

**APRENDIZAGEM, MEMÓRIA E CRIATIVIDADE: ESTRATÉGIAS COGNITIVAS
APLICADAS DURANTE A SEMANA DO CÉREBRO 2019**

**(Learning, memory and creativity: cognitive strategies applied during the Brain Awareness
Week 2019)**

Rodrigo Hohl [hohlrodrigo@gmail.com]
Alessandra Ghinato Mainieri [lecagm73@gmail.com]
Alice Belleigoli Rezende [alicerezende.ufjf@gmail.com]
André Gustavo Fernandes Oliveira [agfo79@gmail.com]
Carlos Alberto Mourão Junior [camouraojr@gmail.com]
Gabriela Campana Barbosa [gabriela_campanakta@hotmail.com]
Flávia de Paula Gonçalves Guimarães [flavinhaguimaraes74@gmail.com]
Beatriz Abne Alqueres Cruz [ba.alqueres@gmail.com]
Claudia Helena Cerqueira Mármora [claudia.marmora@ufjf.edu.br]
Universidade Federal de Juiz de Fora
Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário
Bairro São Pedro – CEP: 36036-900 – Juiz de Fora – MG

Resumo

A Semana do Cérebro (SC) é uma campanha mundial promovida pela Dana Foundation (www.dana.org) para a conscientização pública sobre o progresso da neurociência. Este artigo analisa a experiência de três oficinas integradas (i.e., neuroanatomia, memória e criatividade) planejadas para a SC 2019. O evento atendeu estudantes do ensino básico e visitas espontâneas. A SC 2019 foi inspirada pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e outras referências nas áreas da neuropsicologia, neurofisiologia e ciência cognitiva. A intenção deste trabalho não é ressignificar os conceitos e proposições da TAS, mas promover uma síntese entre esta e outras propostas da ciência cognitiva. De acordo com os referenciais teóricos utilizados, os conceitos aprendizagem, memória e criatividade, apesar de distintos, apresentam proposições complementares que fundamentam a presente reflexão.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; ensino não formal; extensão universitária.

Abstract

Brain Awareness Week (BAW) is a global campaign promoted by the Dana Foundation (www.dana.org) to foster public enthusiasm and support for brain science. This paper reports the experience of three integrated workshops (i.e., neuroanatomy, memory and creativity) planned for the BAW 2019. The event was designed for junior high school and general public. The scientific foundations for the workshops was the Theory of Meaningful Learning (TML) and other proposals in the areas of neuropsychology, neurophysiology and cognitive science. The aim of this paper is not to reframe the concepts and propositions of TML, but to synthesize TML with other cognitive proposals. Accordingly, the concepts learning, memory and creativity, although distinct, are complementary in propositions that support this reflective report about a university outreach event.

Key words: meaningful learning; non-formal education; university outreach.

Introdução

Semana do Cérebro

A Semana do Cérebro (SC)¹ é uma campanha anual promovida pela Dana Foundation em parceria com a Sociedade Brasileira de Neurociências (SBNeC). A campanha tem como objetivo conscientizar o público sobre o progresso e os benefícios da pesquisa do cérebro, unindo esforços de organizações parceiras de todo o mundo. As propostas para a SC são limitadas apenas pela imaginação dos organizadores, podendo incluir visitas em laboratórios, exposições, palestras, campanhas em mídias sociais, apresentações em bibliotecas, escolas e em centros comunitários. Entre os dias 20 e 24 de março de 2019, o Grupo de Estudos e Pesquisas em Neurociências da Universidade Federal de Juiz de Fora (GEPEN/UFJF) em parceria com o Centro de Ciências/UFJF, com o Departamento de Anatomia do Instituto de Ciências Biológicas/UFJF e com o PROFBIO/CAPES/UFJF (Mestrado profissional em ensino de Biologia) promoveu um evento de extensão para a SC 2019 com o tema: *Aprendizagem, memória e criatividade*.

A SC 2019 foi o produto do ciclo de estudos do GEPEN/UFJF realizado no ano anterior (2018) ao evento. Durante o ciclo de estudos, buscamos os pontos de convergência entre a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e outras propostas nas áreas da neuropsicologia, neurofisiologia e ciência cognitiva. Portanto, a TAS foi o eixo teórico principal, mas não o único. Com o avanço da neurociência² nas últimas décadas, principiamos uma discussão entre a TAS e a neurociência com vista a providenciar fundamentos tanto psicológicos como neurofisiológicos para um planejamento didático facilitador da aprendizagem significativa. A intenção deste trabalho não é ressignificar os conceitos e proposições da TAS, mas destacar a relevância da TAS no curso histórico do progresso da ciência cognitiva empírica e atual.

Aprendizagem e memória

Os construtos *aprendizagem e memória*, apesar de distintos, estão superpostos no contexto da ciência cognitiva. A aprendizagem é um estágio de aquisição de conhecimentos, um indivíduo captando informações do ambiente, guardando-as por algum tempo e, eventualmente, utilizando-as para orientar o seu comportamento subsequente (Lent, 2019). Nesse contexto, a TAS coloca em destaque a importância do conhecimento prévio como o ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos. Ou seja, a informação captada pelos sentidos deve se relacionar com algum aspecto ou conteúdo especificamente relevante da *estrutura cognitiva* do aprendiz. Assim, a informação se torna um novo conhecimento a partir do significado próprio que o indivíduo atribui à informação (Ausubel, 2003). Na perspectiva da TAS, a estrutura cognitiva contém atributos como estabilidade, disponibilidade e clareza de ideias ancoradas (Ausubel, 2003). Tais atributos podem afinar-se às características da memória definidas em outras propostas dentro do campo da neuropsicologia, tais quais conservação, recuperação e evocação (Camarota, Bevilaqua & Izquierdo, 2013).

Cabe nesse momento tentarmos estabelecer um diálogo entre a proposição ‘consolidação do conhecimento na estrutura cognitiva’ da TAS e a conceituação de memória da neuropsicologia. Sob o ponto de vista da neuropsicologia, memória é a capacidade que temos de tratar as informações provenientes dos órgãos dos sentidos. Especificamente, codificar, estocar e acessar as informações tratadas previamente (i.e., rememoração e reconhecimento) (Gil, 2002). A arquitetura cognitiva

¹ Informações sobre a Semana do Cérebro estão disponíveis em <https://www.brainawareness.org/> e em <http://www.sbnec.org.br/>. Último acesso em 31 de agosto de 2020.

² Ampla área de estudo que procura compreender as bases biológicas do aprendizado, memória, comportamento, consciência e espiritualidade. Geralmente com viés localizacionista e reducionista. Considera o sistema nervoso central e suas partes como causa dos processos cognitivos e do comportamento. Combina as áreas da fisiologia, anatomia, biologia molecular, citologia, modelagem matemática e psicologia.

humana pressupõe a combinação da memória de longo prazo (MLP)³ com a memória de trabalho⁴. A MLP é composta por informações armazenadas por longos períodos de tempo. Já a memória de trabalho é aquela parte da MLP que abrange todo o conhecimento de fatos e de procedimentos que tenham sido recentemente ativados somados com as informações armazenadas na memória de curto prazo⁵. A MLP oferece a capacidade de expandir amplamente a capacidade de processamento da memória de trabalho, sendo que a MLP pode conter um grande número de esquemas⁶ (Paas, Renkl & Sweller, 2003; Sternberg, 2000).

A consolidação da MLP explícita sugere certa semelhança com a premissa da TAS sobre *consolidação do conhecimento na estrutura cognitiva*. Segundo Lent (2010):

A consolidação da memória explícita⁷ envolve o fortalecimento das associações entre novas memórias que chegam (provenientes dos sistemas mnemônicos de curta duração) e a informação previamente existente, um processo que pode durar alguns anos no homem. Desse processo surgem engramas⁸. (2010, p. 666)

A premissa neurocientífica considera que a memória é um produto da neuroplasticidade das redes neurais (Chai, Hamid & Abdullah, 2018). Contudo, a forma e localização do armazenamento dos engramas ainda é um mistério a ser investigado dentro da perspectiva localizacionista da neurociência empírica. A hipótese considerada mais provável é de que os engramas sejam armazenados em diversas áreas do córtex cerebral sob o comando hipocampal⁹ (Lent, 2010). Por outro lado, o viés localizacionista ainda não é capaz de descrever com precisão empírica os mecanismos moleculares e as regiões corticais envolvidas na consolidação do conhecimento na estrutura cognitiva ou, numa abordagem reducionista, estruturas cerebrais. Nesse sentido, o conceito *estrutura cognitiva* da TAS denota uma abordagem holística na aquisição do conhecimento.

A TAS sintetiza os conceitos *aprendizagem e memória* ao definir e distinguir a *aprendizagem significativa* da *aprendizagem mecânica* (Ausubel, 2003). A aprendizagem significativa ocorre quando os conhecimentos prévios (i.e., subsunçores, engramas ou memórias) interagem com os novos conhecimentos de maneira não-litera¹⁰ e não-arbitrária¹¹. Quando a aprendizagem é significativa, a consolidação da nova informação se torna mais estável na estrutura cognitiva, torna-se um conhecimento que dificilmente é esquecido, podendo ser reaprendido sem grandes dificuldades (Moreira, 2012). Por outro lado, a aprendizagem mecânica é um armazenamento literal e arbitrário da informação, a qual é esquecida tão logo o aprendiz seja cobrado formalmente a reproduzir a informação em provas de avaliação, por exemplo (Moreira, 2012). É preciso destacar que as aprendizagens mecânica e significativa apresentam uma aparente dicotomia conceitual. Entretanto, a

³ Dura horas, dias ou anos. Garante o registro autobiográfico e dos conhecimentos do indivíduo (Lent, 2010).

⁴ Manutenção ativa, temporária e de atualização flexível de informações relevantes de objetivo / tarefa (itens, objetivos, estratégias etc.) de uma forma que resiste à interferência, mas tem capacidade limitada (<https://www.cognitiveatlas.org/> último acesso em setembro de 2020).

⁵ Uma representação de informações de capacidade limitada e de curta duração. A duração é da ordem de segundos, enquanto a sua capacidade é da ordem de 4 a 9 itens independentes (<https://www.cognitiveatlas.org/> último acesso em setembro de 2020).

⁶ Esquemas são construções cognitivas que incorporam vários elementos de informação em um único elemento com uma função específica (Pass, Renkl & Sweller, 2003).

⁷ Forma como as memórias são hipoteticamente gravadas. Engramas podem ser descritos por meio de palavras e outros símbolos.

⁸ Unidade física da memória, de natureza ainda desconhecida, como se fosse um arquivo cerebral correspondente a um fato, pessoa, objeto, história, ou qualquer outro tipo de item memorizado.

⁹ Referente ao hipocampo. Parte do córtex cerebral cujas funções incluem consciência espacial, formação de memórias e recordação. O hipocampo contribui na seleção de informações provisórias passando-as para as áreas referentes à memória de longa duração.

¹⁰ não ao pé da letra; não reproduzindo *ipsis litteris* o conteúdo do material didático ou a forma de expressão do professor.

¹¹ a interação não ocorre com qualquer ideia prévia apresentada ou imposta por um agente externo; a interação deve ocorrer com o conhecimento prévio do aprendiz.

aquisição do conhecimento normalmente ocorre entre os dois extremos mecânico-significativo (Moreira, 2012).

A aprendizagem ocorre numa zona de intersecção entre os conhecimentos estruturados mecanicamente ou significativamente. Hipoteticamente, aprender mecanicamente o nome, localização e função de uma estrutura anatômica humana pode ser fundamental para se aprender significativamente o contexto dessa estrutura numa doença. Em vários momentos da história, as estruturas anatômicas receberam nomes que faziam sentido para os estudiosos que atribuíram as classificações nos primeiros trabalhos de descoberta. Posteriormente, as nomenclaturas foram aceitas pela comunidade acadêmica e tornaram-se um consenso que permite a comunicação inequívoca em qualquer tempo da história. Não é desejável encorajar o aprendiz a classificar as estruturas anatômicas de um modo que esteja absolutamente e apenas relacionado com o seu conhecimento prévio, de maneira não-arbitrária e não-literal. Nesse caso, arbitrariedade e literalidade podem ser fundamentais para o diálogo e contextualização do objeto de discussão já consolidados na história da ciência e na memória coletiva. Não cabe, por exemplo, chamar um pulmão de fole apenas porque a alteração do volume do pulmão se assemelha ao movimento de um fole. Para uma ideia sobre sistema respiratório ser aceita na comunidade científica, é preciso usar a classificação literal da estrutura anatômica para, se for o caso, explicar que o movimento de expansão e retração do volume pulmonar é semelhante ao fole. Segundo Braathen (2012), é perfeitamente possível ocorrer a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa em um mesmo episódio de aprendizagem, em uma mesma sessão de estudos ou em uma mesma aula.

Outra condição fundamental para a aprendizagem significativa diz respeito à predisposição do sujeito a acionar os próprios subsunçores, denotando o desejo de aprender significativamente (Ausubel, 2003). Todavia, o que fazer quando o aprendiz não apresenta conhecimentos prévios (i.e., subsunçores) que facilitem a transição aprendizagem mecânica-significativa? Uma possível solução apontada por Ausubel (2003) seria o uso de *organizadores prévios*. A principal função de um organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisaria saber para aprender significativamente a nova informação. Quando a nova informação é completamente não-familiar, um *organizador prévio expositivo* pode ser usado para promover subsunçores aproximados que possam servir como âncora inicial. Caso o aprendiz já possua subsunçores familiares à nova informação, um *organizador prévio comparativo* facilitaria a integração da nova informação com o conhecimento existente na estrutura cognitiva pela discriminabilidade entre ideias novas e prévias.

Na perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento proposta por Lev Semyonovich Vigotski¹² (Vigotski, 2010), a aprendizagem é um processo que ocorre ao longo do desenvolvimento, envolvendo todas as capacidades mentais e materiais do indivíduo. Para este autor, desenvolvimento é:

Um processo que é caracterizado pela unidade dos aspectos materiais e mentais, uma unidade do social e do pessoal ao longo da ascensão da criança a novos estágios do desenvolvimento. (Vygotzsky, 1982, p. 190 apud Chaiklin, 2011)

Para Vigotski, desenvolvimento e aprendizagem se encontram na proposição do conceito de *zona de desenvolvimento proximal* (ZPD), que seria:

A distância entre o nível de desenvolvimento atual determinado pela resolução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de problemas sob orientação ou em colaboração com parceiros mais capazes (Vigotski, 1987, p. 211; 1998, p. 202 apud Chaiklin, 2011).

¹² Porquanto deriva do alfabeto cirílico, o nome se encontra na literatura grafado de diferentes formas: Vigotski, Vygotzsky, Vigotskii, Vigotskji, Vygotzski ou Vigotsky. A maioria dos estudiosos prefere a grafia Vigotski. Por essa razão, adotamos nesse texto e nas referências embora as outras formas sejam também válidas.

Um possível ponto de encontro entre as perspectivas de Vigotski e Ausubel está na percepção de que a predisposição para aprender reside num ponto impreciso sobre o conhecimento prévio do aprendiz e o conhecimento/habilidade a ser adquirida. Para Vigotski esta ponte seria a colaboração com parceiros mais capazes que facilitariam a integração da informação via o processo interativo-social. Na visão ausubeliana, a ponte entre este ponto impreciso e o novo conhecimento surgiria na forma de um organizador prévio que facilitaria a integração da nova informação na estrutura cognitiva. Como meio didático, o organizador prévio também seria um recurso instrucional com potencial de gerar o interesse e o engajamento produtivo ao provocar no estudante a predisposição para aprender significativamente.

O interesse e o desejo de aprender significativamente

Por hipótese, o interesse é um construto central tanto para a aprendizagem significativa como para a aprendizagem mecânica, isto é, o aprendiz deve estar tanto predisposto a aprender significativamente relacionando os novos conhecimentos com os prévios, como para repetir tarefas até o armazenamento literal e arbitrário da informação.

O interesse está relacionado com a determinação e persistência em processar determinado tipo de informação preferencial em relação às tantas outras disponíveis (Hidi, 2006) e é diferenciado entre pessoal e situacional (Hidi, 2006; Mendes & Borges, 2005). O interesse pessoal é um construto associado com a determinação para se adquirir conhecimentos em vista de um planejamento ou propósito de longo prazo (Mendes & Borges, 2005). O interesse situacional é dependente de condições ambientais favoráveis no momento presente, sendo mais transitório (Mendes & Borges, 2005).

O interesse é um construto que associa a atenção e o afeto. O afeto pode ser definido como um construto mental de fundo que subjaz às emoções e ao humor (Ekkekakis, 2013). O afeto está relacionado com as funções mentais responsivas aos efeitos causados pelas experiências durante a vida de cada indivíduo, dirigindo o comportamento de aproximação ou afastamento ao estímulo externo (Ekkekakis, 2013). Os efeitos gerais do afeto positivo de aproximação (i.e. em relação ao objeto externo) são: a) elevar os níveis de proatividade e diminuir procrastinação, b) direcionar o indivíduo para o objeto, c) iniciar uma atividade e permanecer ativo, d) afetar a capacidade cognitiva de aprendizado e elaboração de estratégias (Biddle & Mutrie, 2008). Nesse sentido, segundo Lent (2010):

Guardamos com mais facilidade os fatos de nossa vida que têm um forte componente emocional, positivo ou negativo (...). A emoção representa um importante componente modulador da memória, mas não o único. Também o estado de atenção e alerta atuam sobre ela. (2010, p. 670)

Portanto, é possível que o professor seja um agente promotor do interesse situacional ao apresentar um material instrucional que desperte a atenção e o afeto positivo, preferencialmente. É possível que, se o material for potencialmente significativo, o interesse ocorra como consequência. O resultado esperado seria o engajamento produtivo como comportamento observável durante as tarefas de aprendizagem. Em última instância, o interesse pessoal do aluno poderia ser impactado caso a experiência escolar fosse uma sucessão de atividades promotoras do interesse situacional. Tal efeito poderia ser observado no caso de o aprendiz demonstrar interesse no próprio futuro, mesmo que transitoriamente, ao declarar o desejo de se tornar um profissional da área correlata ao objeto de estudo (Hidi, 2006).

Criatividade como processo cognitivo dependente do conhecimento prévio

A aprendizagem serve a um propósito mais amplo, tanto sob a perspectiva da TAS que versa sobre o processo de consolidação do conhecimento na estrutura cognitiva, como na perspectiva

neuropsicológica enquanto processo de formação de engramas em diversas localidades do cérebro. O propósito seria a resolução de problemas novos, a capacidade do ser humano de encontrar soluções criativas muitas vezes em situação de estresse e urgência. Na proposta ausubeliana, a criação de proposições significativas para a resolução de problemas depende da disponibilidade de conceitos na estrutura cognitiva dos seres humanos (Ausubel, 2003). Conceitos são objetos, acontecimentos ou situações que possuem características próprias, designados por símbolos e signos (Ausubel, 2003). Segundo Ausubel (2003):

Na formação conceitual, os atributos específicos dos conceitos adquirem-se através de experiências diretas, i.e., através de fases sucessivas de formulação de hipóteses, testes e generalizações. (2003, p. 2)

A proposta ausubeliana para a resolução de problemas a partir da disponibilidade de conceitos na estrutura cognitiva é corroborada por outros autores, com outras palavras. De acordo com Ratey & Hagerman (2008), a criatividade é um processo desenvolvido ao longo da história filogenética do ser humano e estaria associada ao aprendizado desde os primórdios de nossa existência. Logo, ser criativo não seria algo extraordinário, nem um dom disponibilizado aleatoriamente para apenas alguns indivíduos, mas uma capacidade comum a todos os membros da espécie humana, dependente da experiência e daquilo que já é conhecido por um indivíduo (Simonton, 2000).

O ensino em espaços não formais pode ser uma experiência estruturada e intencional para desenvolver a criatividade e promover o interesse para a consolidação dos subsunçores primários e a interação com novos conhecimentos. Dessa forma, o ensino não formal pode auxiliar a aprendizagem significativa de conceitos e proposições que integram as ementas obrigatórias do currículo escolar formal. De acordo com Bianconi & Caruso (2005):

(...) o ensino não-formal tem ainda um enorme potencial a ser explorado, principalmente no que diz respeito à sua capacidade de motivar o aluno para o aprendizado – valorizando suas experiências anteriores –, de desenvolver sua criatividade e, sobretudo, de despertar o interesse do jovem pela ciência. (2005, p. 20)

A SC 2019 foi idealizada como um evento de extensão universitária de aprendizagem, em espaço não formal de ensino, cujo tema foi: *Aprendizagem, memória e criatividade*. O tema é relativo à experiência *lato sensu* dos visitantes durante a própria SC 2019, isto é, passar pelo processo de aprender, formar, consolidar, evocar conhecimentos relevantes e resolver problemas inéditos a partir do conhecimento prévio.

O objetivo geral deste artigo, portanto, é apresentar uma análise reflexiva da experiência realizada na SC 2019 baseada nas relações entre a TAS e outras referências da neuropsicologia, neurofisiologia e ciência cognitiva. O relato da experiência sobre as atividades da SC teve como objeto o registro dos comportamentos e falas que denotassem engajamento ou desengajamento dos participantes nas atividades. O foco no engajamento se justifica pela premissa de que o interesse situacional seria condição necessária tanto para a aprendizagem significativa como para a aprendizagem mecânica. A consolidação de subsunçores ou engramas dependeriam do afeto e da atenção plena do aprendiz, sobretudo quando o aprendiz não possui conhecimento prévio relevante em relação ao objeto de estudo apresentado. O objetivo específico das atividades da SC 2019 foi despertar o interesse dos visitantes para a aprendizagem de tópicos em neuroanatomia e funções das estruturas constituintes do sistema nervoso central em nível elementar.

Métodos

Adotamos a fenomenologia, tal qual foi concebida por Edmund Husserl no século XIX (Husserl, 2012; 2014), como método de investigação qualitativa para analisar e apresentar a experiência da SC 2019. O método fenomenológico não encoraja interpretação, emissão de juízos, ou ilações sobre o fenômeno observado. No paradigma da fenomenologia cabe realizar as duas

modalidades de redução que compõem o chamado método fenomenológico. A primeira é a redução fenomenológica, que diz que o examinador deve suspender seu juízo e observar os fenômenos sem o véu cultural. A segunda é a redução eidética, que busca encontrar a essência daquilo que é experienciado pelo observador, que deve relatar tanto aquilo que ele percebeu de comum nas experiências que ele presenciou (Cerbone, 2012; Sokolowski, 2004) como as situações infrequentes que sejam incidentes cruciais para o entendimento da experiência relatada (Cohen, Manion & Morrison, 2017).

O presente relato foi escrito a partir da visão do coordenador da SC 2019 e coautor deste trabalho, doravante observador, que transitou por todas as oficinas durante todos os dias do evento. O observador fez anotações em diário de campo sobre o interesse dos visitantes e o engajamento nas atividades propostas. Como evidência do interesse, foram considerados relevantes os diálogos entre monitores e visitantes que aprofundassem o tema da oficina para além do conteúdo proposto formalmente (i.e. quando um visitante relatava uma experiência pessoal ou outros contextos correlatos ao conteúdo formal da SC 2019), o direcionamento do olhar, a postura corporal orientada para os objetos em exposição, a realização das tarefas conforme a proposta original e o tempo investido nas oficinas. Também foram registrados os relatos dos monitores das oficinas sobre o engajamento dos visitantes que haviam acabado de passar pelas atividades sob orientação dos mesmos.

A experiência foi analisada e revisada por cinco coautores até a aprovação final. O grupo de avaliadores, docentes do ensino superior e coordenadores das oficinas da SC 2019, foi composto por dois docentes do Departamento de Anatomia/UFJF, uma docente da Faculdade de Fisioterapia/UFJF, uma docente colaboradora do Programa de Pós-graduação em Saúde da Faculdade de Medicina/UFJF e um docente do Departamento de Fisiologia/UFJF. Todos os avaliadores possuíam doutorado obtido há mais de dez anos nas áreas de medicina, fisiologia humana, fisioterapia, educação física e psicologia.

Local e descrição do público visitante da SC 2019

As atividades da SC 2019 ocorreram no Centro de Ciências/UFJF, um local da universidade destinado às práticas extensionistas. O prédio conta com três auditórios, cinco laboratórios para práticas experimentais de ensino (matemática, química, física e dois de biologia), museu de malacologia, observatório, planetário, laboratório de informática, refeitório, espaço para exposições e uma equipe de cinquenta mediadores, graduandos em cursos de licenciatura, orientados para o atendimento ao público. Todas as atividades estavam disponíveis para agendamento escolar, visitação pública espontânea e para a formação de professores do Mestrado profissional em ensino de Biologia (PROFBIO) como disciplina optativa do Programa. Para os mestrandos do PROFBIO e professores da rede básica, houve um seminário para discussão do referencial teórico norteador da SC 2019 apresentado neste artigo. O atendimento ao público foi mediado por alunos de graduação e pós-graduação da área da saúde orientados para a atuação como monitores do evento.

Em cinco dias de evento, atendemos 300 visitantes, sendo: 40 alunos do primeiro ano do ensino médio, 40 alunos do segundo ano do ensino médio, 38 alunos do nono fundamental, 29 alunos do oitavo fundamental, 32 professores do PROFBIO/UFJF e aproximadamente 120 visitantes espontâneos. A SC 2019 foi amplamente divulgada no sítio do Centro de Ciências/UFJF, redes sociais e em programa jornalístico de uma rede de televisão local.

Oficinas de atividades da SC 2019

O público visitante da SC 2019 teve oportunidade de participar de três oficinas estabelecidas nos laboratórios de práticas experimentais do Centro de Ciências: Oficina de Neuroanatomia (ON),

Oficina de Memória (OM) e Oficina de Criatividade (OC). Cada uma das três oficinas teve duração máxima de 30 minutos.

Oficina de Neuroanatomia

O roteiro de instrução da ON foi planejado para 20 minutos de exposição do conteúdo com tempo adicional de 10 minutos para organização e esclarecimento de dúvidas dos visitantes. Os visitantes eram divididos em grupos de até 15 pessoas que se alternavam em duas salas (1 e 2) com exposição de peças anatômicas diferentes e roteiros instrucionais específicos para cada sala. Ao término de 10 minutos, os grupos trocavam de sala. Portanto, foi possível atender com qualidade até 30 pessoas no tempo de 20 minutos com 10 minutos de reserva. As informações sobre as peças anatômicas foram organizadas em um roteiro utilizado para o treinamento dos monitores responsáveis pelo atendimento ao público.

Após uma breve introdução, o monitor reproduzia o roteiro instrucional enfatizando as estruturas com as peças anatômicas reais. A Sala 1 abordou a divisão e localização das partes do sistema nervoso, neurônios, medula espinhal, tronco encefálico, cerebelo e cérebro. A Sala 2 abordou vascularização, estojos ósseos, meninges, acidente vascular cerebral (AVC) e medidas de primeiros socorros em caso de AVC.

Apenas para ilustrar o nível de instrução, transcrevemos a seguir o conteúdo do tópico *cerebelo*:

O cerebelo está localizado atrás do tronco encefálico com o qual faz conexão. Embora o nome signifique “pequeno cérebro”, ele possui aproximadamente a mesma quantidade de neurônios e funções diferentes. O cerebelo é importante para equilíbrio, postura e coordenação dos movimentos. O álcool tem um efeito tóxico neste órgão. Na intoxicação aguda pelo álcool, o quadro clínico que se estabelece no paciente é o típico de alteração cerebelar, com perda de equilíbrio e alargamento da base de sustentação, postura oscilante e incoordenação motora. (Imitar um bêbado de pé, com base alargada – equilíbrio, cambaleando – postura e com dificuldade de colocar a chave na fechadura – coordenação). (transcrito conforme o original)

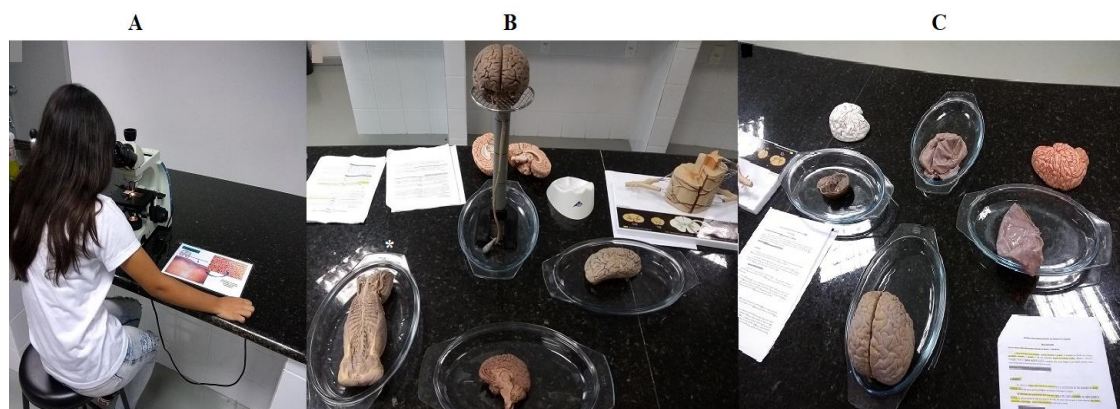


Figura 1. (A) Observação histológica do córtex cerebral. (B) As estruturas anatômicas reais do sistema nervoso aparecem sobre as tigelas. * Destaca-se o dorso de um neonato com a medula espinhal e nervos periféricos expostos. No segundo plano, o roteiro de instrução e estruturas anatômicas sintéticas. (C) Encéfalo, meninges e um hemiencéfalo de neonato reais sobre as tigelas. Dois hemiencéfalos artificiais em segundo plano e o roteiro de instrução em primeiro plano.

Oficina de Memória

Para a OM, elaboramos dois jogos da memória (JM1 e JM2). O JM1 seguiu as regras conhecidas popularmente. Em duplas, os jogadores alternavam-se virando duas cartas por vez tentando encontrar os pares de cartas relacionados. Ao encontrar o par, as cartas eram expostas com

o conteúdo virado para cima enquanto as demais cartas continuavam voltadas para baixo. O jogo terminava quando a dupla virasse todos os pares corretamente. Normalmente, os jogos de memória apresentam duas cartas idênticas como pares corretos, essa característica não foi reproduzida nos jogos da memória aqui descritos.

No JM1 (Figura 2A), os pares deveriam ser formados associando a nomenclatura com a figura relacionada. No JM2 (Figura 2B), havia uma sequência de cartas com a proposição funcional das estruturas do sistema nervoso e outra sequência de cartas numeradas com as nomenclaturas das estruturas anatômicas, por exemplo, *proteção interna do sistema nervoso* (função) parecia com *6 Meninges* (numeração com nomenclatura), ou, *equilíbrio, postura coordenação motora* (função) parecia com *4 Cerebelo* (numeração com nomenclatura). As cartas com a função foram impressas em verde e as cartas com a numeração e nomenclatura em vermelho. Cabia ao visitante perceber que vermelho fazia par com verde.

Diferente do JM1, para o qual cada par de cartas foi impresso com uma cor exclusiva, procuramos com o JM2 induzir o visitante a perceber que os pares não poderiam ser feitos com cartas da mesma cor (i.e. verde-verde, vermelho-vermelho). Essa característica das cartas foi apresentada para auxiliar os visitantes a perceberem que havia um grupo de cartas com informação sobre “o que é, qual é o nome da coisa ou nomenclatura” e outro grupo sobre “o que a coisa faz, para que serve ou a função”. Usamos torsos sintéticos (Figura 2C), ossos e meninges reais com etiquetas adesivas com numeração correspondente às cartas. Portanto, o visitante estava livre para relembrar a localização e características das estruturas apresentadas na Oficina de Neuroanatomia, associando a numeração das cartas com as etiquetas numeradas nos materiais de apoio (i.e. Torso, ossos e meninges).

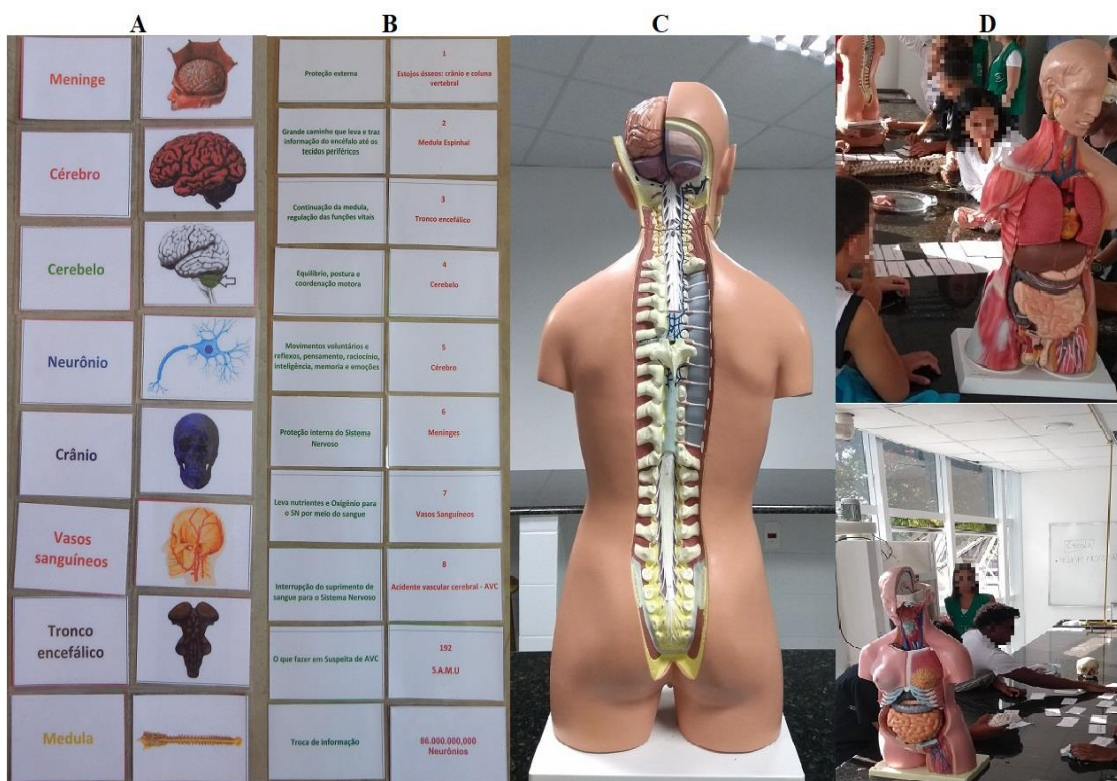


Figura 2. (A) Jogo da Memória 1: nomenclatura e estrutura. As nomenclaturas foram impressas em cores iguais aos desenhos das estruturas do sistema nervoso. (B) Jogo da Memória 2: função (coluna esquerda, impressa em verde) e nomenclatura (coluna direita, cartas numeradas com impressão em vermelho). (C) Torso onde constava numeração correspondente ao Jogo de Memória 2. (D) Oficina de Memória em ação com aprendizes, professores e monitores no apoio.

Roteiro do Jogo da Memória 1

- Dividir a turma em duplas. É possível trios, se for preciso.
- Instrução geral: *'você irão receber um jogo de memória.'* *'Cada dupla deve embaralhar as cartas na mesa'*. Explicação das regras do jogo da memória tradicional.
- Instrução: *'Cada integrante da dupla deve se alternar em cada rodada do jogo onde apenas duas cartas podem ser viradas. Se for feito o par certo, a carta sai do jogo. Portanto, mantenham as cartas associadas viradas para cima, uma ao lado da outra, para corrigirmos depois.'*
- Assim que a última dupla terminar, pedir para cada dupla corrigir as associações da dupla da esquerda.
- Os monitores observam as associações. Se alguma associação estiver incorreta, solicitar que o grupo todo procure o erro até que alguém o corrija.
- Quando todas as duplas liberarem a correção, o jogo pode ser jogado mais uma vez.
- Fim. Recolher as cartas de maneira organizada.

Roteiro do Jogo da Memória 2

- Formar grupos de quatro alunos pareando as duplas do JM1. Pode-se formar trio ou quinteto, se for preciso.
- Posicionar os torsos, ossos e meninges com as etiquetas numéricas nas bancadas.
- *'Agora vocês vão receber um jogo da memória diferente. As cartas podem estar todas viradas para cima para vocês olharem bem. Vocês devem parear as cartas lado a lado de uma maneira que faça sentido com o que vocês aprenderam na outra sala de neuroanatomia. Se tiverem dúvida, vocês podem olhar e mexer nos bonecos e nas peças sobre a mesa. Conversem entre vocês.'*
- Quando todos os grupos terminarem, pedir para cada grupo corrigir a tarefa do grupo da esquerda.
- Quando todos liberarem a correção, observar se há alguma associação incorreta.
- Se alguma associação estiver errada, solicitar que o grupo todo procure e corrija.
- Fim. Recolher as cartas de maneira organizada.

Oficina de Criatividade

Desenvolvemos uma única tarefa para a OC, porém com dois tipos de conteúdo distintos adequados à faixa etária [infantil (Inf): estudantes até o 7º ano fundamental) e Adolescentes-Adultos (AA): alunos do 8º ano, ensino médio e adultos (ensino médio incompleto ou mais)].

A tarefa do grupo Inf teve como conteúdo o comportamento adaptativo dos animais. A escolha do conteúdo foi feita depois de uma breve pesquisa de campo com alguns professores de biologia, química e física, sobre quais conteúdos eram estudados nesta faixa etária e quais temas despertavam maior interesse. Assim, foi possível determinar os conteúdos que já haviam sido estudados no ambiente escolar. A tarefa Inf era iniciada por um monitor que dizia: *'Os bichos resolveram mudar algumas coisas no seu jeito de ser para poderem viver melhor nos lugares onde moram. Aqui temos alguns exemplos embaralhados (cartões). Vocês conseguem descobrir?'*

Para o grupo AA, a tarefa teve como conteúdo o comportamento adaptativo dos seres humanos, suas associações com o ambiente, a mente e o corpo. A escolha do conteúdo foi feita a partir das nossas próprias experiências enquanto alunos do ensino médio, e procuramos colocar assuntos que geralmente despertam o interesse nesse público, tais como, sexualidade, drogas, atenção, memória, questões hormonais e vivências em diversos ambientes. A tarefa AA era iniciada por um monitor que dizia: *'ao longo da história passamos por alterações biológicas, culturais e ambientais. Aqui temos alguns exemplos embaralhados, vocês conseguem descobrir a relação?'*

Para ambos os grupos foram dispostos numa mesa diferentes cartões com os respectivos temas. Para o grupo Inf tínhamos figuras de animais (estático), figuras de animais executando algum tipo de comportamento adaptativo, nomes de comportamentos adaptativos, entre outros. Para o grupo de AA, apresentamos figuras que remetem a comportamentos associados à atenção, memória, sexualidade, drogas, entre outros, assim como cartões com palavras chaves, tais como *ambiente*, *genética*, *neuroquímica*, *fisiologia*, entre outras. Para ambos os grupos também dispomos vários cartões apenas com uma flecha, que funcionava como conectivo entre os demais cartões durante a execução da tarefa. Os participantes deveriam montar um esquema de relações entre as informações dos cartões, sem regras. Para ilustração, os esquemas apresentados pelos grupos de visitantes se assemelhavam a mapas mentais (Eppler, 2006), com estruturação diversa e inédita após cada execução.



Figura 3. Estudantes durante a tarefa da Oficina de Criatividade

Roteiro da atividade

- Dividir os visitantes em quatro grupos.
- Posicionar os grupos nas bancadas com os materiais disponíveis.
- **Pergunta adolescente-adulto:** *Ao longo da história passamos por alterações biológicas, culturais e ambientais. Aqui temos alguns exemplos embaralhados, vocês conseguem descobrir a relação?*
- **Pergunta infantil:** *Os bichos resolveram mudar algumas coisas no seu jeito de ser para poderem viver melhor nos lugares onde moram. Aqui temos alguns exemplos embaralhados. Vocês conseguem descobrir?*
- **Dicas:** Caso o grupo não tenha chegado a nenhuma ideia sobre como iniciar a tarefa, o monitor deve oferecer uma dica após 2-3 min. a partir do começo da atividade. Caso o grupo ainda demonstre dificuldade em começar a tarefa, oferecer uma nova dica após 5 min. Os monitores devem observar como o grupo está progredindo para definirem as dicas apropriadas. Se necessário, repetir uma mesma dica várias vezes.

1ª dica: apontar as cartas que já estão na mesa, visando mostrar ao grupo que elas têm alguma relação e contêm pistas sobre como resolver a tarefa.

Perguntar: *Qual relação vocês acham que essas peças podem ter?*

2ª dica: insinuar que as peças sobre a mesa podem ser agrupadas segundo suas características. Os grupos de peças não são fixos e podem ser montados de acordo com o entendimento de cada grupo, sendo aceitos desde que apresentem uma justificativa na escolha.

Perguntar: *Quais são as características das figuras que vocês estão vendo? Vocês conseguem agrupá-las de alguma forma?*

As dicas eram dadas todas as vezes que os grupos aparentavam estagnação na elaboração dos esquemas.

Resultados

As oficinas

Como resultado, segue a descrição de experiência sobre comportamento e falas observados durante o curso das oficinas. Registramos as evidências que denotavam engajamento ou desengajamento durante as atividades propostas nas oficinas da SC 2019. Adicionalmente, solicitamos a uma professora que escrevesse um breve relato sobre suas observações como acompanhante de uma turma do 8º ano do ensino fundamental (anexo).

O fluxo proposto aos visitantes iniciava-se pela ON ou OC. Na ON, os visitantes recebiam explicações sobre as peças anatômicas e as relações entre elas. Os monitores reproduziam fielmente os roteiros elaborados pelos docentes coordenadores das oficinas. O tempo de exposição da informação não ultrapassava os 10 minutos previstos por roteiro.

Uma limitação no uso de peças anatômicas reais foi o odor característico de formol que incomodou alguns visitantes. Houve quatro casos de mal-estar. Esses visitantes saíram da ON acompanhados por um responsável. Em poucos minutos retornaram para a oficina. Não houve casos de abandono da SC 2019 ou reclamação contundente com os coordenadores de oficina sobre odor ou aspecto das peças.

Observamos a curiosidade de muitos visitantes pelas peças anatômicas reais. Alguns estudantes relataram descrença sobre a origem das peças e questionaram se seriam '*humanas de verdade*'. Os monitores eram lembrados pelos docentes (i.e. coordenadores das oficinas) a enfatizarem constantemente que as peças '*eram de verdade*'. Notamos que essa ênfase foi necessária para alterar a postura dos visitantes e encorajar a aproximação da bancada com as peças anatômicas. Constatamos um contraste entre a familiaridade dos monitores com as peças e a curiosidade dos visitantes. Por isso, os monitores precisavam ser lembrados com frequência para enfatizarem a "realidade" das estruturas anatômicas que estavam apoiando a instrução direta e expositiva sobre nomenclatura e função das peças disponíveis. Os monitores, na maioria estudantes de medicina acostumados com as peças em aulas de anatomia, mostraram-se surpreendidos com o efeito das peças anatômicas sobre o interesse dos visitantes. O observador aconselhou os monitores a lembrarem de si próprios antes da primeira aula que tiveram no laboratório de anatomia. Os monitores concordaram que houve, à época, sentimentos de ansiedade, curiosidade e surpresa e que, com o hábito, a novidade tornou-se rotina. O caráter de novidade é um atributo que, por hipótese, geraria o engajamento durante as exposições do roteiro.

Outro destaque de execução que consideramos fundamental para o interesse foi limitar o número de visitantes em cada rodada da oficina para que não houvesse pessoas sem contato com a bancada, posicionadas em duas ou três filas, distantes das peças. Em poucos casos em que foi necessário aumentar o número de visitantes nas salas, observamos dispersão dos olhares e conversas paralelas quando alguns visitantes tiveram que se posicionar atrás de outros. Foi fundamental que os visitantes estivessem próximos das peças para que demonstrassem atenção aos detalhes da instrução.

Dando sequência às atividades da SC 2019, os visitantes que começaram pela ON eram convidados a se dirigirem para a OM.

Em geral, durante o JM1, tanto os escolares como os adultos em visitação espontânea não mostraram resistência ou desagrado com a atividade, seja em manifestação verbal ou na demonstração de comportamento apático. Os visitantes jogavam ao menos três rodadas com tempo médio de 4 minutos cada uma. Algumas duplas não aguardavam o término de todas as duplas (conforme instrução) para iniciar uma nova rodada do jogo, portanto, jogavam novamente de maneira independente do restante do grupo. Alguns adultos em visitação espontânea e os professores da rede básica comentaram sobre a boa qualidade das cartas. Alguns estudantes manipulavam as cartas mesmo após o término do jogo. Imediatamente após o recolhimento das cartas do JM1, iniciava-se o JM2.

Os visitantes jogavam o JM2 apenas uma vez com tempo médio de 8 minutos. Observamos que, pelo tempo gasto na atividade, o JM2 apresentou nível de dificuldade maior que o JM1. Os monitores da OM intervieram mais vezes para estimular o uso dos torsos e peças anatômicas disponíveis. Quando identificavam algum grupo estagnado, os mediadores direcionavam a atenção do grupo para as peças de apoio. Por exemplo, havia dois pares que geravam muita dúvida, o par 3 *tronco encefálico – continuação da medula, regulação das funções vitais* e o par 2 *medula espinhal – grande caminho que leva e traz informações do encéfalo até os tecidos periféricos*. A dica para resolver essa dúvida estava no torso e os mediadores foram instruídos a apontar o troco encefálico e a medula espinhal perguntando aos visitantes sobre qual deles parecia ser um '*grande caminho com vias de ligação com outros tecidos*'.

Os visitantes que terminavam primeiro, geralmente optavam por manipular os estojos ósseos e as meninges, sendo que muitos verbalizavam dúvida se as meninges e ossos eram '*de verdade*'. Alguns visitantes se interessaram em saber como aqueles ossos '*estavam lá*', '*de quem eram*', ou '*quem morreu e como*'. Quando surgia essa curiosidade, os mediadores elucidavam o processo de doação de corpos para fins de ensino e pesquisa. Outros ficavam receosos em mexer nas peças e pediam autorização, mesmo que a autorização já estivesse concedida desde o início da atividade. É provável que a falta de familiaridade com os materiais tenha inibido a iniciativa de alguns para manipular as peças anatômicas durante o JM2, incluindo o torso sintético.

Diferentemente da ON, a OM dispunha de mais tempo para a manifestação espontânea dos visitantes. Registramos alguns questionamentos sobre a divulgação da SC 2019 nos jornais e programas de televisão locais. Os questionamentos foram no sentido de que '*deveria haver maior divulgação*', '*que mais gente poderia vir*', que '*ficaram sabendo por acaso*', '*estavam visitando o campus da universidade e foram surpreendidos com o evento*'. Esse tipo de questionamento foi observado durante as visitas espontâneas sem agendamento. Interpretamos essas manifestações como evidência de interesse situacional. Ademais, durante o período de visitação espontânea, trabalhamos no limite da nossa capacidade de atendimento ao público. Tivemos que observar estritamente o tempo máximo de 30 minutos por oficina (incluindo acolhimento e organização), encerrando as atividades pelo tempo para não prejudicar a dinâmica de troca de oficinas. Isso ocorreu porque o público permanecia na discussão para além do tempo previsto.

A OM era finalizada com uma breve explicação sobre como o JM1 e o JM2 foram dimensionados como tarefas de memorização. Um dos mediadores discorria sobre a fundamentação teórica da OM de maneira breve e objetiva, vinculando aprendizagem com memória e esclarecendo aos visitantes os princípios dos JM1 e JM2 (apresentados na Discussão deste artigo). Era enfatizado que tais princípios poderiam ser usados para '*ajudar o nosso cérebro a guardar memórias*'. Esse momento impactava notavelmente os adultos na visitação espontânea, os professores do PROFBIO e professores acompanhantes das escolas visitantes. Observamos falas que valorizavam o papel do professor, não apenas pelo conhecimento, mas sobretudo pela didática.

Na sequência, os visitantes eram convidados para a OC.

A OC teve uma função estratégica para o atendimento dos visitantes. Obrigatoriamente, a OM era precedida pela ON. Nesse sentido, a OC foi dimensionada para funcionar independentemente das demais oficinas, servindo como uma espécie de “zona livre” de acolhimento dos visitantes. Por exemplo, as escolas normalmente agendavam as visitas com aproximadamente 40 estudantes. Inicialmente, 20 estudantes eram direcionados para a OC e os outros 20 para as duas salas da ON (10 estudantes divididos em duas salas com roteiros distintos, mas complementares). No início da visitação, a OM ficava 30 minutos sem atividade à espera do término da ON. Na sequência, os estudantes da ON eram orientados para a OM enquanto os 20 estudantes da OC eram orientados para a ON. Nesse momento, a OC ficava sem atividade à espera do grupo de estudantes da OM que havia começado a visitação pela ON.

Com relação à tarefa da OC, o engajamento foi notável pela discussão entre os elementos de um mesmo grupo, a postura normalmente próxima às bancas onde o esquema estava sendo montado e a necessidade dos monitores de encerrarem a tarefa por causa do limite de tempo. Ao final de aproximadamente 15 minutos de atividade, os monitores mediavam uma discussão final, encorajando os grupos a observarem os esquemas do demais. Ficava evidente que não havia um esquema igual ao outro. Após esse momento, um monitor iniciava a reflexão coletiva com duas perguntas: ‘*O que é criatividade? Onde podemos observar a criatividade no que vocês estavam fazendo?*’

A discussão sobre a atividade teve uma duração média de 5 minutos. Muitas vezes a discussão foi encerrada devido ao tempo, que não deveria ultrapassar 30 minutos de oficina. Identificamos três temas recorrentes durante as manifestações dos visitantes: (1) as dificuldades enfrentadas durante a tarefa, normalmente associadas como a negociação e acordos com os demais elementos do grupo; (2) explicações sobre o processo de organização das informações disponíveis nas cartas a partir da percepção do próprio indivíduo; e (3) preocupação de estarem fazendo um esquema ‘certo’ ou ‘que seria aceito como correto’.

Ao final da discussão, os monitores fechavam o tema da OC explicitando a relação entre o saber prévio (ou o que se aprendeu, as próprias memórias) e a seleção e discriminação das informações disponíveis durante a tarefa da oficina. Observamos que não houve manifestações que desafiassem a associação entre conhecimento prévio-criatividade-resolução de problemas. Pelos depoimentos, pareceu-nos que os visitantes perceberam através da vivência da OC e posterior conscientização dialogada, que a capacidade de resolver problemas inéditos dependeria do esforço em aprender e integrar o conhecimento prévio com as informações apresentadas aos sentidos durante a resolução de uma tarefa inédita.

No início da discussão, alguns visitantes relataram ‘*que deveria haver uma pegadinha*’ na tarefa. Os visitantes esperavam que ao final alguém fosse mostrar o que deveria ser feito para se chegar a uma resposta correta. Essa percepção, quando manifestada, nos pareceu desconstruída após a vivência completa na OC, pois não observamos manifestações de insatisfação ou desafio após a explicação do propósito da tarefa.

Discussão

As observações relatadas como resultado da SC 2019 evidenciam o engajamento da maioria dos visitantes, adultos, crianças e adolescentes, tanto no agendamento escolar como na visitação espontânea. Destacamos aqui o entusiasmo dos coordenadores e monitores da SC 2019 com o engajamento do público. A partir de então, a administração do Centro de Ciências/UFJF se colocou à disposição para reservar datas para os futuros eventos na área da neurociência sempre que solicitado. Essa decisão administrativa indica que o evento gerou repercussão e interesse institucional. Portanto, as oficinas da SC 2019 atingiram o objetivo de promover o interesse situacional e o engajamento dos

visitantes para o estudo de neuroanatomia funcional e para a vivência do processo criativo a partir do conhecimento prévio. Atribuímos esse resultado à fundamentação teórica que possibilitou a estruturação de um produto educacional com potencial para atender um público amplo e heterogêneo. A seguir, discutiremos os referenciais teóricos específicos de cada oficina.

A ON foi dimensionada como um organizador prévio expositivo em vista da aprendizagem representacional e conceitual sobre neuroanatomia funcional. Segundo Moreira (2012), a aprendizagem representacional é tanto elementar quanto fundamental para os outros tipos de aprendizagem. A aprendizagem representacional ocorre quando símbolos arbitrários, geralmente linguísticos, passam a representar um referente concreto numa relação unívoca (Ausubel, 2003). Por exemplo, a apresentação de uma meninge humana aparenta ao sentido da visão e ao tato algo parecido com uma “touca de látex”. Na ON enfatizamos que o que aparentava ser uma touca é a meninge. Ademais, procuramos também promover uma oportunidade para a aprendizagem conceitual (Ausubel, 2003). Por exemplo, transcendemos a representação símbolo/objeto ao apresentarmos os atributos, propriedades e características de uma meninge (e.g., proteção interna do sistema nervoso). Segundo Moreira (2012):

A aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a este símbolo. (2012, p. 39)

Tomando como exemplo a meninge, procuramos informar ao visitante de que a representação linguística da estrutura colágena, espessa, resistente e flexível semelhante a uma touca de látex é a meninge. Durante a exposição da ON, relatamos a função orgânica da meninge, que não é a mesma de uma touca usada sobre o crânio. Uma touca seria um possível referente concreto da meninge. Ao final da exposição da ON e das tarefas na OM, o visitante poderia conceituar a meninge conforme a localização e função implícitas na nomenclatura específica, seguindo o consenso neurofuncional.

Intuitivamente, a aprendizagem representacional estaria mais próxima da aprendizagem mecânica ao relacionar arbitrariamente símbolo e objeto, todavia, também pode ser significativa quando os símbolos se relacionam de forma não-arbitrária com referentes concretos generalistas previamente existentes na estrutura cognitiva (Ausubel, 2003; Moreira, 2012). Entretanto, como a SC 2019 atendeu visitantes espontâneos de todas as idades e estudantes do ensino fundamental e médio, não foi possível dimensionarmos a ON como um organizador intencionalmente expositivo ou comparativo. Tal dimensionamento dependeria da história educacional, das experiências dos visitantes e do levantamento do conhecimento prévio. Portanto, por se tratar de ensino em espaço não formal, concebemos a ON como uma experiência para consolidar os primeiros subsunçores sobre a nomenclatura e funcionalidade do sistema nervoso humano. Como premissa, consideramos que nenhum visitante possuía subsunçores precisamente discriminados para a aprendizagem significativa da neuroanatomia funcional, ainda que o efeito de um organizador prévio seja limitado. Ausubel (2003) propôs que os organizadores prévios seriam subterfúgios formais para a aprendizagem significativa, visto que os subsunçores são consolidados de fato através das experiências formativas durante o desenvolvimento humano.

Outra característica da ON foi o ensino expositivo a fim de reduzir a carga cognitiva¹³ para o processamento das informações¹⁴ na memória de trabalho. Segundo a Teoria da Carga Cognitiva (Paas et al., 2003), a arquitetura cognitiva consiste em uma memória de trabalho limitada, com unidades independentes de processamento visual/espacial e auditivo /verbal, que interage com uma

¹³ A quantidade de demanda colocada na memória de trabalho (<https://www.cognitiveatlas.org/> último acesso em setembro de 2020).

¹⁴ Aferência sensorial. Informações captadas pelas estruturas sensoriais periféricas que fazem a transdução dos estímulos ambientais em bioeletricidade. Por exemplo, células ciliadas da cóclea fazem a transdução de ondas mecânicas (som) em potenciais elétricos processados pelo sistema nervoso como a informação coletada do ambiente.

memória de longo prazo comparativamente ilimitada. Autores na área da psicologia cognitiva (Kirschner, Sweller & Clark, 2010; Haase, Júlio-Costa & Júlia, 2015) advogam que métodos de ensino com instrução mínima, com muitas atividades concorrentes ao objetivo de aprendizado e sem um direcionamento claro do professor, podem causar sobrecarga da memória de trabalho, uma função executiva¹⁵ fundamental para resolução de problemas, atenção, consolidação e evocação de informações na memória de longa duração. Por outro lado, atividades educacionais de instrução mínima como *aprendizagem por descoberta*, *investigação* ou *baseada em problemas* são muito importantes para o desenvolvimento da metacognição¹⁶, letramento científico¹⁷ e competências não-cognitivas como resiliência, autocontrole, respeito, calma, confiança, entre outros. Contudo, exigem mais tempo e um cuidadoso dimensionamento instrucional considerando o saber prévio do grupo de aprendizes (Muijs & Reynolds, 2018). Segundo Ausubel (2003):

Apresentado o caso para a abordagem da aprendizagem pela descoberta ou de resolução de problemas, (...) é inegável que o método por descoberta oferece algumas vantagens de motivação únicas, é uma técnica de instrução auxiliar útil em determinadas situações educacionais e é necessária quer para o desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas, quer para se aprender como se descobrem os novos conhecimentos. Contudo não é uma condição indispensável para a ocorrência de aprendizagem significativa e leva demasiado tempo para poder ser utilizada de forma eficaz como método essencial de transmissão de conteúdo das matérias em situações típicas da sala de aula. (2003, p. 50)

Portanto, o ensino expositivo foi adotado na ON por causa da restrição de tempo, visando à redução da sobrecarga cognitiva e ao direcionamento claro da atenção dos visitantes para as representações e conceitos relacionados com as peças anatômicas em exposição. De acordo com as reflexões de Ausubel (2003):

Através de um ensino expositivo adequado, os aprendizes podem prosseguir diretamente para um nível de compreensão abstrata que é qualitativamente superior ao nível intuitivo em termos de generalização, clareza, precisão e capacidade de explicação. (2003, p. 53)

Apesar das reivindicações estridentes por parte dos entusiastas da descoberta, a maioria dos professores continua a considerar que a exposição verbal, complementada sempre que necessária por apoios empíricos concretos, é, na verdade a forma mais eficaz de se ensinarem matérias a alunos das escolas primárias e secundárias e leva conhecimentos mais sólidos e menos triviais do que as situações em que os estudantes são seus próprios pedagogos. (2003, p. 50)

No caso, a exposição de peças anatômicas humanas reais foi o nosso apoio empírico concreto para uma compreensão abstrata e não trivial sobre a função de algumas estruturas do sistema nervoso central. Leia-se compreensão abstrata no sentido de que a função de uma estrutura orgânica não é facilmente deduzida a partir da informação coletada pelos sentidos, ela deve ser descoberta ou explicada até o nível molecular. E não trivial no sentido de avançarmos para além do conceito generalista que se possa ter sobre o cérebro, discriminando o sistema nervoso central em partes, com funções específicas em uma abordagem localizacionista. Desse modo, sem a exposição orientada, o visitante teria muita dificuldade de discriminar as partes que compõe o sistema nervoso central, mesmo que o sistema esteja fisicamente disponível à visão e ao tato como no caso da ON. Em seguida, a discriminação visual e tátil das divisões elementares do sistema nervoso central foi exercitada na OM.

¹⁵ A função executiva descreve um conjunto de processos cognitivos e habilidades mentais que ajudam um indivíduo a planejar, monitorar e executar com sucesso seus objetivos. Isso inclui controle da atenção, memória de trabalho, inibição e resolução de problemas. Função relacionada com o córtex pré-frontal do cérebro.

¹⁶ Consciência ou análise dos próprios processos de aprendizagem ou pensamento (<https://www.cognitiveatlas.org/> último acesso em setembro de 2020).

¹⁷ Capacidade de empregar o conhecimento científico para adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos da natureza e tirar conclusões baseadas em evidências científicas.

A OM não teve como propósito avaliar o domínio da nomenclatura anatômica e as respectivas proposições funcionais que foram transmitidas por instrução direta expositiva na ON. O objetivo da OM foi proporcionar aos visitantes tarefas que promovessem a aprendizagem representacional e conceitual. O JM1 foi pensado como uma tarefa de aprendizagem representacional em que o símbolo/imagem significasse apenas o referente que o representa. O JM2 foi estruturado como uma tarefa de aprendizagem conceitual, pois o visitante deveria associar a estrutura anatômica com o referente, a localização e a função. Com esse propósito, a OM foi a real tarefa de aprendizagem sobre neuroanatomia funcional, enquanto a ON foi o organizador prévio da tarefa.

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem (...). Pode ser um enunciado, uma pergunta, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este. (Moreira, 2012, p. 30)

Os materiais e as tarefas de aprendizagem da OM foram inspirados por um grupo de autores com formação em psicologia cognitiva que sugeriu seis princípios que poderiam ser adotados por professores (Weinstein, Madan & Sumeracki, 2018). Os princípios são: aprendizagem distribuída, intercalagem, relembração, elaboração, exemplos concretos e dupla codificação (Weinstein, Madan & Sumeracki, 2018 apud Lent, 2019, p. 116).

A OM baseou-se em dois dos seis princípios: relembração e dupla codificação. A relembração consiste em trazer uma informação à consciência, o que favorece a consolidação da memória. Por exemplo, a relembração é uma virtude das provas e testes, tão debatidos atualmente como meios de avaliação. Os testes são, no entanto, uma oportunidade para trazer à memória de trabalho (construto atribuído ao córtex pré-frontal) uma informação que reside na memória explícita (construto atribuído ao córtex temporal), o que resulta no seu fortalecimento (consolidação) por ocasião do “retorno” ao córtex temporal no esforço de evocação da memória (Lent, 2019). O princípio da relembração guarda semelhança com o princípio da *consolidação* da TAS. A consolidação é o domínio de conhecimentos prévios antes da introdução de novos conhecimentos (Moreira, 2012). Como formas de se promover a consolidação, tem-se como exemplo a repetição, distribuição de exercícios, utilização de organizadores e a lógica interna do material didático (Ausubel, 2003). Segundo Ausubel:

A avaliação frequente e o fornecimento de retorno, especialmente em itens de testes que exigem uma boa discriminação entre alternativas que variam em grau de correção, também melhoram a consolidação ao confirmarem, clarificarem e corrigirem aprendizagens anteriores. (2003, p. 172)

Já o termo dupla-codificação se refere à utilização de figuras para significar conceitos. A dupla codificação significa que a informação entra no sistema nervoso de duas ou mais maneiras que se reforçam mutuamente, reforçando também a aprendizagem. É o caso da visão figurativa, junto com a leitura textual. Muitas vezes, as figuras adicionam aspectos emocionais que também fortalecem a memória (Lent, 2010). Na OM, foram utilizadas imagens impressas de estruturas do sistema nervoso, torsos humanos sintéticos, ossos humanos e meninges para favorecer a dupla codificação das informações textuais.

Para favorecer a autonomia durante a tarefa de dupla-codificação, o texto e a figura foram impressos com uma cor específica para cada par. Cabia ao visitante perceber que era possível encontrar os pares associando as cores. A intenção foi reduzir a incerteza nas associações e promover autonomia nas escolhas mesmo quando as informações necessárias para o jogo não estivessem consolidadas. Os monitores direcionavam a atenção do grupo para as peças de apoio, estimulando a dupla codificação, sempre que identificavam algum grupo estagnado no JM1 ou JM2. Sugerimos que uma tarefa de dupla-codificação também seria uma estratégia didática útil para a consolidação do conhecimento.

Em sequência, parte dos visitantes era convidada a seguir para a OC após a OM. Enquanto outros poderiam ter começado pela OC para depois seguirem para as ON e OM. Desse modo, a OC não necessitava da informação apresentada nas outras oficinas e, portanto, poderia ser a primeira ou a última atividade da visita servindo também a um propósito de organização logística dos visitantes.

O objetivo da OC foi possibilitar aos participantes a oportunidade de utilizarem seus conhecimentos prévios na execução de uma tarefa e perceberem que sem o conhecimento prévio a tendência é ignorarmos a informação, aceitarmos passivamente as sugestões de terceiros ou simplesmente não lhes atribuirmos utilidade. Para a realização da tarefa da OC, foram criados cartões com conteúdo informacional sintético de imagens e palavras associativas que pudessem facilitar a lembrança de esquemas prévios. Para este fim, foi necessário definir o conteúdo (i.e., quantidade e qualidade), bem como a forma de aplicação da tarefa para potencializar a criatividade e desafiar os visitantes da SC 2019 sem sobrecarregar a memória de trabalho.

No modelo da Teoria da Carga Cognitiva existem dois mecanismos críticos da aprendizagem: a aquisição de esquemas e a transferência dos procedimentos aprendidos através de um processamento controlado para um processamento automático. Um esquema é um construto cognitivo que organiza os elementos informacionais provenientes dos sentidos e a maneira como eles serão tratados, pressupondo efeitos mnemônicos (Sweller, 1994). Assim a quantidade de elementos que compõem o conteúdo a ser aprendido deve ser dimensionado para que não haja uma sobrecarga cognitiva durante a formação dos esquemas. Sweller (1994) define ainda que a carga cognitiva deve ser caracterizada em termos de elementos interativos, visto que os elementos dos esquemas devem ser aprendidos simultaneamente a partir da interação entre eles. Assim, se há interação entre muitos elementos, a carga cognitiva se tornará alta, dificultando a aprendizagem (Pass et al., 2003).

Através de um experimento piloto realizado pelos autores, foi definido o número de cartões a serem disponibilizados durante a oficina. Tal ação visou evitar a sobrecarga da memória de trabalho durante o momento inicial da tarefa, quando ocorre uma maior demanda cognitiva quanto à compreensão e execução da atividade. Dessa forma, a sobrecarga cognitiva pertinente à complexidade da situação e/ou informação do desafio da criatividade foi qualitativamente e quantitativamente ordenada para obtermos uma menor sobrecarga da memória de trabalho e maior engajamento na tarefa voluntária.

Já com relação à forma de aplicação da tarefa, consideramos a possibilidade dos participantes sentirem dificuldade em criar os esquemas cognitivos pela escassez de conhecimentos prévios especificamente relevantes. Assim, considerando os pressupostos sobre desenvolvimento e aprendizagem da perspectiva histórico-cultural (Vigotski, 2010), idealizamos a realização da tarefa da OC considerando possíveis intervenções dos instrutores através de dicas de orientação para a resolução da tarefa. Ademais, contamos com as possibilidades de interação entre os participantes e suas maneiras distintas e individuais de pensar (i.e., parceiros colaboradores). Tais iniciativas proporcionariam aos visitantes produções superiores àquelas que conseguiriam realizar caso estivessem sozinhos já que eram influenciados pelo conhecimento prévio dos outros participantes. Portanto, a tarefa da OC foi colaborativa, o que permitiu a criação de ZDPs diferentes entre os indivíduos de cada grupo e entre os grupos com os monitores.

Ao fim da atividade da OC, os monitores provocavam uma discussão sobre a importância do conhecimento prévio para criar os esquemas e a relevância do engajamento pessoal no processo de aprendizagem. A criação coletiva dos esquemas era o problema a ser resolvido na OC. Objetivamente, os monitores destacavam nas bancadas as cartas excluídas que não foram utilizadas pelo grupo para a elaboração do esquema. O propósito da discussão final era dar consciência aos visitantes sobre as informações ignoradas (i.e., cartas ilustradas sobre a mesa) e debater a respeito do fato de que a

informação não fora incorporada ao esquema provavelmente pela ausência de conhecimento prévio (i.e., subsunção) que poderia atribuir-lhe significado. A discussão foi inspirada na superioridade da aprendizagem significativa sobre a mecânica na perspectiva da TAS, que possibilita maior nível de compreensão, significação e maior capacidade de transferência do conhecimento para situações novas (Moreira, 2012).

Considerações finais

A experiência aqui analisada descreveu as evidências de engajamento dos visitantes, as características das oficinas e a fundamentação teórica que norteou o planejamento da SC 2019 num processo iniciado pelo GEPEN/UFJF no ano de 2018. A SC 2019 integrou estudantes de graduação, pós-graduação e docentes num evento de extensão que celebrou o processo ensino-aprendizagem junto com a sociedade externa à universidade. O modelo cognitivo apresentado neste artigo propõe a relação entre o domínio mnemônico da informação e a capacidade criativa individual. Portanto, procuramos desmitificar o senso comum que associa criatividade a um dom natural ou inspiração privilegiada. Ao contrário, a criatividade emerge a partir do conhecimento prévio. O conhecimento é a consolidação na estrutura cognitiva das informações captadas pelos sentidos. A consolidação se torna mais estável quando a aprendizagem é significativa. A estabilidade do conhecimento na estrutura cognitiva e a sua evocação podem ser atingidas com maior eficiência quando o professor dimensiona as técnicas didáticas com sólida fundamentação teórica, conferindo intencionalidade à ação pedagógica. Há de se atingir um equilíbrio entre a experiência prática do professor e os modelos de aprendizagem que integram a biologia e a psicologia humana. Nesse sentido, entendemos que a Teoria da Aprendizagem Significativa, inicialmente desenvolvida e proposta por David Ausubel no início dos anos de 1960, lançou-se sobre premissas que repercutem nas descobertas atuais da neurociência e da psicologia cognitiva empírica.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os colegas que contribuíram para a realização da Semana do Cérebro 2019, bem como à direção e à equipe de mediadores do Centro de Ciências da UFJF pelo acolhimento e receptividade quanto à realização de todas as atividades de planejamento e execução da SC.

Contribuição autoral

R. H., coordenador geral da SC 2019; C. H. C. M., coordenadora do GEPEN e da OM; A. G. M., coordenadora da OC; G. C. B, F. P. G. G. e B. A. A. C., subcoordenadoras da OC, redigiram o referencial teórico da OC; A. B. R e A. G. F. O., coordenadores da ON; C. A. M. Jr., orientação do referencial teórico e do relato de experiência. Todos os autores contribuíram com a redação e revisão do artigo. Os coordenadores orientaram o grupo de estudos das oficinas, elaboraram o roteiro de visitação, treinaram os mediadores e criaram os materiais didáticos.

Referências

- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. 1ª ed. Lisboa: Paralelo Editora.
- Bianconi, M. L., & Caruso, F. (2005). Apresentação educação não-formal. *Ciência e Cultura*, 57 (4), 20.
- Biddle, J. H., & Mutrie, N. (2008). *Psychology of physical activity: determinants, well-being and interventions*. 2ª ed. London and NY: Taylor and Francis Group Ed.

- Cammarota, M., Bevilaqua, L. R. M., & Izquierdo, I. (2013). *Aprendizado e memória*. In R. Lent (Ed.) *Neurociência da mente e do comportamento* (pp. 241-252). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Cerbone, D. R. (2012). *Fenomenologia*. Petrópolis: Vozes.
- Chai, W. J., Hamid, A. I. A., Abdullah, J. M. (2018). Working Memory From the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. *Frontiers in Psychology*, 9: 401.
- Chaiklin, S. (2011). A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino. *Psicologia em Estudo*, 16 (4), 659-675.
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2017). *Research methods in education*. 8. ed. London: Routledge.
- Braathen, P. C. (2012). Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. *Revista Eixo*, 1 (1), 63-69.
- Ekkekakis, P. (2013). *The measurement of affect, mood, and emotion: A guide for health-behavioral research* (1st ed.). New York, NY: Cambridge University Press.
- Eppler, M. J. (2006). A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. *Information Visualization*, 5, 202-210.
- Gil, R. (2002). *Neuropsicologia*. São Paulo: Santos Livraria e Editora.
- Haase, V. G., Júlio-Costa, A. S., Júlia. B. L. (2015). Por que o construtivismo não funciona? Evolução, processamento de informação e aprendizagem escolar. *Psicologia em revista*, 9(1) 62-71.
- Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational Research Review*, v. 1 (2), p. 69-82.
- Husserl, E. (2012). *Investigações lógicas: investigações para e fenomenologia e a teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Forense.
- Husserl, E. (2014). *Investigações lógicas: prolegômenos à lógica pura*. Rio de Janeiro: Forense.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais de neurociência*. 2ª ed. São Paulo: Editora Atheneu.
- Lent, R. (2019). *Cérebro aprendiz: neuroplasticidade e educação*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu.
- Moreira, M. A. (2012). *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Muijs, D., & Reynolds, D. (2018). *Effective teaching, evidence and practice*. 4th Edition. London: SAGE.
- Pass, F., Renkl, A., Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.

Pass, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.

Ratey, J. J., & Hagerman, E. (2008). *Spark: the revolutionary new science of exercise and the brain*. New York: Little, Brown and Company.

Selye, H. (2018). *Stress – a tensão da vida*. 2ª ed. Ibrasa: São Paulo.

Sokolowski, R. (2004). *Introdução à fenomenologia*. São Paulo: Edições Loyola.

Sternberg, R. (2000). *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre, Artmed.

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, vol. 4, 293-312.

Vigotski, L. S. (2010). *A construção do pensamento e da linguagem*. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes.

Weinstein, Y., Madan, C. R., Sumeracki, M. A. (2018). Teaching the science of learning. *Cognitive research: principles and implications*, 3:2.

Anexo

Relato de experiência de uma professora do 8º ano do ensino fundamental após a visita na SC 2019

O relato a seguir foi escrito pela professora acompanhante de uma turma de estudantes do 8º ano fundamental de uma escola pública. Os alunos foram selecionados pela escola por sorteio. Isso ocorreu devido à capacidade de atendimento da SC 2019, limitada a 40 visitantes por período.

A tarde foram alunos de duas turmas de 8º ano. A escolha dos alunos foi aleatória, mas a escolha da série, 8º ano do Ensino Fundamental, aconteceu em decorrência do conteúdo abordado nesta série, o Corpo Humano. Eles ainda não tiveram contato formal com o conteúdo, isso só irá acontecer no segundo semestre deste ano (2019).

No dia seguinte a visita, os alunos fizeram relatos de suas experiências. As redações foram transcritas e analisadas por esta professora que os acompanhou nas atividades. A análise a seguir será apresentada em forma de relato, juntamente com as considerações desta professora como observadora não participante das atividades.

Chegando ao Centro de Ciências, os alunos foram recebidos e encaminhados ao Planetário. Vimos um vídeo do acervo do Centro de Ciências que não estava diretamente relacionado com as atividades da Semana do Cérebro, mas foi bastante importante para colocar os alunos num contexto diferente, preparar e propiciar condições para absorver os conteúdos que seriam trabalhados.

Em seguida os alunos foram separados em dois grupos. Um deles começou as atividades pela “Oficina da Criatividade” e o outro pelas atividades de Neuroanatomia seguida da “Oficina da Memória”. Posteriormente os grupos trocaram de atividades, tendo, ao final, todos os alunos contemplados com todas as atividades.

Para melhor organização das ideias vou relatar cada atividade independente do grupo e da ordem que os alunos fizeram as atividades.

Na “Oficina de Neuroanatomia” foi observado claramente o interesse dos alunos pelas peças anatômicas. Alguns deles ficaram bastante impressionados e foi possível notar diferentes emoções como aversão, fascínio e curiosidade. A explicação dos monitores foi adequada e os alunos aparentemente entenderam o conteúdo.

Em seguida os alunos foram encaminhados à “Oficina da Memória”. Na mudança de sala os alunos interagiram e comentaram despreocupadamente sobre o que viram nas salas anteriores. Nesse momento pude observar o entusiasmo de alguns alunos. Este sentimento pode se valer pela forma como foi apresentado o conteúdo e/ou pelo fato de estarmos fora do ambiente escolar.

Na sala onde estavam montados os jogos da memória, os alunos se comportaram muito bem, algumas vezes até um pouco quietos demais. Vejo este comportamento pela presença de muitos monitores, um ambiente bastante diferente do cotidiano (não temos laboratório na escola) e o fato dos alunos não terem tido muito tempo de se organizarem formando duplas com colegas que não tinham tanta afinidade assim. A disputa se mostra vantajosa para alguns alunos, porém, outros parecem se sentir desconfortáveis em desempenhar uma tarefa diferente, com conteúdo diferente, em um local diferente, com muitas pessoas desconhecidas observando e sendo cronometrado seu tempo de realização. Vejo esta situação um pouco desconfortante para alguns alunos um pouco mais tímidos ou com baixa autoestima.

A última atividade, “Oficina da Criatividade”, aconteceu em um outro espaço. Durante o deslocamento, os alunos fizeram comentários parecendo bastante satisfeitos por terem conseguido realizar as atividades anteriores (memória). Durante a etapa da montagem das fichas (cartas da Oficina de Criatividade), a princípio os alunos mostraram receio em fazer errado, mas com o passar do tempo, alguns foram se mostrando mais líderes e iniciaram as discussões e a colocação das fichas. À medida que as interações eram feitas, outros alunos (até os mais reservados) expressaram suas ideias. Como as monitoras enfatizavam sempre que não havia uma forma certa de fazer as conexões, os alunos se sentiram bem a vontade de discordar uns dos outros colocando suas opiniões. Sem dúvida foi um ambiente riquíssimo em que os alunos sentiram que podiam ser ouvidos e teriam seus pontos de vista considerados.

Quando todos os grupos terminaram suas atividades, tivemos um tempo livre numa sala do Centro de Ciências onde se encontram alguns materiais interativos, principalmente relacionados ao conteúdo de Física, que, a princípio, não faziam parte das atividades da Semana do Cérebro, mas foram importantíssimas para mais um momento de interação mais livre entre os alunos. Eles comentaram sobre o que fizeram e claramente foram capazes de consolidar a aprendizagem. (transcrito conforme o original)

Análise do relato da professora

Destacamos que a professora fez menção ao Planetário do Centro de Ciências/UFJF. A visita ao Planetário é famosa entre as escolas da região, portanto é sempre incluída em qualquer atividade do Centro de Ciências. Optamos por alocar a visita ao Planetário como primeira atividade do dia com o propósito de acolher os estudantes numa atividade que promovesse a imersão sensorial no novo

ambiente de aprendizagem antes das três oficinas de criatividade, neuroanatomia e memória. A duração do filme no domo 360° teve duração de 20 minutos com o tema “A origem da vida”.

A professora também mencionou a cronometragem do tempo durante os jogos da memória e relatou desconforto de alguns alunos com o constrangimento do tempo e com a comparação (competitiva) com outros grupos na sala.

A disputa se mostra vantajosa para alguns alunos, porém, outros parecem se sentir desconfortáveis em desempenhar uma tarefa diferente, com conteúdo diferente, em um local diferente, com muitas pessoas desconhecidas observando e sendo cronometrado seu tempo de realização. Vejo esta situação um pouco desconfortante para alguns alunos um pouco mais tímidos ou com baixa autoestima. (sic)

De fato, planejamos uma competição entre as escolas visitantes da OM. A escola que resolvesse coletivamente todos os jogos de memória no menor tempo, seria a campeã. Pensamos nessa proposta com base na síndrome da adaptação geral de Selye (2018) que propõe uma associação entre estresse e produção de hormônios relacionados com a resposta comportamental e o foco atencional (e.g. catecolaminas e glicocorticoides). Grosso modo, para o organismo elevar a sua eficiência produtiva, se faz necessário algum nível de estresse proporcional à capacidade adaptativa (*eustresse*). Entretanto, também observamos que o estresse gerado pelo constrangimento no controle do tempo gerava em muitos o *distresse*, isto é, um nível de estresse superior à capacidade de resposta do organismo gerando exaustão ou desengajamento. Portanto, a ideia da competição entre escolas foi abandonada pelos organizadores da SC 2019 logo após a visita da turma do 8º ano fundamental por ser desnecessária para o engajamento. Os jogos da memória precedidos pela ON foram suficientes para gerar engajamento produtivo.

A professora destaca a sua percepção sobre o aprendizado em duas passagens.

Eles comentaram sobre o que fizeram e claramente foram capazes de consolidar a aprendizagem.

A explicação dos monitores foi adequada e os alunos aparentemente entenderam o conteúdo. (transcrito conforme o original)

As observações estão relacionadas com os critérios de aprendizagem da professora. Como não avaliamos o ganho cognitivo formalmente, consideramos que a professora coloca em destaque os comentários entusiasmados dos alunos logo após as oficinas da SC 2019, visto que ela menciona que tais comentários ocorreram durante um período livre de exploração das dependências do Centro de Ciências, especificamente, o hall da física (i.e. local com vários aparatos que demonstram fenômenos da física de maneira lúdica). O relato sugere que alguns alunos fizeram comentários espontaneamente, sem provocação, sobre as atividades da SC 2019.