

Relações entre o perfil cultural e psicológico de estudantes universitários e a habilidade de interpretação de gráficos

Gladis Frank da Cunha (gladisfranck@gmail.com)

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática

Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia

Lucas Furstenu de Oliveira (lfoliveira@ucs.br)

Especialização em Neurociências Aplicada à Linguagem e à Aprendizagem

Marilda Machado Spindola (mmspindola@ucs.br)

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática

Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia

Cíntia Paese Giacomello (CPaese1@ucs.br)

Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia

Alien Mavi Frantz (mavifrantz@hotmail.com)

Licenciatura em Ciências Biológicas

Augusto Poletto Cutulli (augustocutulli@gmail.com)

Engenharia Eletrônica

Leonardo Cechet Moro (lcechetmoro@gmail.com)

Engenharia Elétrica

Resumo: A compreensão sobre o funcionamento cerebral pode contribuir para a configuração de estratégias didáticas capazes de explorar as maneiras através das quais o sistema nervoso é capaz de aprender, reconfigurando as relações entre ensino e aprendizagem. No presente artigo, analisaram-se as respostas dadas por estudantes de engenharia, quando foram solicitados a relacionar a informação central de um texto com um entre três gráficos apresentados, durante uma coleta de sinais eletroencefalográficos. Além disso, as relações entre as respostas certas e as informações relativas aos aspectos culturais, físicos e emocionais, constantes de um questionário preenchido por cada participante foram correlacionadas estatisticamente pelo método do Qui-quadrado de Pearson. As dificuldades evidenciadas na resolução da tarefa, que envolveu a memória trabalho, apontaram correlações positivas, que evidenciam aspectos relevantes aos processos cognitivos envolvidos nesta ação. Sugere-se que a educação básica deve desenvolver melhor as capacidades do buffer episódico, da alça fonológica e do esboço visuoespacial, habilitando os participantes a resistirem melhor ao estresse emocional relacionado ao meio ambiente incomum.

Palavras-chave: Aprendizagem humana. Neuroeducação. Interpretação de gráficos. EEG.

Abstract: In this article, we analyzed the responses of engineering students, when they were asked to correlate the core information of a text with one of three observed graphs during a collection of EEG signals. Furthermore, the relationship between the right answers and the information relating to cultural, emotional and physical constants of a questionnaire of research answered by each participant were correlated statistically using the Pearson Chi-square test. The difficulty in solving the task, which involved working memory, showed positive correlations, which highlight aspects relevant about the cognitive processes, involved in this action. It is suggested that basic education should develop better capabilities of the episodic buffer, of the phonological loop and of the visuospatial sketch, enabling participants to better withstand the emotional stress related to the unusual environment.

Keywords: Human Learning. Neuroeducational approach. Interpretation of graphs. EEG.

1. INTRODUÇÃO

A área da Neurociência tem sido responsável por descobertas significativas sobre o funcionamento do cérebro, incluindo processos de interesse para a área da Educação, pois respondem pela aprendizagem humana. A compreensão destes processos pode contribuir para a configuração de estratégias didáticas capazes de explorar as maneiras através das quais o sistema nervoso é capaz de aprender, reconfigurando as relações entre ensino e aprendizagem.

Alguns autores consideram que esta abordagem possa ser definida como Neurodidática [1]. Em relação aos processos de aprendizagem, já foram identificados efeitos associados a diversos fatores tais como diferenças culturais e de gênero. Sobre o aspecto da influência cultural, observaram-se alterações estruturais no cérebro humano em função do aprendizado diferenciado [2].

Também se observou que a idade influencia os resultados, quando o processo de aprendizagem for aplicado sobre conteúdos formais complexos e de ordem espacial [3; 4; 5]. As descobertas de padrões de organização e funcionamento do pensamento humano têm possibilitado a criação de novas hipóteses sobre o processo de aprendizagem que atingem os sistemas motores e cognitivos.

Há ainda muito a ser investigado sobre o cérebro humano. Um dos desafios deste campo investigativo é descobrir técnicas que permitam identificar efeitos causados por estes diferentes fatores socioculturais ou de gênero na atividade cerebral durante realização de atividade cognitiva. Por tais motivos, julgou-se interessante associar medições da atividade cerebral com dados relativos ao perfil sociocultural e educacional dos voluntários da pesquisa, buscando correlações significativas.

A abordagem investigativa adotada no presente artigo leva em consideração as bases biológicas do conhecimento humano e do funcionamento cerebral e visa o desenvolvimento de práticas pedagógicas que explorem da melhor maneira as possibilidades cerebrais, a fim de desenvolver habilidades e competências que favoreçam a aprendizagem de conteúdos complexos.

O avanço tecnológico no seu conjunto proporcionou um grande incremento à velocidade das ações humanas e está demandando alternativas pedagógicas, que viabilizem a educação para a ciência. Quando almejamos uma educação científica, devemos investigar o funcionamento cerebral relacionado à elaboração de conceitos complexos e níveis de abstração elevados.

Damáσιο [6] esclarece que cada conjunto das áreas sensoriais se comunica com uma série de regiões interpostas, de modo que a comunicação entre os setores de entrada de estímulos e os de saída, não é direta, mas mediada por uma arquitetura complexa de neurônios interligados. A atividade destas redes neurais interligadas constrói e manipula as imagens da mente. Com base nessas imagens interpretamos os estímulos apresentados aos córtices sensoriais iniciais, de modo a organizá-las na forma de conceitos.

Não “sabemos” ver sem conceituar o que é visto, logo não há percepção “pura”, pois estamos sempre interpretando os estímulos. Ao interpretar usamos razão e emoção de forma que não apenas definimos como também qualificamos o mundo, que somos capazes de assimilar.

A linguagem desempenha um papel central nestes processos e se sugere que envolva a interação entre três conjuntos de estruturas neuronais. O primeiro, composto de numerosos sistemas neuronais dos dois hemisférios, representa interações não linguísticas entre o corpo e seu meio; o segundo, situado no hemisfério esquerdo representa os fonemas, suas combinações e as regras sintáticas de ordenação das palavras em frases, o terceiro conjunto, também presente no hemisfério esquerdo, coordena os dois primeiros, produzindo palavras a partir de conceitos ou conceitos a partir de palavras [7]. Pinker [8] também ressalta que possuímos faculdades cognitivas e intuições inatas, além de uma lógica, um banco de dados mental e a linguagem, sendo que todos esses aspectos suportam as especializações mais avançadas da mente, quando o sujeito é submetido à aprendizagem formal.

Alguns neurocientistas descrevem o cérebro como um sistema dinâmico que nasce com um estoque básico de saber e começa a dirigir perguntas ao exterior. Experimentos com animais indicaram que a hereditariedade é importante na estruturação do equipamento básico para a construção neuronal, pois é através do fluxo das informações provenientes dos sentidos e da interação dinâmica e constante com o meio que se define a forma como o sistema nervoso irá se desenvolver, capacitando-o para diferentes aprendizagens e talentos. A transposição destes achados para a espécie humana é viável, apesar de termos recursos, como a linguagem, que viabilizam aprendizagens mais complexas.

Em outras palavras, a multiplicidade dos estímulos exteriores influencia a complexidade das ligações entre as células nervosas e como elas se comunicam entre si [1]. Que importância isso tem para a didática? Quais são os caminhos possíveis para o desenvolvimento de talentos necessários a construção dos conhecimentos científicos? Perguntas como essas podem se constituir em objetos de estudo da neurodidática ou da neuroeducação, pois, segundo Friedrch e Preiss [1], quando são fornecidos os estímulos intelectuais de que o cérebro precisa, as capacidades mentais podem se desenvolver e o aprender é facilitado.

Efetivamente, a intersecção entre didática e educação com neurociências tem se apresentado como requerendo um novo paradigma. Investigações que pretendem estabelecer pontes entre os conhecimentos oriundos das áreas acima precisam atender vários requisitos com relação ao rigor na

obtenção dos dados para que seus resultados sejam considerados válidos [9].

Em vista do acima exposto, partiu-se da perspectiva que, aliada ao conhecimento cerebral, a investigação do perfil dos pesquisados pode oferecer dados importantes para compreensão dos seus processos cognitivos. Pode ser percebido empiricamente através da prática docente que diferentes perfis cognitivos apresentam diferenças nos processos de aprendizagem. Por isso a compreensão dos processos que levam a construção destes diferentes perfis deve ser uma questão central da educação. Ou seja, ao se destacar o papel da interação com o meio no desenvolvimento das habilidades cognitivas para a construção do raciocínio lógico e abstrato, torna-se justificável o entendimento sobre como se dá a construção do conhecimento na via cultural.

Nesse contexto, buscou-se investigar as relações entre o percentual de acerto das respostas dadas as questões propostas no experimento sobre interpretação de gráficos e a experiência prévia de estudantes dos cursos de Engenharia do Campus Universitário de Região dos Vinhedos da Universidade de Caxias do Sul (CARVI/UCS), incluindo características dos seus perfis, com questões sobre algumas habilidades cognitivas, motoras e seu estado emocional no momento da investigação. Assim, entre junho de 2011 a junho de 2012 pesquisou-se a habilidade de interpretação de gráficos com 28 estudantes.

Esta pesquisa visou relacionar o perfil dos participantes com a capacidade de interpretar um texto e associá-lo corretamente a uma imagem de gráfico de linha. Partiu-se da hipótese de que interpretar imagens seria uma atividade de relativa facilidade para acadêmicos que desenhavam ou utilizavam softwares gráficos, mas decidiu-se explorar mais detalhadamente o perfil dos pesquisados, incluindo questões sobre leitura, padrão de atividade física, cultura e vários outros aspectos da formação educativa, além de seus estados emocionais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Perfil dos participantes

Os participantes desta pesquisa foram estudantes dos cursos de engenharia elétrica, eletrônica, de produção, mecânica e química da UCS/CARVI, todos do sexo masculino. A faixa etária ficou compreendida entre 18 e 30 anos ou mais, sendo que a maioria dos participantes ficou entre 18 e 29 anos (78,5%). Ao preencherem o questionário, 22 participantes declararam serem naturais da serra gaúcha e 6, de outras regiões do Estado. Como esperado, 20 dos participantes (71,43%) declararam que sua cultura pessoal predominante se relaciona com a imigração italiana.

Apenas 2 dos 28 participantes disseram que dedicam seu tempo somente aos estudos, enquanto os demais, além de estudar, também trabalham. Nenhum dos participantes declarou ter usado medicamentos ou drogas de efeitos psicotrópicos, assim como ninguém se declarou triste ou deprimido.

Todos declararam que assistem televisão, variando apenas a frequência com que o fazem. Somente um dos participantes informou que estava com sono, enquanto os demais se qualificaram como bem-dispostos no momento da coleta de dados.

2.2 Descrição do experimento

O experimento proposto nesta pesquisa consta da captura de sinais por Eletroencefalografia durante a exposição ao estímulo visual de três gráficos de linha (descendente, ascendente e constante), cada um deles relacionado a um texto de quatro linhas sobre custos do pão. No presente artigo, analisaram-se as respostas dadas por estudantes de engenharia, quando foram solicitados a indicar qual gráfico apresentado estaria representando a informação central de um texto, que foi lido sem a visualização simultânea dos gráficos.

A exposição aos gráficos e leitura do texto foram realizadas no interior de uma Gaiola de Faraday, com os voluntários conectados a um equipamento de eletroencefalografia, pois os seus sinais cerebrais estavam sendo capturados, durante os períodos de exposição aos gráficos. Estes sinais bioelétricos cerebrais serão modelados matematicamente e analisados para futura publicação. O detalhamento sobre a execução do experimento é apresentado a seguir.

2.2.1- Preparação.

Nesta etapa, os participantes foram informados sobre todos os procedimentos do experimento, iniciando pela necessidade de uso de equipamento especial como uma touca com eletrodos modelo 10-20 (Sistema Jasper), colocação de gel a base de água para contato com a pele que permite maior transferência de energia entre o escalpo e o equipamento EEG. A aquisição dos sinais de EEG é realizada numa sala com temperatura adequada e com iluminação indireta. A coleta é realizada no interior da Gaiola de Faraday (produto resultante da pesquisa desenvolvida pelo professor Alexandre Mesquita junto ao Laboratório de Biossinais do Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnologia do Campus Universitário da Região dos Vinhedos da Universidade de Caxias do Sul).

Para medição dos sinais, os participantes foram posicionados em uma cadeira com encosto para tronco e cabeça no interior de uma Gaiola de Faraday, com temperatura adequada e iluminação indireta. Nestas condições, ficaram sentados da maneira o mais confortável possível, conectados ao conjunto de eletrodos aderidos ao escalpo, através de uma touca (figuras 1 e 2). Antes do início da captura dos sinais é feita a gravação do sinal cerebral de base para ser armazenado como medida de referência (sinal de base). Para esta gravação é solicitado que o participante da pesquisa feche os olhos e relaxe.

O procedimento de captura de sinais cerebrais por EEG é totalmente indolor e não acarreta riscos para a saúde ou integridade física, nem sequelas imediatas ou tardias, como comprovado em pesquisas anteriores [10]. O sistema de

aquisição de sinais eletroencefalográficos estará sendo adaptado ao novo experimento proposto considerando a abordagem de Montgomery [11].



Figura 1: Exemplo de indivíduo conectado ao conjunto de eletrodos aderidos ao escalpo, por meio de uma touca.

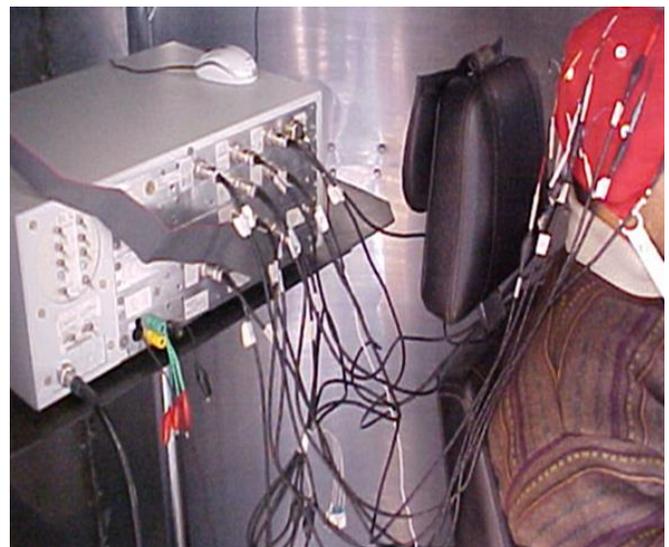
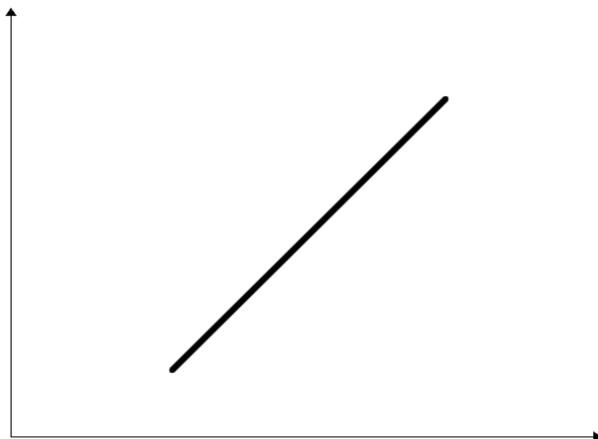


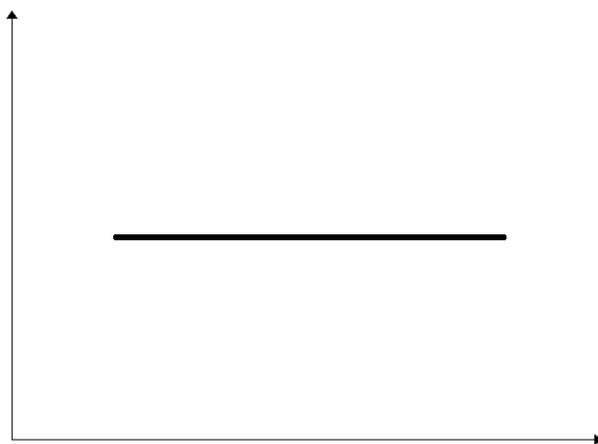
Figura 2: Detalhe da conexão da touca com o equipamento de captação de sinais cerebrais.

2.2.2- Exposição inicial aos gráficos

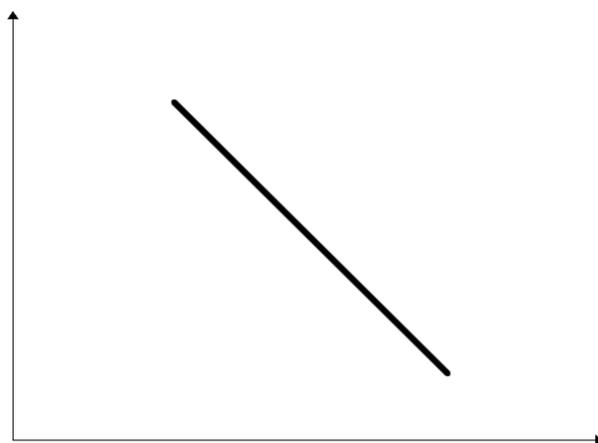
Após a preparação do voluntário no interior da Gaiola de Faraday, os equipamentos para a apresentação visual dos estímulos e para a coleta dos sinais eram ligados e a exposição aos gráficos iniciada assim que o participante atingisse um estado relaxado, com pulsação radial dentro dos padrões de normalidade individual em estado de repouso.



a) Gráfico 1 (linear crescente)



b) Gráfico 2 (constante)



c) Gráfico 3 (linear decrescente)

Figura 03 – Gráficos relacionados a variação de preços, apresentados aos acadêmicos durante a medição de sinais cerebrais na Gaiola de Faraday.

Os estímulos apresentados constam de três gráficos retilíneos, com o mesmo padrão de coloração e dimensões, variando apenas na inclinação da reta (ascendente, decrescente e horizontal) como mostra a figura 03.

As imagens propostas como estímulos foram apresentadas em uma tela de monitor LCD de 14 polegadas, a qual era posicionada a 90 cm do sujeito, que foi instruído a ficar com a musculatura relaxada e com olhos abertos, evitando movimentos bruscos da cabeça, enquanto observava os gráficos.

Os estímulos (representações dos gráficos) foram apresentados um a um ficando expostos durante dois segundos (2s) cada, intercalados pela ausência de estímulo durante um tempo de cinco segundos (5s).

2.2.3- Leitura de um texto

Após a apresentação dos três gráficos a captura dos sinais era interrompida e o participante recebia um texto impresso, contendo a descrição de uma situação relacionada a preços que sobem, ficam estáveis ou decrescem, como apresentado na tabela 01, para que o evento descrito fosse relacionado a um dos gráficos.

Tabela 01 – Textos relacionados a descrição de uma situação relacionada a variação de preços

TEXTO 1:

O Propan, serviço de consultoria especializado em panificadoras, divulga em sua página na Internet a tabela de composição de custos do pão francês. Segundo o Propan a variação de custos é uma média, que pode variar em até 20%. Em relação aos insumos, o "Propan" tem verificado um aumento nos preços da farinha de trigo, principal componente do pão.

TEXTO 2:

O Propan, serviço de consultoria especializado em panificadoras, divulga em sua página na Internet a tabela de composição de custos do pão francês. Segundo o Propan a variação de custos é uma média, que pode variar em até 20%. Em relação aos insumos, o "Propan" tem verificado a manutenção nos preços da farinha de trigo, principal componente do pão.

TEXTO 3:

O Propan, serviço de consultoria especializado em panificadoras, divulga em sua página na Internet a tabela de composição de custos do pão francês. Segundo o Propan a variação de custos é uma média, que pode variar em até 20%. Em relação aos insumos, o "Propan" tem verificado uma queda nos preços da farinha de trigo, principal componente do pão.

Esta leitura foi realizada com o participante ainda acomodado na Gaiola de Faraday e conectado aos eletrodos, porém a porta era mantida aberta e uma lâmpada era ligada para oferecer melhores condições de leitura. A cada voluntário foi dado o tempo que o mesmo julgou necessário para leitura do texto. Terminada a leitura, um dos pesquisadores questionava qual gráfico representava o evento descrito no texto e anotava a resposta.

2.2.4 - Reexposição aos gráficos

Concluída a leitura de um dos textos acima, os gráficos foram reapresentados, na mesma ordem anterior, com duração de um segundo (1s). Entre a reapresentação de cada gráfico foi deixado um intervalo de ausência de estímulo com duração de cinco segundos (5s). Os sinais foram capturados com o mesmo protocolo utilizado na primeira apresentação.

2.2.5 - Repetição do questionamento

Após a reexposição aos gráficos, os participantes foram novamente questionados sobre qual gráfico representava o evento descrito no texto lido, anotando sua resposta. Utilizou-se o seguinte critério para análise da resposta: a) acerto total, quando ambas respostas oral e escrita estavam corretas; b) acerto parcial, quando apenas uma das respostas estava correta; c) erro, quando ambas as respostas estavam incorretas.

2.2.6 - Preenchimento de um questionário.

Antes da exposição aos gráficos cada candidato respondeu 21 questões que visaram caracterizar seu perfil sociocultural. As perguntas formuladas através de um questionário escrito ofereciam alternativas de respostas, que se constituíram em dados para análise quantitativa. Nas três primeiras perguntas os participantes informaram faixa etária, naturalidade e cultura predominante. Na sequência responderam sobre vários aspectos relacionados a leitura de livros, a prática de desenho ou pintura à mão livre, bem como uso de softwares gráficos, assistência a televisão ou filmes legendados.

Os participantes também foram questionados sobre o seu uso de tecnologias de comunicação (e-mail, msn, twitter, etc.). Em relação às atividades físicas, responderam se realizavam atividades ao ar livre e esportes individuais ou coletivos, indicando com qual frequência praticavam. Também informaram se trabalhavam ou não e como estavam se sentindo física e emocionalmente. Por fim, como é de praxe neste tipo de pesquisa, responderam se usavam algum tipo de medicamento ou droga com reconhecido efeito psicotrópico.

2.3- Variáveis analisadas.

As relações entre as respostas certas e as informações relativas aos aspectos culturais, físicos e emocionais, constantes do questionário preenchido por cada participante foram avaliadas. Considerou-se que, para a execução das tarefas, os participantes necessitaram memorizar a imagem

dos gráficos e a ordem de apresentação. Após o que, interpretar e memorizar a informação central dos textos (queda, aumento ou manutenção dos preços da farinha de trigo), respondendo a qual gráfico o texto remetia.

Posteriormente, foram reexpostos ao estímulo devendo novamente memorizar a forma e ordem de aparecimento dos gráficos para relacioná-los ao texto lido. Assim, através das respostas a este questionamento, analisaram-se as capacidades de interpretação de gráficos e textos, bem como sua memorização, durante o procedimento de captura de sinais cerebrais, no interior de uma gaiola de Faraday.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pelo método descritivo com cruzamento sobre o teste de chi-quadrado de Pearson, considerando que valores menores que 0,05 indicavam forte associação entre as variáveis estudadas.

3. RESULTADOS

Inicialmente, o experimento buscou identificar as relações positivas entre as áreas ativadas no encéfalo durante a execução da tarefa de interpretação de gráficos com a experiência prévia em desenhos e gráficos produzidos a mão livre ou através de softwares.

Esperava-se que indivíduos com este tipo de experiência ativassem áreas diferentes em comparação aos indivíduos sem este tipo de prática. Além disso, pressupôs-se que a simplicidade dos gráficos e dos textos não representaria qualquer dificuldade e que todos acertariam a resposta. Todavia, foi surpreendente o fato de apenas pouco mais da metade dos acadêmicos terem acertado completamente a resposta, enquanto os demais acertaram parcialmente ou erraram.

Entre os 28 estudantes de Engenharia pesquisados, 15 correlacionaram corretamente o texto com o respectivo gráfico, quando foram questionados logo após a leitura do texto, reafirmando a resposta depois da segunda exposição aos gráficos. Quatro participantes mudaram a resposta após a segunda exposição aos gráficos, porém, apenas dois a corrigiram, sugerindo que os outros dois haviam acertado a primeira resposta por casualidade. Assim sendo, ao somar estes dois casos aos demais participantes que erraram e os outros dois aos que acertaram, houve um total de 11 respostas erradas (39,29%) contra 17 certas (60,71%).

Entre os participantes que erraram a resposta, 9 não mudaram sua escolha após a reexposição aos gráficos, enquanto 2 haviam acertado a resposta quando questionados oralmente, mas mudaram e erraram após a reexposição aos gráficos. Diante destes resultados, no presente artigo exploram-se as relações entre o perfil dos participantes, cruzando com o fato de terem acertado ou não a resposta e buscando identificar as correlações positivas, as quais evidenciam aspectos relevantes aos processos cognitivos envolvidos nesta ação, deixando a análise dos sinais obtidos por EEG para outro artigo.

Os dados cruzados entre as variáveis de faixa etária e naturalidade mostram que a maioria dos participantes é natural da serra gaúcha e possui idade até 29 anos, com

$p = 0,037$. Os participantes com 30 ou mais anos responderam que nunca ou quase nunca pintaram, denotando assim uma significância de 0,046. Justamente, foi este o grupo de participante com maior índice de respostas erradas, pois entre os 6 participantes com 30 anos ou mais, apenas 1 acertou a resposta. Em contraposição, todos os participantes com idade entre 22 e 25 anos acertaram a resposta, sendo naturais da serra gaúcha, todos trabalhadores, mas nenhum se qualificou como cansado ou com sono no dia da coleta de dados.

O uso de softwares gráficos apresentou uma correlação altamente significativa com o curso dos participantes ($p = 0,003$), de forma que todos os estudantes da Engenharia Elétrica usam esta ferramenta com maior ou menor frequência. Curiosamente, também foi positiva a correlação entre uso de softwares gráficos e uma maior frequência de assistência a filmes legendados, em vez dos filmes dublados ($p = 0,036$).

Quase todos os participantes responderam que não usam tecnologias de comunicação, embora utilizem e-mail, celulares e redes sociais da internet, indicando que desconhecem o conceito de tecnologia de comunicação.

Vinte e cinco dos 28 pesquisados afirmaram que realizam algum tipo de atividade ao ar livre, embora, com maior ou menor frequência todos declaram que assistem televisão, o que evidencia uma homogeneidade da amostra.

O índice de acerto ou erro apresentou significância estatística com dois aspectos: cultura, onde os, declaradamente italianos, apresentaram maior índice de acertos ($p = 0,041$); sentir-se fisicamente indisposto havendo maior frequência de erros entre os declaradamente indispostos ($p = 0,004$)

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Desde 1990, considerada a década do cérebro, a área da Neurociência passou a investigar as relações entre o funcionamento do cérebro e a aprendizagem humana, incluindo processos de interesse para a área da Educação. Os conhecimentos advindos das pesquisas em neurociências permitem afirmar que a multiplicidade dos estímulos exteriores influencia a complexidade das ligações entre as células nervosas e o modo como elas se comunicam entre si.

O aprimoramento das teorias educacionais deve combinar o conhecimento científico sobre o funcionamento cerebral com as teorias de aprendizagem. Como salienta Macedo [12], a aplicação pedagógica de obras como a de Piaget, por exemplo, supõe o estudo, a pesquisa e a crítica constantes do professor, visando refletir e reconstruir o ato de educar de forma articulada com os seus pressupostos epistemológicos e descobertas empíricas, coordenando a teoria e a prática a fim de preservar seus pontos comuns e suas diferenças.

Piaget [13] destaca que a psicologia do desenvolvimento nos deu um quadro da formação dos conhecimentos e da inteligência que faz com que se levantem muito mais próximos das grandes questões biológicas, porque todo o conhecimento comporta uma organização e não é

devido a simples registros exógenos. Ele resume que todo o conhecimento é muito mais assimilável às variações fenotípicas, tal como as concebemos, enquanto produtos de interações entre os genomas e o meio e enquanto relativas às “normas de reações” dos genótipos (p. 18). Vê-se aqui que Piaget aceita que as diferenças genéticas afetam o desenvolvimento da inteligência, mas que independentemente do caso, ela somente ocorrerá se as interações entre os organismos e o meio propiciarem o desenvolvimento de uma organização.

As neurociências têm demonstrado que esta organização envolve a criação e configuração de redes neurais. De acordo com Tokuhamas-Espinosa [14] a premissa básica é que as habilidades fundamentais, tais como a leitura e a matemática, são extremamente complexas e exigem uma variedade de vias neurais e sistemas mentais para funcionar corretamente. Nesse sentido, Piaget destaca a importância da assimilação cognitiva, pois nenhum conhecimento, mesmo perceptivo, constitui uma simples cópia do real, porque comporta sempre um processo de assimilação, no sentido lato de uma integração a estruturas prévias, que podem permanecer inalteradas ou que são mais ou menos modificadas por esta mesma integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, ou seja, sem serem destruídas, apenas acomodando-se à nova situação. Esta assimilação a estruturas prévias pode explicar porque os estudantes que tiveram formação básica que incluiu atividades de desenho, também tiveram maior facilidade de memorização da sequência dos gráficos apresentados.

Na presente pesquisa, a execução do experimento pelo participante requereu memória trabalho, que permite reter temporariamente a informação nova que é utilizada em processos como compreensão, aprendizagem e raciocínio. Conforme modelo proposto por Alan Baddeley, largamente aceito pelos neurobiólogos, a memória trabalho se divide em quatro subconjuntos: o centro executivo, que constitui um sistema de controle de atenção, a alça fonológica, o esboço visuoespacial e o *buffer* episódico [15].

A alça fonológica processa as informações da linguagem e da audição, enquanto o esboço visuoespacial retém as imagens e, dependendo do tipo de informação a ser processada, a participação destas áreas será diferente na memória trabalho. O *buffer* episódico, componente acrescentado ao modelo em 2000, é responsável por guardar a relação entre os elementos armazenados na alça fonológica e esboço visuoespacial.

Em nossos experimentos, todos os componentes foram recrutados, assim como o córtex pré-frontal, pois é plenamente aceito o fato de que este apresenta um papel essencial nos mecanismos da memória de trabalho visual.

Quando se apresenta uma informação perceptiva a ser memorizada, o cérebro codifica esta informação, depois mantém uma representação ativa da informação durante um período. Provavelmente, os resultados referentes às repostas apresentadas pelos participantes da pesquisa refletiram diferenças nas suas capacidades de retenção da informação perceptiva (identificação correta da sequência de apresentação dos gráficos).

É importante ressaltar que a maioria dos participantes que erraram ambas as respostas se incluiu na faixa etária de 30 anos ou mais. Neste sentido, pode-se inferir que tais participantes tiveram maiores dificuldades em fazer a retenção da memória trabalho relacionada a alça fonológica e esboço visuoespacial. Contudo, os dois participantes que corrigiram a resposta após a reexposição aos gráficos, sugerem que retiveram as informações da alça fonológica.

Sabe-se que a memorização exige uma recriação dos caminhos neurais envolvidos na percepção dos estímulos e que as redes nervosas são plásticas e se estruturam a partir da experiência. Uma possível explicação para forte relação entre faixa etária e alta porcentagem de erro é uma formação básica num período em que o ensino de artes foi, praticamente, excluído dos currículos escolares, de modo que os alunos, neste período, não exercitaram as habilidades de desenho e pintura.

A obrigatoriedade do ensino de artes voltou às escolas brasileiras a partir da década de 1990-2000, coincidentemente a maior porcentagem de acertos se observou nos participantes com faixa etária 22 e 25 anos. O ensino da Arte numa ótica contemporânea tem como um de seus objetivos contribuir para a formação de indivíduos capazes de perceber com mais detalhes o mundo que está à nossa volta. Neste contexto, trabalha, entre outras coisas, com o registro gráfico de imagens e formas que fazem parte da vida cotidiana, além de explorar a criatividade ao possibilitar uma intervenção criativa ao permitir que sejam criadas formas e cores, a partir da imaginação de quem faz tais registros gráficos. Nossos dados reforçam a ideia de que a formação básica não pode apenas se restringir às disciplinas que são historicamente concebidas como científicas, pois é necessário que sejam explorados vários tipos de habilidades para que o desenvolvimento cerebral se dê de forma mais ampla.

Nesta pesquisa, o fato dos dados terem sido apresentados aos estudantes na forma de texto nos permite especular que aumentou a chance de que fossem armazenados na alça fonológica. Por outro lado, a identificação do gráfico correto requer uma habilidade visuoespacial, neste caso, para associar o texto ao gráfico seria necessário fazer a transposição da informação da alça fonológica, que estaria guardando a informação do texto, para o esboço visuo espacial, capaz de armazenar a imagem esperada do gráfico.

Nesse contexto, o buffer episódico, provavelmente, seria importante, pois guarda as relações relevantes entre os dados. Seguindo esta linha de raciocínio, os erros podem ter sido causados pelas seguintes fontes:

- 1- Dificuldade de linguagem para compreender o texto;
- 2- Capacidade reduzida da alça fonológica, que não conseguiria guardar as informações relevantes;
- 3- Dificuldade de transposição da alça fonológica para o esboço visuoespacial, neste último caso, devido a problemas com o buffer episódico.

Ao considerar estas três possibilidades, sugere-se que a formação básica dos estudantes deveria incluir atividades que relacionem textos a imagens, desde o Ensino Fundamental.

Do mesmo modo, os cursos universitários também devem oferecer atividades que desafiem os estudantes a explorar habilidades criativas e maneiras diversificadas de registro de informações, que envolvam imagens gráficas ou mapas conceituais, por exemplo. Tais estratégias contribuem para o desenvolvimento da memória, como um todo. Por exemplo, a leitura e escrita exigem a ação conjunta de neurônios das áreas motoras, da linguagem e do raciocínio. Se ampliarmos estas tarefas para elaboração de desenhos explicativos, também estaremos explorando outros aspectos relacionados à visão como uma observação mais detalhada, além de explorar as áreas de associação e emoção das regiões frontais do cérebro.

A memória é a capacidade de reter e recuperar informações, permitindo que o indivíduo se situe no presente considerando o passado e o futuro. Ela fornece as bases para o conhecimento, habilidades, sonhos, planos e anseios. É, portanto, um aspecto central da inteligência e existência humanas [16].

Del Nero [17] explica que, no armazenamento de informação, são formadas sinapses e sintetizadas proteínas. As sinapses ou conexões nervosas apresentam intensidades diferentes fazendo com que determinados estímulos sejam mais intensamente percebidos que outros, de acordo com as vivências particulares de cada indivíduo. Para este autor, as cenas do mundo são percebidas pelo cérebro como oscilações. Ao longo do nosso desenvolvimento cognitivo, aprendemos a correlacionar as oscilações provenientes do mundo com as nossas oscilações cerebrais. As oscilações cerebrais unificadas constituem a mente. Assim, por meio da atividade sincronizada de diferentes redes neuronais somos capazes de criar imagens mentais e transmiti-las usando uma linguagem.

A dimensão emocional do aprendizado tem ocupado cada vez mais espaço nas discussões envolvendo os processos de cognição [18], pois, entre outros aspectos cognitivos, as emoções desempenham um papel importante na capacidade de retenção da memória trabalho, uma vez que o córtex frontal está envolvido nestes processos em seres humanos. Em experimentos em que foi apresentada uma sequência de *slides* representando eventos estressores e potencialmente emocionais, como um assalto ou ameaça, com a intenção de simular uma situação de testemunho real dessas situações houve prejuízo no desempenho em testes de recordação e reconhecimento para as informações apresentadas nos *slides*. Contudo, quando a emoção foi manipulada apresentando-se palavras ou figuras com diferentes cargas emocionais, o efeito na memória tende a ser facilitado para essas palavras ou figuras. Ou seja, níveis moderados de emoções potencializam o processo de codificação e, subsequentemente, a performance da memória; todavia, níveis extremos de emoções prejudicam essa performance [19].

Cabe lembrar que a visualização dos gráficos propostos como estímulos se deu em uma tela de um *notebook* posicionado a 90 cm do participante da pesquisa. Cada estudante participou uma única vez da coleta de dados e como forma de reduzir a ansiedade do ambiente e processo de

coleta de dados, no início de cada sessão foi dado um tempo inicial delimitado por cada estudante, quando não havia monitoramento até que o mesmo se declarasse familiarizado com os aparatos e à peculiar sensação associada aos eletrodos colocados no escalpo. Todavia, esta não é uma situação cotidiana na vida dos participantes, os quais além de tudo estavam sendo submetidos, de certa forma a uma situação de avaliação de conhecimentos.

Assim, apesar dos participantes terem sido solicitados a resolver uma tarefa simples, o fato de estarem no interior de uma Gaiola de Faraday, conectados a um eletroencefalógrafo, pode ter gerado certo nível de estresse que dificultou o funcionamento da memória trabalho, considerando seus diferentes sistemas. Neste caso, uma formação educacional capaz de melhor desenvolver as habilidades do buffer episódico, da alça fonológica e do esboço visuoespacial favoreceu os participantes a sofrerem menos influências do estresse emocional relacionadas ao ambiente não usual das condições de pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

- [1] FRIEDRICH, G.; PREISS, G. *Ciência do aprendizado*. In: Como o Cérebro Aprende. **Mente e cérebro**. Edição Especial nº 8, Ediouro, 2006.
- [2] HOUZEL, S. H-. **O Cérebro Nosso de Cada Dia** – descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana. 3. ed., Vieira e Lent, Rio de Janeiro, 2002.
- [3] HARWANT, S.; O'BOYLE, G. and M. W. **Sex Differences in Matching Circles and Arcs: A Preliminary EEG Investigation**. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition* -Volume 2, Number 1 / March 1, 1997.
- [4] ROBERTS, J. E.; BELL, M. A. **Sex Differences on a Mental Rotation Task: Variations in Electroencephalogram Hemispheric Activation between Children and College Students** - - Department of Psychology, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000.
- [5] ROBERTS, J. E.; BELL, M. A. **Two- and three-dimensional mental rotation tasks lead to different parietal laterality for men and women**. Department of Psychology, Armstrong Atlantic State University, 2003.
- [6] DAMÁSIO, A. O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano. São Paulo, Companhia das Letras, 1996.
- [7] DAMÁSIO A.; DAMÁSIO, H. *O cérebro e a linguagem*. In: Percepção: como o cérebro organiza e traduz a realidade captada pelos sentidos. **Mente e cérebro**. Edição Especial nº 3, Ediouro, 2005.
- [8] PINKER, S. **Tabula Rasa** – a negação contemporânea da natureza humana. São Paulo, Companhia das Letras, 2002.
- [9] TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **Mind, Brain, and Education Science: A Comprehensive Guide to the New Brain-Based Teaching**. San Francisco University of Quito, W. W. Norton & Company, 2010.
- [10] SPINDOLA, M. M. **Habilidade Cognitiva Espacial: medida com eletroencefalografia**. Porto Alegre, UFRGS, 2010. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.
- [11] MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments**. Arizona State University, 2001.
- [12] MACEDO, L. **Ensaio construtivista**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.
- [13] PIAGET, J. [1967]. **Biologia e conhecimento**. 1ed. Porto: Rés ed., 1978.
- [14] TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **What Mind, Brain, and Education (MBE) Can Do for Teaching**. Johns Hopkins University, School of Education, winter, 2011. Disponível em: <http://education.jhu.edu/PD/newhorizons/Journals/Winter2011/Tokuhama2>, acesso em 17/08/2016.
- [15] BADDELEY, A. *The episodic buffer: a new component of working memory?* **Trends in Cognitive Sciences** - Vol. 4, No. 11, nov. 2000. disponível em: http://nbn.bg/cogs/events/2002/materials/Markus/ep_buferr.pdf, acesso em 20/05/2013.
- [16] TOMAZ, C. *Memória: mecanismos celulares*. **Ciência Hoje**. São Paulo, v. 16, n. 94, p. 6-7, 1993.
- [17] DEL NERO, H. S. **O sítio da mente: pensamento, emoção e vontade no cérebro humano**. São Paulo : Collegium Cognitivo, 1997.
- [18] OECD (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), **Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science** (ISBN 978-92-64-02912-5), Chapter 1, 2007. disponível em: <http://www.oecd.org/edu/cei/38813448.pdf>, acesso em 08/abril/2013.
- [19] PERGHER, G. K.; GRASSI-OLIVEIRA, R.; ÁVILA, L. M.; STEIN, L. M. *Memória, humor e emoção*. **Rev. psiquiatr. Rio Gd. Sul**, vol.28 no.1 Porto Alegre Jan./Apr. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81082006000100008 acesso em 03/10/2016.