

MODELOS LINEARES À MEMÓRIA E VERBALIZAÇÃO EM EXAME PRÁTICO DE ANATOMIA

JUNIOR, Homero da Silva Nahum^{1,2}; BRASIL, Roxana Macedo³; BARRETO, Ana Cristina Lopes y Glória¹; SERGIO, Lilian Damasceno da Silva⁴

141

Resumo

Com o objetivo de avaliar a memória sobre o sistema linfático, 85 graduandos do 2º período de Educação Física foram investigados. Registrados foram os tempos Antes e Depois da intervenção do professor, e o tempo Total. Os Grupos de alunos foram Reunião (participaram da elaboração da solução); Resposta (forneceram a resposta ao professor) e Reunião Resposta (elaboraram e verbalizaram a resposta). O tempo foi controlado pelo Relógio (Windows® 10). A captação do áudio pelo Gravador de Voz 21.3.55.16 (Android 10), com processamento pelo Audacity 3.4.2 (Windows®). Avaliou-se o tempo Total de participação dos alunos, considerando somente o Grupo, investigando se haveria diferença pela estimativa do Modelo Linear Generalizado. A separação em instantes empregou o Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas, matriz de covariância não estruturada. A implementação foi realizada no RStudio 2022.07.2+576 para Windows®. Os resultados demonstraram que o Resposta era distinto dos demais em ambos os experimentos. Possível foi concluir que armazenamento e recuperação de memória foram adequados.

Palavras-chave: Modelo linear generalizado. Modelo de equações de estimativas generalizadas. Memória. Ensino superior. Educação.

Abstract

In order to evaluate the memory of learning about the lymphatic system. The research investigated 85 undergraduate students in the second period of Physical Education. The measurements were the times Before and After the teacher's intervention, and the Total time. The classification of the students considered their participation in the elaboration of the solution (Meeting); the provision of the answer to the teacher (Response) and the two possibilities (Meeting Response). The software used: Clock (Windows® 10) for time control; Voice Recorder 21.3.55.16 (Android 10) for audio capture; Audacity 3.4.2 (Windows®) for processing; and RStudio 2022.07.2+576 for Windows® for coding. The statistical treatment evaluated the total time of participation of the students, considering only the classification group, investigating whether there would be a difference between them by the estimate of the Generalized Linear Model. The separation into instants used the Generalized Estimating Equations Model, unstructured covariance matrix. The results demonstrated that the Response Group was distinct from the others in both experiments. It was possible to conclude that memory storage and retrieval were adequate.

Keywords: Generalized linear model. Generalized estimating equations model. Memory. Higher education. education.

¹ Docentes do Curso de Educação Física do Centro Universitário Celso Lisboa;

² Docente da Escola de Saúde da Universidade Cândido Mendes;

³ Docente Ph.D. em Educação Física;

⁴ Graduanda em Enfermagem no Centro Universitário Celso Lisboa.

Introdução

A ausência de consenso sobre a conceituação de memória requisitou a exposição das possibilidades de entendimento, por exemplo: 1) o local que conservaria os conteúdos armazenados; 2) a faculdade de reter informações sobre estímulos quando esses cessam; 3) o conteúdo do sistema de armazenamento em vez do próprio sistema; e 4) o ato de lembrar de informação retida. Talvez, tal carência fosse resultado da existência de diversos sistemas e subsistemas de memória para processamento, armazenamento e recuperação de informações distintas que funcionam integrada e harmonicamente (O'Hara *et al.*, 2006). No contexto do corrente estudo, empregou-se o entendimento comportamental, ou seja, a memória foi considerada como a modificação da relação do organismo com o meio, estruturada na prática, experiência ou observação, tendo o aprendizado como motor à modificação (Chaves, 1993).

Possivelmente, a taxonomia mais aceita fosse a consideração da existência das memórias de: 1) curto prazo (ou de trabalho): sistema ativo com capacidade limitada e persistente, de alta fidelidade, e que reuniria e transformaria informações de outros sistemas de memória; e 2) longo prazo: repositório final, passivo, portanto rico em volume de informações e habilidades proposicionais. Esses sistemas seriam independentes, teriam localizações cerebrais distintas e efeitos cognitivos particulares (Muller, Fialho e Freire, 2016), os quais se relacionariam com percepção e aprendizagem (O'Hara *et al.*, 2006).

No modelo modal (Atkinson e Shiffrin, 1968) haveria a memória sensorial, essa seria alcançada pelos estímulos detentores da atenção do indivíduo, os quais seriam filtrados, restando os associados às informações requisitadas à lembrança, que seriam conduzidas à memória de curto prazo. O depósito na de longo prazo demandaria modulação das informações (Cardoso, Ribeiro e Calafate, 2019).

À luz da cognição, a aprendizagem seria a incorporação de informações à base existente, o que envolveria aquisição, correção, aprofundamento, alargamento e reorganização de conhecimentos. Logo, dependente de memória, atenção, percepção e raciocínio. Portanto, o conhecimento corrente do indivíduo influenciaria a aprendizagem de novos conhecimentos e novas informações, inclusive a organização à retenção da novidade. Dado que o significado e a estrutura dessa seriam impactados por tudo aquilo já aprendido e recordado. Em última análise, os processos de aquisição de conhecimento (atenção, espaçamento, repetição, profundidade de processamento, organização,

formação de imagens e crenças cognitivas subjacentes) determinariam a representação da estimulação sensorial da memória (Pinto, 2001).

Os apontamentos traçaram paralelos ao conceito de competência em informação, habilidade em reconhecer a necessidade de informação e capacidade para localizar, avaliar e utilizar o conjunto de informações (Belluzzo, 2020). A relação entre memória e competência em informação teria sido majoritariamente investigada com norte na capacidade de memorização, tomando-a como aspecto à avaliação do aprendizado, redução da carga cognitiva e do estresse no trabalho e ao impacto no gerenciamento de informação (Kohler *et al.*, 2024).

Tais aspectos dependeriam dos processos de 1) recuperação ativa e 2) reativação de informações armazenadas. O primeiro caso faria referência ao esforço para recuperar uma informação. No armazenamento de nova informação, o significado e a estrutura inerentes (codificação) originariam conexões neurais, essas quando sensibilizadas proporcionam a consciência daquela informação, caracterizando a reativação. A disponibilização à consciência, excluindo, a recuperação ativa tornaria o fruto recuperado instável, em consequência passível de interferência de estímulos disponibilizados imediatamente após à reativação (Bourscheid, 2017).

Pragmaticamente, ambientes de pressão emocional tenderiam a atenuar a retenção de informações, desfavorecendo o processo de aprendizagem. Porque, o comprometimento da atenção se estabeleceria, e ela seria determinante na conexão entre emoção e memória. Diametralmente, estados emocionais positivos ativariam memórias cognitivas (Silva, Santos e Santos, 2024). Com base no exposto, objetivou-se avaliar a memória sobre o aprendizado de sistema linfático.

Metodologia

Avaliados foram 85 universitários do segundo período de Educação Física, organizados em equipes com três ou quatro integrantes, cuja formação coube exclusivamente aos discentes. Durante a realização da avaliação prática do conteúdo referente ao sistema linfático da disciplina Anatomia Sistêmica, proposta foi uma questão para ser resolvida em no máximo 300 s, cabendo aos estudantes o gerenciamento do tempo à elaboração e verbalização da resposta. Após, a exposição da solução, o professor inseria uma dúvida provocativa, tal qual ocorria durante as aulas teóricas e práticas. Para evitar a elevação do estresse no processo avaliativo, não foi comunicado aos discentes a

realização do processo de coleta de dados, assim inibiu-se o efeito interveniente ocasionado pela gravação do desempenho.

Registrados foram os tempos Antes e Depois da intervenção do propedeuta, assim como o tempo Total. Não computadas foram as equipes que empregaram mais de 85,00% (255 s) no instante Antes. Além disso, de acordo com o comportamento diante da questão, os alunos foram classificados em um dos seguintes grupos: 1) Reunião (n = 44), aqueles participaram exclusivamente, da elaboração da solução; 2) Resposta (n = 16), os discentes que forneceram a resposta ao professor, mas não a desenvolveram; e 3) Reunião Resposta (n = 25), as pessoas que elaboraram e verbalizaram a resposta.

O controle do tempo foi realizado pela exposição do aplicativo Relógio, nativo do sistema operacional Windows® 10, em contagem regressiva. Enquanto que a captação do áudio foi realizada com o Gravador de Voz 21.3.55.16, nativo do sistema Android 10, posicionado à distância de 50 cm dos alunos, distribuídos lado a lado na bancada do laboratório de Anatomia. O processamento dos arquivos de áudio se realizou no Audacity 3.4.2 para Windows® com base nas respectivas frequências de voz.

O tratamento estatístico avaliou o tempo Total de participação dos alunos, considerando somente o Grupo de classificação, investigando se haveria diferença entre eles pela estimativa do Modelo Linear Generalizado - MLG (Nelder e Wedderburn, 1972; Hardin e Hilbe, 2012). O refinamento desse considerou a possibilidade de efeito entre Grupo, Instante e Interação (Grupo * Instante). O teste de Bonferroni foi empregado para especificar possíveis diferenças e estimar tamanhos de efeito pelos coeficientes padronizados (β). Análogos procedimentos foram realizados na extrapolação do desenho transversal, precisamente, considerando medidas repetidas, cujo desenvolvimento se deu pelo Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas - EEG, tendo matriz de covariância não estruturada (Liang e Zeger, 1986; Cui, 2007).

A implementação foi realizada no RStudio 2022.07.2+576 para Windows® com os pacotes *Create Elegant Data Visualizations Using the Grammar of Graphics* – ggplot2 3.5.1 (Wickham, 2016), *Read Excel Files* – readxl 1.4.3 (Wickham e Bryan, 2023), *Tidy Messy Data* – tidyr 1.3.1 (Wickham, Vaughan e Girlich, 2024) e *A Grammar of Data Manipulation* – dplyr 1.1.4 (Wickham et al., 2023).

Resultados e Discussão

O MLG foi submetido ao ajuste pelas distribuições Normal e Gama, tendo por função de ligação a identidade. A decisão sobre o melhor resultado considerou o Critério de informação de Akaike (AIC), o qual preconizaria a escolha do detentor da menor estimativa (Pan, 2001; McCullagh e Nelder, 1989), portanto o primeiro modelo (Tabela 1). Esse conquistou para Grupo efeito estatisticamente significativo, valor-p = 0,01 (Tabela 2)

Tabela 1: Qualidade do Ajuste no Modelo Linear Generalizado.

Modelo	AIC
Distribuição Normal	848,742
Distribuição Gama	858,429

Fonte: Os Autores (2025).

Tabela 2: Inferência sobre os Efeitos no Modelo Linear Generalizado, $\alpha = 0,05$.

Fonte	χ^2 de Wad	GL	Valor-p
Intercepto	315,66	1,00	0,00
Grupo	9,62	2,00	0,01

Fonte: Os Autores (2025).

O Grupo Resposta apresentou interação significativa, valor-p = 0,00, refletindo o tempo de exposição da formulação da resposta, o que exigiu lembrar do que foi discutido durante a reunião do grupo, bem como organizar o conteúdo em razão do que foi exposto durante as aulas. O Grupo daqueles discentes que participaram exclusivamente da reunião de resposta não teve significância de tempo em relação ao Grupo Reunião Resposta (Tabela 3).

Tabela 3: Estimativas dos Parâmetros dos Grupos no Modelo Linear Generalizado, $\alpha = 0,05$.

Parâmetros	β	Erro Padrão	IC95,00% Wald	χ^2 de Wad	GL	Valor-p
Intercepto	54,88	6,80	[41,55; 68,21]	65,10	1,00	0,00
Resposta	33,56	10,89	[12,22; 54,90]	9,50	1,00	0,00
Reunião	15,62	8,52	[-1,07; 32,31]	3,36	1,00	0,07
Reunião Resposta	0,00					

Fonte: Os Autores (2025).

A comparação dos grupos requisitou a descrição do tempo de participação por grupo, culminando nas estimativas de Erro Padrão e Média, nesse caso denominada Média Marginal (Ballinger, 2004; Garson, 2013). A princípio a análise desses resultados, indicaria que o Grupo Reunião Resposta conquistou a distinção frente aos demais, pois a

caracterização $55,88 \pm 6,80$ s (Média $\pm$ Erro Padrão) determinou intervalo de confiança (IC95,00%) de estreita ou nenhuma interseção com Reunião e Resposta, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4: Estimativas das Médias Marginais dos Grupos no Modelo Linear Generalizado, $\alpha = 0,05$.

Grupo	Média	Erro Padrão	IC95,000% Wald
Resposta	88,44	8,50	[71,77;105,10]
Reunião	70,50	5,18	[60,45;80,55]
Reunião Resposta	54,88	6,80	[41,55;68,21]

Fonte: Os Autores (2025).

O teste de Bonferroni (Tabela 5) permitiu identificar o Grupo Resposta como aquele concentrador da diferença estatística (valor-p < 0,00), contrariando a percepção primeira. Talvez, porque o Reunião Resposta requisitaria participação ativa na construção da resposta, exigindo menos tempo para expô-la. Sobre-excedendo tal ideia, poderia haver o entendimento não consciente de que a elaboração e verbalização da resposta seria obrigação de todos os membros da equipe discente. Se assim o foi, então o aluno comunicador tenderia a utilizar menor tempo na expectativa de que outros pudessem enriquecer a resposta dentro do intervalo temporal máximo (300 s). Conjectura possivelmente nula no Grupo Resposta, pois a tendência seria de obrigação concentrada na figura daquele que transmitiu ao professor a resolução desenvolvida, uma vez que ele não participou ativamente do desenlace, o que demandaria lembrar da resolução. Adicionalmente, o desafio promovido pelo propedeuta tenderia a manter a verbalização com aquele que iniciou a resposta, em razão da nítida diferenciação material de funções, mesmo que não havendo a formalização à partição. Portanto, considerando a totalidade do tempo, o Grupo Resposta se diferenciou dos demais.

Tabela 5: Post-hoc de Bonferroni no Modelo Linear Generalizado, $\alpha = 0,05$.

Grupo i	Grupo j	Δ Média (i-j)	Erro Padrão	GL	Valor-p
Resposta	Reunião	17,94	9,93	1,00	0,21
	Reunião Resposta	33,56	10,89	1,00	0,01
Reunião Resposta	Resposta	-33,56	10,89	1,00	0,01
	Reunião	-15,62	8,52	1,00	0,20

Fonte: Os Autores (2025).

A partição do tempo em Antes e Depois da pergunta provocativa, caracterizou o experimento como detentor de medidas repetidas, o que exigiu a modelagem por EEG. Nesse, a escolha do melhor ajuste ocorreu com base no menor valor do *Quasi-likelihood under Independence Model Criterion* – QIC (Wedderburn, 1974; Cui, 2007; Wang, 2014), à vista disso, o modelo ajustado com a Distribuição Gama se apresentou como o mais adequado, QIC = 150,81 (Tabela 6).

Tabela 6: Qualidade do Ajuste no Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas.

Modelo	QIC
Distribuição Normal	143.297,56
Distribuição Gama	150,81

Fonte: Os Autores (2025).

A convergência de aplicação se estabeleceu com Melo *et al.* (2022), os quais advogaram ser recorrente o desenvolvimento de estudos longitudinais em neurociências, comumente empregando Anova ou Manova. Porém, essas exigiriam a fixação dos tempos repetidos, o que não seria possível no fenômeno corrente, dado que as demandas temporais à lembrança do conteúdo e elaboração da resposta seriam individuais. Aqueles métodos estatísticos tradicionais também seriam sensíveis a dados faltantes, pela natureza da coleta de dados dessa investigação não havia tal ausência. O principal limitador à Anova e Manova residiria na necessidade de igualdade das variâncias nos diversos níveis da variável independente (Ballinger, 2004; Shin, 2009; Ma, Mazumdar e Memtsoudis, 2012; Armstrong, 2017; Yu *et al.*, 2022).

O modelo revelou o Instante como não significativo, da mesma forma que interação Grupo*Instante, valor- $p > 0,05$, mas o Grupo isoladamente impactou, valor- $p = 0,02$, no tempo dedicado à recuperação da memória para formalização e expressão da resposta (Tabela 7). Apesar disso, os coeficientes estimados para Grupo não foram significativos, tomando o Reunião Resposta como referência (Tabela 8).

Tabela 7: Inferência sobre os Efeitos no Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas, $\alpha = 0,05$.

Fonte	χ^2 de Wad	GL	Valor-p
Intercepto	359,03	1,00	0,00
Grupo	7,96	2,00	0,02
Instante	2,43	1,00	0,12
Grupo*Instante	4,05	2,00	0,13

Fonte: Os Autores (2025).

Tabela 8: Estimativas dos Parâmetros dos Grupos no Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas, $\alpha = 0,05$.

Parâmetros	β	Erro Padrão	IC95,00% Wald	χ^2 de Wad	GL	Valor-p
Intercepto	27,34	5,70	[16,18;38,50]	23,04	1,00	0,00
Grupos						
Resposta	7,23	7,71	[-7,90;22,34]	0,88	1,00	0,35
Reunião	10,82	7,45	[-3,77;25,41]	2,11	1,00	0,15
Reunião Resposta	0,00					
Instantes						
Antes	6,10	8,46	[-10,47;22,68]	0,52	1,00	0,47
Depois	0,00					
Interações						
Resposta*Antes	15,21	13,47	[-11,19;41,61]	1,28	1,00	0,26
Resposta*Depois	0,00					
Reunião*Antes	-9,92	10,93	[-31,34;11,50]	0,82	1,00	0,36
Reunião*Depois	0,00					
Reunião Resposta*Antes	0,00					
Reunião Resposta*Depois	0,00					

Fonte: Os Autores (2025).

As Médias Marginais (Tabela 9) descortinaram à demanda de Resposta, o que à primeira luz seria incoerente, pois a elaboração da resposta demandaria maior esforço de memória, dessarte tempo à organização do conteúdo. Em contrapartida, o ato de expressar as conclusões discentes tenderia a exigir menor amplitude temporal, porque as informações estariam na memória de curto prazo carecendo da verbalização. Porém, a ordem daqueles resultados da Tabela 4 se repetiu, a menos da encurtada distância entre Reunião e Reunião Resposta, isso significou que o Grupo Resposta se afastou dos demais. Tal diferenciação foi identificada no teste *Post-hoc* de Bonferroni (Tabela 10), o que elevou a consistência das considerações elaboradas à Tabela 5. Certamente, não foi possível anular a possibilidade de que o aluno encarregado de manifestar a decisão fosse o detentor de facilidade ou domínio da comunicação comparativamente aos membros da equipe de prova.

Tabela 9: Estimativas das Médias Marginais dos Grupos no Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas, $\alpha = 0,05$.

Grupo	Média	Erro Padrão	IC95,00% Wald
Resposta	45,22	3,77	[37,82;52,61]
Reunião	36,25	2,58	[31,19;41,31]
Reunião Resposta	30,39	3,73	[23,07;37,71]

Fonte: Os Autores (2025).

Tabela 10: Post-hoc de Bonferroni no Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas, $\alpha = 0,05$.

Grupo i	Grupo j	Δ Média (i-j)	Erro Padrão	GL	Valor-p
Resposta	Reunião	8,97	4,57	1,00	0,15
	Reunião Resposta	14,83	5,31	1,00	0,02
Reunião Resposta	Resposta	-14,83	5,31	1,00	0,02
	Reunião	-5,86	4,54	1,00	0,59

Fonte: Os Autores (2025).

Antonello (2007) defendeu que a aprendizagem, pelo menos a incidental, poderia se substancializar pela estruturação formal de experiência, desde que houvesse atividades planejadas para fim estabelecido. Nesse norte, tratar-se-ia de ação espontânea à realização de determinada tarefa, promovendo aumento de conhecimento e habilidade específica (Ross-Gordon e Dowling, 1995), então possível seria aprender com erros, vivências, transmissão em rede e experiências interpessoais. Aspectos presentes em aulas práticas de Anatomia cujas peças cadavéricas seriam vencidas pelos alunos posicionados ao redor de maca.

Esse quadro seria especialmente importante no entendimento dos experimentos de Nairne, Thompson e Pandeirada (2007), os quais investigaram a ideia de que os sistemas de memória se adaptaram à recordação de informações à aptidão, sobretudo se relevantes à sobrevivência. Para isso, realizaram experimentos de aprendizagem incidental, quando pessoas foram desafiadas a classificar substantivos comuns pela relevância à sobrevivência, por exemplo, garantia de comida ou água; sob controle, as mesmas palavras foram classificadas em função de aspectos como importância pessoal ou imigração, e agradabilidade. A relação com sobrevivência favoreceu a recordação. Os autores concluiriam que informações processadas à competência, capacidade de realização de algum trabalho em determinado nível, seriam favoravelmente recuperadas e reproduzidas (Pandeirada e Vasconcelos, 2012). Isso seria plenamente convergente ao ato de estudar, mormente no ensino superior.

Evidentemente que o aprender dependeria de mecanismos neurobiológicos diversos, por exemplo atenção, emoções, motivação, sono e plasticidade neuronal, os quais se relacionariam com os tipos de memória e métodos de ensino. Porquanto, o método dialético seria proposto como favorecedor do conhecimento por 1) mobilizar a atenção à criação de atitude favorável para o estudo, o que dependeria do ambiente organizado,

provocação do interesse e associação a conteúdo anterior; 2) estimular a construção do conhecimento pela operacionalização, o aprendiz com postura ativa sobre o conteúdo; e 3) sistematizar o construído, consolidando o conhecimento (Rosa, Silva e Ghiggi, 2022). Talvez, a fragilidade fizesse morada na necessidade de motivação, a qual seria um *continuum* de autorregulação, no qual ações e comportamentos dependeriam da vontade própria, logo da regulação autônoma (Silveira, Duarte e Bzuneck, 2024). Essa originada pela forma como valores sociais e contingências externas seriam incorporadas e transformadas em valores pessoais (Ryan e Deci, 2000). Tendo a mobilização com a primeira etapa, a qual dependeria de motivação, condição pessoal, então o processo de aprendizagem dependeria, essencialmente, do educando, reforçando o parágrafo anterior.

Talvez, o método de ensino carecesse de transcendência à formação de memória, notadamente no nível superior, comparativamente à identidade institucional, pois essa determinaria a percepção de pertencimento, isso significaria que o processo de ensino-aprendizagem deveria considerar as complexas e dinâmicas interações de identidade peculiares à liquidez pós-moderna (Mendes e Loureiro, 2024), permeadas por magnitudes diminutas de segurança e previsibilidade, como consequência da mundialização, informatização e desregulamentação.

Imperativamente, a fragilidade emocional discente interferiria na memória, singularmente pelo comprometimento da atenção, então a promoção da pressão emocional poderia apadrinhar as dificuldades de retenção ou recuperação de informações, gerando bloqueios à aprendizagem (Silva, Santos e Santos, 2024). No experimento corrente, o desafio do professor acrescentou a pressão emocional, intencionalmente levando ao estado negativo de cognição, situação disponibilizada nas intervenções didáticas durante as aulas práticas de todos os conteúdos. Portanto, os discentes estariam treinados para o quadro de avaliação para medidas repetidas, então o Grupo Resposta ter se diferenciado em MLG e EEG não configurou disruptividade de resultados.

Compreendendo 1) emoção como reação a evento específico, por conseguinte circunstancial, intensa e de curta duração; 2) humor como característica individual, logo constante (Pergher *et al.*, 2006); e 3) memória congruente como aquela correspondente a determinado estado emocional (Latgé-Tovar *et al.*, 2022), então, a congruência com o humor seria hipótese rica em razoabilidade. Aparentemente, haveria correlação de Spearman fraca, mas significativa ($\rho = 0,28$, valor- $p < 0,05$) para palavras com carga negativa entre humor deprimido e memória explícita (longo prazo com recuperação

consciente), assim como para a memória congruente com humor ($p = 0,23$, valor- $p < 0,05$). Entretanto, tais resultados sofreriam influência de variáveis como idade, sexo e dependência econômica (Zúñiga e Arias, 2024). Aspectos não investigados no experimento corrente, mas que podem ter influenciado os resultados, particularmente a dicotomia sexual e característica etária.

Hodiernamente, a associação entre memória e genética demonstraria o impacto de diversos genes (Neumann, Souza e Lisboa, 2023; Costa e Alves, 2023; García-Montes e Crespo, 2023; Rahmi *et al.*, 2024), particularmente aqueles relacionados ao transporte de lipídios no sistema nervoso (APOE e APOC1), à serotonina (HTR2A e 5-HTTLRP), dopamina (DRD1, DRD3, DRD4, COMT e DAT) e a outras funções neurobiológicas (BDNF e ECA), com atenuações de memória. Isso sugeriria investigações sobre o fenótipo e a interação entre o conjunto de genes (Andrade, Silva e Schuch, 2011). Para além do óbvio, o exposto lançaria luz sobre a complexidade do tema, impossibilitando a imediata atribuição da magnitude de recordação e verbalização a qualquer aspecto discutido, maiormente, pelo controle das condições ambientais e uniformidade de desafio.

Considerações Finais

Os resultados demonstraram que os alunos do Grupo Resposta apresentaram o maior tempo dedicado à conclusão da avaliação, independentemente do emprego do Modelo Linear Generalizado ou Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas. Concluiu-se que o armazenamento e a recuperação de memória ocorreram e foram expressos na elaboração e verbalização da resposta no tempo máximo de 300 s.

Aos estudos futuros, recomenda-se utilizar a dicotomia sexual e faixa etária como variáveis mediadoras. Caracterizar os discentes pelo humor pode auxiliar a segmentação dos resultados, assim como avaliar o estado emocional no instante anterior à realização da avaliação. Por último, considerar o comportamento do grupo, tomando características como a distância entre os alunos, o posicionamento na frente do professor e a postura adotada na elaboração e verbalização de resposta pode revelar correlações no domínio social relevantes ao desempenho geral do grupo e tempo total demandado.

Referências

ANDRADE, FM; SILVA, VK; SCHUCH, JB. A influência genética sobre a memória humana: uma revisão. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 4, p. 520-532, 2011.

ANTONELLO, CS. Aprendizagem na ação revisitada e seu papel no desenvolvimento de competências. **Aletheia**, n.26, p.146-167, 2007.

ARMSTRONG, RA. Recommendations for analysis of repeated-measures designs: testing and correcting for sphericity and use of manova and mixed model analysis. **Ophthalmic & Physiological Optics**, v. 37, n. 5, p. 585-593, 2017.

ATKINSON, RC; SHIFFRIN, RM. Human memory: a proposed system and its control process. In SPENCE, KW; SPENCE, JT (eds.). **The psychology of learning and motivation**: advances in research and theory. New York (USA): Academic Press, 1968, p. 89-195.

BALLINGER, GA. Using generalized estimating equations for longitudinal data analysis. **Organizational Research Methods**, v. 7, n. 2, p. 127-150, 2004.

BELLUZZO, RCB. Competência em informação: das origens às tendências. **Informação & Sociedade**, v. 30, n. 4, p. 1-28, 2020.

BOURSCHEID, FR. **A labilidade da memória humana**: efeitos de manipulações pós-recuperação e pós-reativação em listas de palavras associadas. Tese (Doutorado em Psicologia Cognitiva) – Faculdade de Psicologia. Universidade de Lisboa. Lisboa (Portugal), 2017.

CARDOSO, A; RIBEIRO, T; CALAFATE, L. As estratégias de memória no ensino do Sistema Digestivo: um contributo para a sua aplicação em Ciências Naturais. **Revistamultidisciplinar.com**, v. 1, n. 1, p. 49-55, 2019.

CHAVES, MLF. Memória humana: aspectos clínicos e modulação por estados afetivos. **Psicologia USP**, v. 4, n. 1-2, p. 139-169, 1993.

COSTA, APP; ALVES, APP. Análise das bases genéticas e neurobiológicas da Ansiedade e Depressão: um painel de genes candidatos. **Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento**, v. 23, n. 1, p. 99-129, 2023.

CUI, J. QIC program and model selection in GEE analyses. **The Stata Journal**, v. 7, n. 2, p. 209-220, 2007.

GARCÍA-MONTES, M; CRESPO, I. La mielinización como un factor modulador de los circuitos de memoria. **Revista de Neurología**, v. 76, n. 3, p. 101-109, 2023.

GARSON, GD. **Generalized linear models & generalized estimating equations**. Asheboro (USA): Statistical Associates Publishers, 2013.

HARDIN, JW; HILBE, JM. **Generalized estimating equations**. London (UK): CRC Press, Chapman e Hall, 2012.

KOHLER, M *et al.* Perspectivas entre Memória e Competência em Informação. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, v. 18, e024025, 2024.

LATGÉ-TOVAR, S *et al.* Mood-congruent memory in healthy adults: A systematic review. **Psicologia Clínica**, v. 34, n. 3, p. 621-659, 2022.

LIANG, KY; ZEGER, SL. Longitudinal data analysis using generalized linear models. **Biometrika**, v. 73, n. 1, p. 13-22, 1986.

MA, Y; MAZUMDAR, M; MEMTSOUDIS, SG. Beyond repeated-measures analysis of variance: advanced statistical methods for the analysis of longitudinal data in anesthesia research. **Regional Anesthesia and Pain Medicine**, v. 37, n. 1, p. 99-105, 2012.

MCCULLAGH, P; NELDER, JA. **Modelos lineares generalizados**. Londres (UK): Chapman e Hall, 1989.

MELO, MB *et al.* Beyond ANOVA and MANOVA for repeated measures: advantages of generalized estimated equations and generalized linear mixed models and its use in neuroscience research. **European Journal Neuroscience**, v. 56, p. 6089–6098, 2022.

MENDES, IAM; LOUREIRO, APF. A relevância da memória e identidade na formação do pertencimento estudantil na modernidade líquida. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, v. 6, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56579/rei.v6i1.840>

MULLER, JM; FIALHO, FAP; FREIRE, PS. A memória humana como objeto de pesquisa: uma lacuna do conhecimento interdisciplinar a ser explorada. **Revista Memorare**, v. 3, n. 3, p. 79-97, 2016.

NAIRNE, JS; THOMPSON, SR; PANDEIRADA, JNS. Adaptive memory: Survival processing enhances retention. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 33, n. 2, p. 263-273, 2007.

NELDER, JA; WEDDERBURN, RWM. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

NEUMANN, KRS; SOUZA, SV; LISBOA, ER. Uso do magnésio em pessoas com perda de memória. **Revista Saúde Dos Vales**, v. 3, n. 1, 2023.

O'HARA, K *et al.* Memories for life: a review of the science and technology. **Journal of the Royal Society, Interface**, v. 3, n. 8, p. 351-365. 2006.

PAN, W. Akaike's information criterion in generalized estimating equations. **Biometrics**, v. 57, n. 1, p. 120-125, 2001.

PANDEIRADA, JNS; VASCONCELOS, M. Um olhar funcional sobre a memória humana: o paradigma de sobrevivência. **Laboratório de Psicologia**, v. 10, n. 2, p. 175-189, 2012.

PERGHER, GK *et al.* Memória, humor e emoção. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 28, n. 1, p. 61-68, 2006.

PINTO, AC. Memória, cognição e educação: Implicações mútuas. In DETRY, B; SIMAS, F (Eds.), **Educação, cognição e desenvolvimento**: Textos de psicologia educacional para a formação de professores. Lisboa (Portugal): Edinova, 2001, p. 17-54.

RAHMI, U *et al.* Exercise induction at expression immediate early gene (c-Fos, ARC, EGR-1) in the hippocampus: a systematic review. **Dementia & Neuropsychologia**, v. 18, e20230015, 2024.

ROSA, CTW; SILVA, EMSS; GHIGGI, CM. Aproximações entre bases neurobiológicas da memória humana e pressupostos da metodologia dialética. **Signos**, ano 43, n. 2, p. 96-114, 2022.

ROSS-GORDON, J; DOWLING, W. Adult learning in the context of African-American women's Voluntary Organizations. **International Journal of Lifelong Education**, v. 14, n. 4, p. 306-319, 1995.

RYAN, RM; DECI, EL. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55, n. 1, p. 68-78, 2000.

SHIN JH. Application of repeated-measures analysis of variance and hierarchical linear model in nursing research. **Nursing Research**, v. 58, n. 3, p. 211-217, 2019.

SILVA, MA; SANTOS, CLA; SANTOS, AS. A neurociência e a educação: abordagem sobre memória e emoções no processo de aprendizagem. **Educação**, v. 49, 2024. <http://dx.doi.org/10.5902/1984644472088>.

SILVEIRA, C; DUARTE, R; BZUNECK, JA. Fatores intraescolares e motivação para aprender no ensino remoto emergencial. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 28, e263293, 2024.

WANG, M. Generalized estimating equations in longitudinal data analysis: a review and recent developments. **Advances in Statistics**, v. 2014, a. 303728, 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/303728>.

WEDDERBURN, RWM. Quasi-likelihood functions, generalized linear models, and the gauss-newton method. **Biometrika**, v. 61, n. 3, p. 439-447, 1974.

WICKHAM, H *et al.* **dplyr**: a grammar of data manipulation_. R package version 1.1.4. 2023. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>>. Acessado em: 12/12/2023.

WICKHAM, H. **ggplot2**: elegant graphics for data analysis. New York (USA): Springer-Verlag, 2016.

WICKHAM, H; BRYAN, J. **readxl**: read excel files_. R package version 1.4.3. 2023. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=readxl>>. Acessado em: 12/12/2023.

WICKHAM, H; VAUGHAN, D; GIRLICH, M. **tidyr**: tidy messy data_. R package version 1.3.1. 2024. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=tidyr>>. Acessado em: 2/5/2024.

YU, Z *et al.* Beyond t test and ANOVA: applications of mixed-effects models for more rigorous statistical analysis in neuroscience research. **Neuron**, v. 110, n. 1, p. 21-35, 2022.

ZÚÑIGA, HTA; ARIAS, CJV. Depressão y memoria congruente con el estado de ánimo en universitarios. **Revista de Estudios Interculturales desde Latinoamérica y el Caribe**, año 18, n. 34, p. 183-200, 2024.