlates of verbal and nonverbal semantic integration in children with autism spectrum disorders. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, 51(3), 277–86.
- MCGURK, H.; & MACDONALD, J. 1976. Hearing lips and seeing voices. *Nature*, 264(5588),

746–748.

MELLO, C. B.; SHAYER, B.P.M.; ABREU, N.; GODINHO, K.; DURÁN, P.; MUSZKAT, M.; MIRANDA, M. C.; & BUENO, O. F. A. 2011. Versão Abreviada do WISC-III: Correlação entre QI Estimado e QI Total em Crianças Brasileiras. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*; Abr-Jun vol. 27 n.2, pp. 149-155.

MONGILLO, E.A.; IRWIN, J.R.; WHALEN, D.H.; KLAIMAN, C.; CARTER, A.S.; SCHULTZ, R.T. 2008. Audiovisual processing in children with and without autism spectrum disorders. *J Autism Dev Disord*. 38:1349–1358.

OSTERLING, J.; & DAWSON, G. 1994. Early recognition of children with autism: a study of first birthday home videotapes. *Journal of autism and developmental disorders*, 24(3), 247–57.

PAULA, G. R.; BEBER, B. C.; BAGGIO, S. B.; & PETRY, T. 2006. Neuropsicologia da aprendizagem. *Revista Psicopedagogia* vol. 23 n.72.

PIJNACKER, J.; GEURTS, B.; VAN LAMBALGEN, M.; BUITELAAR, J.; & HAGOORT, P. 2010. Exceptions and anomalies: an ERP study on context sensitivity in autism. *Neuropsychologia*, 48(10), 2940–51.

PROVERBIO, A. M.; CROTTI, N.; MANFREDI, M.; ADORNI, R.; & ZANI, A. 2012. Who needs a referee? How incorrect basketball actions are automatically detected by basketball players' brain. *Scientific reports*, 2, 883.

RIBEIRO, T. C.; VALASEK, C. A; MINATI, L.; & BOGGIO, P. S. 2013. Altered semantic integration in autism beyond language: a cross-modal event-related potentials study. *Neuroreport*, 24(8), 414–8.

SILVERMAN, L. B.; BENNETTO, L.; CAMPANA, E.; & TANENHAUS, M. K. 2010. Speech-and-gesture integration in high functioning autism. *Cognition*, 115(3), 380–93.

SITNIKOVA, T., et al. 2008. Two neurocognitive mechanisms of semantic integration during the comprehension of visual real- world events. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 20, 2037–2057.

SMITH, E.G.; BENNETTO, L. 2007. Audiovisual speech integration and lip-reading in autism. *J Child Psychol Psychiatry*. 48:813–821.

STEVENSON, R. A.; SIEMANN, J. K.; WOYNAROSKI, T. G.; SCHNEIDER, B. C.; EBERLY, H. E.; CAMARATA, S. M.; & WALLACE, M. T. 2013. Brief Report: Arrested Development of Audiovisual Speech Perception in Autism Spectrum Disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, (Kanner 1943).

SUR, S.; & SINHA, V.K. 2009. Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal*. 18(1): 70-73.

TEPLAN, M. 2002. Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review* – vol. 2, section 2.

ULLMAN, M. T. 2004. Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*. 92: 231-270.

VAN DER SMAGT, M.J.; VAN ENGELAND, H.; KEMNER, C. 2007. Brief report: can you see what is not there? Low-level auditory-visual integration in autism spectrum disorder. *J Autism*

Dev Disord. 37:2014–2019.

WILLIAMS, D.; BOUCHER, J.; LIND, S.; & JARROLD, C. 2013. Time-based and event-based prospective memory in autism spectrum disorder: the roles of executive function and theory of mind, and time-estimation. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(7), 1555–67.

CONTATOS: mari_andreoli@hotmail.com, boggio@mackenzie.br e
mirella.manfredi@gmail.com