

---

# IMPACTOS DE DIFERENTES AMBIENTES DE ENSINO SOBRE A MEMÓRIA DE CURTO E DE LONGO PRAZO

---

FERNANDO PINTO LOPES

Instituto Federal do Espírito Santo  
E-mail: fernandolopes.bio@gmail.com

MARIA ALICE VEIGA FERREIRA DE SOUZA

Instituto Federal do Espírito Santo  
E-mail: alicevfs@gmail.com

## RESUMO:

Memória e aprendizagem estão relacionadas, pois, o conteúdo aprendido deve fixar-se nas bases neuronais para ser recuperado durante ações futuras. É importante que o professor compreenda o comportamento da memória humana para utilizá-los com eficiência e aprimorar suas estratégias pedagógicas. Este estudo verificou os impactos da utilização de ambientes alternativos de ensino para a memorização de palavras relacionadas ao conteúdo de verminoses comparando-os com o ambiente de sala de aula convencional e o desempenho da memória de longo prazo nesses espaços. Pelo lado qualitativo, os participantes das aulas na sala de multimeios e no laboratório de ciências foram mais eficientes em recordar, em longo prazo, conteúdos da aula com maior autonomia e riqueza de informações do que aqueles da aula convencional. Quantitativamente, não houve diferenças significativas entre os três ambientes de ensino, apesar de o ambiente convencional ter apresentado perdas menores de informações do curto para o longo prazo.

## PALAVRAS-CHAVE:

Ambientes de ensino; memória; verminoses; curto prazo; longo prazo.

---

## *IMPACTS OF DIFFERENT TEACHING ENVIRONMENTS ON SHORT AND LONG-TERM MEMORY*

---

## ABSTRACT:

Memory and learning are related, therefore, the learned content must be fixed in the neural bases to be recovered during future actions. It is important that the teacher understands the behavior of human memory to use them effectively and to improve their pedagogical strategies. This study verified the impacts of using alternative teaching environments to memorize words related to the content of worms by comparing them with the conventional classroom environment and the performance of long-term memory in these spaces. On the qualitative side, classroom participants in the multimedia room and in the science lab were more efficient in remembering, in the long term, classroom contents with greater autonomy and wealth of information than those of the conventional classroom. Quantitatively, there were no significant differences between the three teaching environments, despite the fact that the conventional environment presented lower information losses from the short to the long term.

## KEYWORDS:



Teaching environments; memory; worms; SHORT TERM; LONG TERM.

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos de aprendizagem têm sido estudados por diferentes enfoques, notadamente os biológicos, psicológicos e sociais. No campo biológico, neurocientistas estudam alterações cerebrais durante uma atividade de aprendizagem, associando teorias da psicologia e da sociologia a técnicas sofisticadas que utilizam aparelhos de ressonância magnética, estimulação magnética transcraniana, micrografia eletrônica e tomografia computadorizada (KANDEL, 2009; IZQUIERDO, 2011). Na psicologia, cognitivistas têm revelado as bases do aprendizado ao utilizar experimentos comportamentais, muitas vezes motivados por resultados de pesquisas de outras áreas (BADDELEY, 2011; PIAGET, 1996; SQUIRE; KANDEL, 2003; STERNBERG, 2000; JOHNSON-LAIRD, 2002). Já no campo social, alguns estudos (VYGOTSKI, 1984; BRUNER, 1997) inauguraram teorias da aprendizagem, originadas de investigações, que produziram diferentes maneiras de ver e entender esse processo.

Os conteúdos armazenados na memória são ingredientes essenciais para o progresso na educação, uma vez que seu domínio e seus rearranjos integram outros conteúdos e fertilizam noções futuras e mais avançadas do conhecimento humano. Se a aprendizagem tem relação com a maneira de processar a informação, os processos internos devem ser objeto de atenção constante pelos docentes, pois é preciso conhecer “como” os sujeitos aprendem, e não só “o que” eles aprendem.

Assim, para compreender mais sobre o processo de aquisição da memória, concretamente, este estudo aborda aspectos biológicos e psicológicos da memória na aprendizagem impactados por três diferentes ambientes de ensino sobre o conteúdo de verminoses (doenças causadas por vermes) como possibilidades para a potencialização da memória e da aprendizagem nesse tema: dois alternativos - a sala

de vídeo, com recursos audiovisuais (computador e projetor de vídeos e imagens) e o laboratório de ciências, com instrumentos que permitem observação de organismos invisíveis a olho nu - e um ambiente de controle, denominado convencional - uma sala de aula com uso exclusivo de lousa.

Para os fins pretendidos foram investigados: 1- o potencial de ensino em ambiente de multimeios utilizando tecnologia audiovisual e em ambiente de laboratório de ciências com apresentação de material para a memorização de conteúdos de verminoses; 2- o potencial de ensino em ambiente de sala de aula convencional, com uso exclusivo de lousa, direcionado para a memorização de conteúdos de verminoses; 3- comparação do desempenho em testes de memória de curto e de longo prazo nos três diferentes ambientes de ensino, qualitativamente e quantitativamente.

Memória e aprendizagem estão intimamente relacionadas, uma vez que o conteúdo aprendido deve fixar-se nas bases neuronais de forma a ser recuperado durante a execução de atividades, tomada de decisões e solução de problemas na escola e na vida. A solução de um problema, por exemplo, para Brito (2006, p.84-85), configura-se quando uma pessoa, frente à determinada situação, procura mecanismos para alcançar um resultado satisfatório, convertendo os elementos significativos em dados e direcionando o pensamento e o esforço mental na pesquisa por ferramentas que permitam reestabelecer o equilíbrio na estrutura cognitiva. Brito ainda assinala que a estrutura cognitiva é dependente de conceitos e de princípios anteriormente aprendidos, os quais são disponibilizados na memória e combinados de forma a conduzir ao resultado final. A estrutura cognitiva, assim, se amplia ao incluir elementos novos, seja relativo ao conhecimento declarativo ou ao conhecimento de procedimentos.

Lima (2010, p.3), por sua vez, apresenta o mesmo entendimento quando afirma que a memória é relevante também para o educador, pois seu trabalho se apoia em sua memória para ensinar e, para que o aluno aprenda, ele precisa criar novas memórias e ampliar as existentes. De acordo com essa ideia, é importante compreender os processos da memória humana e conhecer recursos e estratégias de ensino potencializadores dessa variável.

A opção por investigar recursos e estratégias de ensino representados pelos ambientes de ensino alternativos eleitos (sala de vídeo e laboratório de ciências) não é aleatória. A sala de vídeo integra a área das novas tecnologias, que vêm ampliando seu espaço no ambiente escolar. A presença das mídias audiovisuais - como vídeo e imagens - nas práticas escolares pode proporcionar significativas contribuições ao processo de ensino, visto que permitem ilustrar com maior amplitude as explicações dos professores em suas aulas. Por meio desses recursos, os alunos são estimulados a observar desenhos, esquemas, fotos, animações, reportagens, filmes etc., que contribuem para que conheçam situações e experiências vividas por outros e trazidas para o seu universo. Esses recursos podem facilitar e favorecer a interpretação dos conteúdos ministrados e a consolidação de importantes informações na memória.

O laboratório de ciências, por seu turno, é um recurso valioso pelo lado prático. A manipulação de material biológico e as observações de fenômenos decorrentes desse manuseio realizadas em equipamentos como o microscópio permitem ao aluno reconhecer a teoria aprendida e associá-la ao mundo natural, o que favorece a harmonização do ensino experimental e do teórico, e contribui para a formação de memórias mais fortemente consolidadas, já que a prática estimula associações entre conceitos, imagens e objetos.

Nessa perspectiva, pretende-se verificar o potencial dos recursos audiovisuais na sala de multimeios e no laboratório de ciências - comparados com o ambiente

puramente convencional - como instrumentos que possam potencializar a aquisição de memórias de novas palavras e conceitos que integram o conhecimento técnico-científico de verminoses. A finalidade é produzir conhecimento sobre esses ambientes que possam conduzir o professor a refletir e a sistematizar o uso desses potenciais em suas práticas pedagógicas em atividades futuras. Isso porque durante o aprendizado de ciências os alunos se deparam com grande quantidade de palavras técnico-científicas, por vezes latinas, que ainda não fazem parte do vocabulário pessoal. Conhecer essas palavras e associá-las ao aprendizado de ciências colabora para uma efetiva comunicação dentro da área científica, além de facilitar a compreensão e a solução de problemas durante a vida escolar. As palavras do léxico escolar aprendidas são armazenadas na memória e carregam consigo significados importantes, o que justifica, assim, buscar por estratégias metodológicas que aumentem o poder de fixação e posterior recuperação.

É o caso do estudo de verminoses, de grande importância para a saúde, já que são doenças que atingem grande quantidade de pessoas em todo o mundo, principalmente as crianças, que sofrem bastante com essas enfermidades, pois podem provocar, entre outros sintomas, desidratação, causada por diarreia e vômito, obstrução intestinal, anemia e retardo do desenvolvimento físico e mental.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O cérebro é o principal responsável pelo processamento, armazenamento e recuperação das informações adquiridas. Conhecer e compreender os processos de aprendizagem, que incluem o estudo do funcionamento do sistema nervoso e, principalmente do cérebro, tornou-se um dos focos dos educadores que buscam nos fundamentos das neurociências um apoio para suas práticas pedagógicas (GUERRA; COSENZA, 2011).

O sistema nervoso humano é responsável por detectar estímulos externos e internos, tanto físicos quanto químicos, desencadeando as respostas musculares e glandulares. Responde também pela integração do organismo com seu meio ambiente. Sua estrutura compõe-se de regiões do cérebro, da coluna vertebral e de outras distribuídas por todo o corpo. Nada ocorre na vida biológica do homem sem que a presença do sistema nervoso seja marcante, direta ou indiretamente. Para Vale e Capovilla (2004), devido ao funcionamento coordenado de recursos cognitivos e às múltiplas conexões tecidas pelo cérebro por meio de uma rede complexa de neurônios, é que as pessoas podem conhecer o mundo e atuar sobre ele.

Ter noções sobre o funcionamento do sistema nervoso, principalmente a memória, é fundamental atualmente, pois um dos grandes desafios dos educadores é fazer com que os alunos aprendam conteúdos escolares que poderão ser úteis durante suas trajetórias acadêmicas, profissionais, científicas e do dia a dia. Esses conteúdos se fixam na memória, que possui a faculdade de receber informações do meio, guardá-las e evocá-las em momentos oportunos.

Izquierdo (1989, p.90), ao tratar da importância da memória, afirma que “não existe atividade nervosa que não inclua ou não seja afetada de alguma forma pelo aprendizado e pela memória [...] e nossa vida depende de que nos lembremos de tudo isso.” Memória e aprendizagem são variáveis diferentes, mas relacionadas. Ao lado de Izquierdo, Lent (2001, p.650) defende que a aprendizagem é “o processo de aquisição de novas informações que vão ser retidas na memória”. A memória, diz Lent, “é o processo de arquivamento seletivo dessas informações, pelo qual podemos evocá-las sempre que desejarmos, consciente ou inconscientemente.” De certo modo, neurocientistas admitem que a memória possa ser entendida como um conjunto de processos neurobiopsicológicos que possibilitam a aprendizagem. A aprendizagem

ocorre quando o conhecimento é retido sob a forma de memórias e, do ponto de vista da educação, conduz o sujeito a mudanças de comportamento.

A memória, quanto ao tempo de retenção, é geralmente classificada como ultrarrápida, de curto prazo e de longo prazo. A memória ultrarrápida pode durar de frações de segundos a segundos. A memória de curto prazo armazena informações que serão utilizadas dentro de pouco tempo. Lent (2001) afirma que ela dura minutos ou horas e serve para proporcionar a continuidade do nosso sentido do presente.

Kandel (2009), por sua vez, argumenta que a aprendizagem origina a memória de curto prazo, produzindo mudanças transitórias na força das sinapses entre os neurônios sensoriais e os neurônios motores. Essas mudanças de curto prazo são mediadas por proteínas e outras moléculas já presentes nas sinapses. Já a memória de longo prazo armazena as informações por um longo período, podendo durar horas, dias e até mesmo anos.

A relação da memória com a aprendizagem foi objeto de estudo de Estrela e Ribeiro (2012, p.154), que afirmam que “a aquisição da memória está diretamente relacionada ao complexo processo de aprendizagem que, para ocorrer, lança mão de toda uma estrutura biológica, mental e emocional”. Para esses pesquisadores, o processo de retenção de conteúdos envolve funções psicológicas superiores, como a percepção, a atenção, a sensação e o raciocínio lógico. Por isso, é útil conhecer a eficácia de diferentes ambientes de ensino para a consolidação da memória de estudantes, particularmente, em conteúdos de ciências.

Nesse tema, Bruning, Schraw e Ronning (2002) mencionam aspectos emersos de estudos na área da memória, da percepção e da aprendizagem que possuem consequências para o ensino de ciências, dos quais destacamos cinco: 1) necessidade de incentivar todos os alunos a “manusear os seus recursos”; 2) a limitação dos recursos e dos dados restringe a aprendizagem; 3) o conhecimento prévio orienta a

percepção e a atenção; 4) dar a oportunidade para o aluno empregar a codificação verbal e a codificação através de imagens; 5) ajudar o aluno a organizar a informação nova em “agrupamentos significativos”. Esses autores recomendam a prática desses aspectos por professores de ciências visando o favorecimento das variáveis biológicas e psicológicas envolvidas em uma aula.

Relva (2007, p.57) reforça que o professor, antes de ser um especialista no domínio dos conteúdos que pretende ensinar, necessita ser um estimulador da aprendizagem e um verdadeiro “jardineiro” de memórias, de maneira a despertar em seus alunos as estratégias para um uso coerente. A atuação do professor pode ser planejada visando otimizar a aprendizagem e a retenção na memória, sobretudo porque, como afirma Izquierdo (2011, p.40), conservamos pouca informação que passa por nossa memória de trabalho; menos ainda de tudo que conservamos por um tempo nas memórias de curta e de longa duração.

A potencialização das memórias, para os psicólogos cognitivistas Craik e Lockhart (1986), pode vir com o uso de imagens que se constitui em importante complemento à codificação verbal, o que foi confirmado em investigações de Paivio (1986), que concluiu que as palavras que sugerem imagens são mais facilmente recordadas do que aquelas que não o proporcionam.

Bonito (2011) concorda com Craik e Lockhart (1986) e Paivio (1986) acrescentando que o processo de construção da aprendizagem em aulas de ciências necessita de uma seleção pelos alunos para determinar o que é mais importante e realizar inferências baseadas em ideias principais, a fim de serem mobilizadas na memória de longo prazo no momento oportuno.

Assim, para acontecer a consolidação de memórias e, conseqüentemente, o aprendizado possa ser armazenado, intentou-se encontrar em diferentes ambientes de ensino, como a sala de multimeios, com seus recursos audiovisuais e o laboratório



de ciências, por meio de aulas práticas, estratégias metodológicas que possam auxiliar os professores a potencializarem os estímulos sobre a memória, visando à memorização de conteúdos de ciências em longo prazo.

A sala de multimeios reúne recursos de áudio e vídeo que, associados, ampliam a aprendizagem de conteúdos escolares mais do que cada recurso isoladamente, conforme investigações de Mayer (2005). Além disso, outras pesquisas científicas complementam dizendo que conteúdos animados são ainda mais eficazes para a aprendizagem (PARK, 1994; TVERSKY; BAUER-MORRISON; BETRANCOURT, 2002) e a narrativa informal, nesse contexto, favorece mais que as narrativas formais (LOWE, 2002).

O uso dos laboratórios de ciências como ambiente de ensino é visto por investigadores de diversos modos a partir de diferentes concepções. Alguns propõem a substituição da singularidade oral predominante em salas de aula convencionais por atividades experimentais em laboratórios (FRACALANZA et al., 1986). Gil-Perez (1986) afirma que a visão predominante de professores de Ciências é a de que os laboratórios se limitam a comprovar o conhecimento teórico aprendido na sala de aula, visão sobre a qual Silva e Zanon (2000) discordam ao dizer que o laboratório, como ambiente de ensino, promove a criatividade dos estudantes.

A formação das memórias requer uma série de estímulos sensoriais que favorecem a ocorrência da formação das redes neurais no cérebro e, quanto maior e melhor forem esses estímulos, mais chances o aluno terá de fixar o conteúdo. Especificamente no aprendizado de ciências, muitas palavras que não fazem parte do léxico dos alunos são apresentadas para o diálogo com o meio científico. Durante os primeiros anos da escolaridade, eles acessam nomes técnico-científicos como biodiversidade, taxonomia, ancilostomose, ascaridíase, *Schistosoma mansoni*, e esses nomes, normalmente, precisam ser guardados na memória de longo prazo para

o entendimento de diversos tipos de conteúdos que serão apresentados futuramente a eles durante os anos escolares em discussões, textos, problemas etc. “Uma palavra desconhecida para a criança é uma não palavra para a memória” (LIEURY, 2001, p. 19).

Ao citar alguns experimentos realizados com alunos da educação básica, Lieury (2001, p.20) concluiu que a melhor apresentação dessas palavras é a audiovisual, completada pelo exercício de repetir e de escrever a palavra nova. Assim, quando algumas aulas privilegiam o ensino oral, a fixação lexical da palavra fica incompleta na memória. Para esse pesquisador, os professores devem apresentar palavras desconhecidas ou pouco conhecidas tanto visual quanto auditivamente, confirmando os experimentos de Craik e Lockhart (1986) e Paivio (1986).

No entanto, quando a comparação é feita da leitura do grafismo da palavra (memória lexical) com a figura correspondente à palavra (memória semântica), Paivio (1986) sustenta que o primeiro modo demora menos tempo para ser processado mentalmente do que o segundo. A figura deve ser interpretada pela memória semântica para, então, ser encontrada a palavra adequada na memória lexical, levando mais tempo. Esse experimento explica que as pessoas podem ler um texto, mesmo em voz alta, sem compreendê-lo. Conclui que a memorização de figuras pode estar comprometida se forem trabalhadas em alta velocidade.

Livros, revistas, jornais, espaços, gestos, instrumentos, experimentos..., tudo isso faz parte de estratégias utilizadas pelos professores para a formação das memórias e da aprendizagem dos alunos na sala de aula. A sociedade contemporânea, cada vez mais, faz uso de recursos audiovisuais, como o cinema, o vídeo, a fotografia, a música, os CDs e DVDs etc. se constituem em uma longa lista de suportes de memória que diariamente ocupam espaços em nossas vidas e nas salas de aula.

Dessa forma, para favorecer a memorização de certos conceitos e definições pelos alunos, torna-se imprescindível ir além das palavras vazias, desligadas de

sentidos, mecânicas, em que os estudantes vão repetindo, semelhante a um gravador, o conteúdo memorizado. Contudo, deve-se compreender que a memória é fundamental para a aprendizagem e, para que ela seja eficaz, é construtivo desenvolver no aluno mecanismos de aquisição do conhecimento, com formação de memórias que se mantenham em longo prazo.

A aprendizagem de novas informações supõe, na verdade, um conhecimento prévio (LIEURY, 1997; VYGOTSKI, 1984; AUSUBEL, 1980), e esse conhecimento está retido na memória de longo prazo. Qualquer aquisição de novos conhecimentos se torna uma via de mão-dupla entre a memória de longo prazo - de onde são recuperados esses conhecimentos - e a memória de curto prazo - que os reúne em uma nova ordem. A medição dessa memorização é feita pela evocação, ou seja, pelo ato de lembrar o que foi memorizado, quando o cérebro deve recriar, em instantes, memórias que foram criadas nas bases neuronais do cérebro.

Particularmente, o estudo das verminoses é enquadrado em um tema maior dentro da Biologia, chamado de Parasitismo. As doenças causadas pela associação entre parasitas e hospedeiros podem ser chamadas de parasitoses. Essas enfermidades, quando atingem o trato digestório, são denominadas parasitoses intestinais, ou enteroparasitoses. Essas doenças atingem grande quantidade de pessoas no mundo, de acordo com a Organização Pan Americana de Saúde (OPAS) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2011).

As verminoses mais comuns estudadas pelos alunos na disciplina de Ciências são a Ascariíase (lombriga), Teníase e Cisticercose (Tênia), Oxiuríase (Oxiúrus), Filariose (Elefantíase), Ancilostomíase (Amarelão) e Esquistossomose (Barriga d'água). Essas doenças são causadas por diferentes tipos de vermes com formas de transmissão, sintomas e profilaxia variados. A transmissão ocorre geralmente pela ingestão de ovos ou larvas do verme, por meio de água e/ou de alimentos contaminados, ou pela

penetração direta da larva na pele do hospedeiro. Os sintomas mais comuns apresentados pelas pessoas parasitadas são: cólicas abdominais, enjoo, mudança do apetite, falta de disposição, fraqueza, diarreia, vômito, perda de peso, anemia, febre e problemas respiratórios. Para evitá-las é preciso bons hábitos de higiene, saneamento básico e melhores condições socioeconômicas.

Na escola, trabalha-se a maioria dessas informações com os alunos durante as aulas, sendo do interesse do professor que sejam armazenadas na memória de maneira que, em momento oportuno, sejam recuperadas para, por exemplo, promover as profilaxias das doenças, entender a importância social do saneamento básico, compreender a leitura de textos sobre o tema, solucionar problemas, entre outros.

É preciso acrescentar que a retenção de informações aprendidas mecanicamente ainda ocorre na memória de longo prazo, assim como a informação aprendida significativamente; a diferença é que na aprendizagem mecânica há pouca ou nenhuma integração do novo conhecimento ao conhecimento existente, resultando em duas consequências negativas. A primeira é que o conhecimento aprendido mecanicamente tende a ser rapidamente esquecido, a não ser que seja muito repetido. A segunda é que a estrutura de conhecimento ou a estrutura cognitiva do aprendiz não é aprimorada ou modificada para esclarecer ideias incorretas. Assim, as concepções erradas persistirão e o conhecimento aprendido tem pouco ou nenhum potencial para ser utilizado em situações de aprendizagem e/ou resolução de problemas no futuro. (NOVAK; CAÑAS, 2010)

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi desenvolvido por meio do planejamento e da aplicação de aulas sobre o conteúdo de verminoses ministradas em três ambientes de ensino: 1- Sala de multimídias com tecnologias audiovisuais (projektor e computador para exibição de

imagens e vídeos); 2- laboratório de ciências com visualização real dos vermes *in vitro* e suas estruturas no microscópio; 3- sala de aula convencional com aula ministrada exclusivamente na lousa e a apresentação oral do professor. As três aulas visaram favorecer a memorização de palavras ligadas ao aprendizado de verminoses, modos de transmissão das doenças e a profilaxia.

Participaram da pesquisa 388 alunos regulares do 6º e 7º anos do ensino fundamental de duas escolas públicas brasileiras localizadas na periferia do mesmo município. Entretanto, 63 dos 388 foram excluídos da amostra por terem participado de apenas um dos testes - o de curto prazo ou o de longo prazo. O Quadro 1 apresenta a distribuição dos 325 participantes por ano e turma escolares.

Os alunos possuíam o mesmo perfil em termos comportamentais, atitudinais e de desempenho escolares. As idades giravam entre 11 e 13 anos e a situação socioeconômica das famílias dos estudantes era semelhante e se caracterizavam como sendo de classe média-baixa. As turmas possuíam certo equilíbrio entre alunos dos dois gêneros - feminino e masculino. Todos esses aspectos foram, cuidadosamente, descritos pelas pedagogas e orientadoras educacionais das escolas, a fim de que essas variáveis não influenciassem nos resultados de pesquisa.

Cada aula foi de, aproximadamente, 70 minutos, consumindo-se 50 minutos para expor/abordar o conteúdo em cada ambiente, mais 20 minutos para aplicação do teste de curto prazo.

**Quadro 1: Ambientes de ensino e turmas dos participantes. Fonte: Autores.**

Audiovisual		Laboratório		Convencional	
Turma	N	Turma	N	Turma	N
A1 - 6º ano	23	L1 - 7º ano	23	C1 - 6º ano	27
A2 - 6º ano	23	L2 - 7º ano	19	C2 - 6º ano	30
A3 - 6º ano	19	L3 - 7º ano	21	C3 - 7º ano	22
A4 - 7º ano	21	L4 - 7º ano	13	C4 - 7º ano	18
A5 - 7º ano	25	L5 - 7º ano	23	C5 - 7º ano	18

A aula com recursos tecnológicos (sala de multimídias) foi realizada com a utilização de um projetor conectado a um computador e a uma caixa de som, por meio do qual se expôs aos alunos os conteúdos sobre as verminoses na forma de imagens e de vídeos associados aos nomes dos vermes, às doenças, às formas de transmissão e à profilaxia. Anotações no caderno também foram realizadas pelos estudantes, principalmente as que se referiam à escrita dos nomes científicos e das doenças. As imagens coloridas e as animações dos vídeos possuíam riqueza de detalhes sobre as verminoses e os impactos causados pela não observância dos cuidados profiláticos.

A aula no laboratório de ciências contou com a apresentação de material biológico. Os conteúdos foram apresentados aos alunos com base nas anotações efetuadas na lousa, indicando o nome científico de cada verme, das doenças que eles podem provocar, além da transmissão e profilaxia. Nesse ambiente houve a manipulação e a visualização real de vermes adultos como o *Ascaris lumbricoides*, *Taenia solium*, *Schistosoma mansoni* e *Necator americanus*, e algumas estruturas associadas a eles, por exemplo, os ovos, que foram visualizados com a utilização do microscópio ligado a uma câmera, o que possibilitou projetar a imagem em um televisor. As imagens eram nítidas e possuíam riqueza de detalhes por serem muitas vezes ampliadas.

A aula convencional, como já explanado, contou apenas com a exposição oral e a escrita na lousa, com pequenas anotações e desenhos esquemáticos feitos à mão pelo professor. Os alunos fizeram anotações incluindo a escrita dos nomes científicos dos vermes, as doenças provocadas por eles, as formas de transmissão e as formas de se evitar a doença (profilaxia).

No primeiro momento da pesquisa, ao final de cada aula promovida nos três ambientes de ensino, cada aluno recebeu 2 testes com a intenção de verificar o desempenho com base nas aulas que, por sua vez, envolveu a memorização de curto

prazo dos conteúdos apresentados. O primeiro teste continha 20 palavras e solicitava que fossem circuladas somente as que foram mencionadas durante a aula de verminoses. Cada acerto foi contabilizado com 0,2 pontos para um total de 2 pontos para as 10 palavras circuladas corretamente.

Em seguida, aplicou-se um segundo teste composto por 4 questões, em que deveriam relacionar os nomes científicos dos vermes às suas doenças, formas de contágio e profilaxia, além de associar os vermes às suas estruturas físicas. Pretendeu-se, nesse momento, conferir a capacidade de o aluno solucionar os problemas pela evocação das memórias formadas com base nos conteúdos estudados recentemente, com ênfase nas palavras apresentadas e que, possivelmente, carregavam uma série de significados para se chegar à solução das questões. Cada questão valia 2 pontos. Para cada acerto em uma questão foram atribuídos 0,5 pontos. Portanto, nesse teste, os alunos poderiam alcançar 8 pontos que, somados aos 2 pontos do primeiro teste, totalizavam 10 pontos.

Após 15 dias da aplicação dos 2 primeiros testes, considerando-se que é um tempo suficiente para se avaliar a memória de longo prazo, aplicou-se um novo teste com uma lista de 10 exercícios contendo questões de provas brasileiras de avaliação em larga escala sobre as verminoses, no espaço de uma aula de 50 minutos (muitos não necessitaram de todo o tempo de aula). Esses novos testes visaram, indiretamente, medir a capacidade de os alunos recordarem o assunto sobre as doenças causadas por vermes, consistindo-se em uma forma de avaliar a memorização em longo prazo e verificar a existência de diferenças significativas nos desempenhos confrontados com os diferentes ambientes de ensino. Cada acerto no teste de longo prazo correspondeu a um valor de 1 ponto, totalizando um máximo de 10 pontos.

As análises dos dados quantitativos foram realizadas com base em um tratamento estatístico, com auxílio do software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), por meio do qual se pretendeu revelar a existência ou não de diferenças significativas entre os desempenhos nos testes de conhecimento que, indiretamente, revelavam aspectos memorizados ou não nos três ambientes de ensino.

Para o estudo qualitativo, foram selecionados 8 alunos participantes de cada ambiente de ensino, de acordo com a quantidade de acertos nos 3 testes, sendo 4 com maior aproveitamento e outros 4 com menor aproveitamento. Eles foram entrevistados com base em um roteiro semiestruturado sobre as aulas e o conteúdo dos testes com a pretensão de conhecer, pelas respostas dadas, os aspectos que favoreceram/dificultaram a solução dos problemas, as situações que eles consideraram ter facilitado ou não memorizar o conteúdo apresentado e os conteúdos que, de fato, dominavam.

Algumas perguntas formuladas na entrevista qualitativa foram: você considera ter uma boa memória? Quando você quer memorizar algo, você usa alguma estratégia? Qual? Por quê? O que você se lembra da aula sobre verminoses? Que verminoses nós estudamos? Como a doença pode ser evitada? e assim por diante. Os protocolos dos alunos entrevistados foram analisados à luz da teoria de análise do conteúdo de Bardin (1998, p.31-38), que se resume em um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.

Finalmente, importante registrar que os responsáveis legais pelos participantes da investigação assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, por meio do qual declararam estar cientes da participação voluntária dos menores de idade na aplicação de instrumentos de pesquisa científica e autorizaram a utilização das informações coletadas nesses instrumentos, desde que a divulgação seja por nome



fictício, imagem de rosto esmaecida e vozes não identificáveis, a fim de resguardar o sigilo necessário. Ademais, foram tomados os cuidados de praxe que reduzam os riscos advindos da investigação para os participantes.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo quantitativo foi realizado a partir da pontuação alcançada por cada participante nos testes de curto prazo (CP) e de longo prazo (LP) das 5 turmas de cada ambiente (Convencional, de C1 a C5; Laboratório, de L1 a L5; Audiovisual, de A1 a A5). As estatísticas descritivas desses testes foram processadas no software SPSS e estão apresentadas no Quadro 2.

O teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov confirmou a normalidade dos dados para todas as turmas, o que permitiu eleger a média aritmética como representativa da amostra em cada turma. Em curto prazo, a média aritmética variou de 5,02 a 6,93. Em longo prazo, de 3,22 a 4,74. Esse resultado, desde já, demonstra a ocorrência de queda no desempenho dos alunos do curto para o longo prazo, o que era esperado e está em sintonia com o que afirmam os investigadores da área, a exemplo de Izquierdo (1989, 2011).

Quadro 2- Estatísticas descritivas dos testes aplicados nas 15 turmas. Fonte: Autores.

Turmas	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
C1-CP	27	3,30	9,40	6,5704	1,55633
C1-LP	27	1,00	7,00	3,8889	1,52753
C2-CP	30	2,60	8,40	5,0167	1,85418
C2-LP	30	1,00	8,00	3,9667	1,69143
C3-CP	22	2,60	10,00	5,7455	1,85414
C3-LP	22	0,00	9,00	3,5000	2,61406
C4-CP	18	1,80	9,80	5,2556	1,99329
C4-LP	18	0,00	9,00	3,8889	2,19328
C5-CP	18	4,60	8,60	6,6556	1,20744
C5-LP	18	1,00	7,00	4,0000	1,57181
L1-CP	23	2,90	9,00	6,1565	1,53559
L1-LP	23	1,00	7,00	3,3478	1,64064
L2-CP	19	4,10	9,80	6,3000	1,12349
L2-LP	19	1,00	6,00	4,0526	1,39338

L3-CP	21	2,40	9,60	5,5524	1,97348
L3-LP	21	1,00	6,00	3,4286	1,59911
L4-CP	13	1,40	9,00	6,1692	2,37149
L4-LP	13	1,00	6,00	3,6923	1,49358
L5-CP	23	4,10	10,00	6,9261	1,58665
L5-LP	23	1,00	8,00	3,2174	1,88189
A1-CP	23	3,70	10,00	6,7087	1,88726
A1-LP	23	1,00	5,00	3,2609	1,25109
A2-CP	23	3,00	10,00	6,8000	2,00545
A2-LP	23	0,00	9,00	4,3043	2,91446
A3-CP	19	3,20	9,40	6,3737	1,97789
A3-LP	19	0,00	10,00	4,7368	3,03392
A4-CP	21	4,00	9,40	6,4714	1,61188
A4-LP	21	0,00	8,00	4,0952	2,09535
A5-CP	25	2,00	9,80	6,2760	2,02881
A5-LP	25	1,00	8,00	3,9200	1,95619

A dispersão dos dados, expressos pelos desvios-padrão, foi ligeiramente maior nos testes de longo prazo, mas a proximidade entre as diferenças do curto e longo prazo não revela diferenças significativas nesses grupos, evidenciando que as turmas se comportaram semelhantemente no que diz respeito à concentração dos resultados dos testes.

O estudo das diferenças entre os três ambientes no curto prazo e no longo prazo, isoladamente, foram realizados com testes de Análise de Variância (ANOVA) de um fator. As análises estatísticas indicaram que, no nível de 95% de confiabilidade, não houve diferenças significativas nos rendimentos médios entre as turmas de curto prazo nos três ambientes, ao obter  $F(2,42) < F_{\text{crítico}}(3,88)$ . Ademais, o *p-value* de 0,13, sendo maior do que a significância de 0,05, confirma o resultado alcançado com a estatística F e, portanto, reforça não haver evidências para se rejeitar a igualdade entre as médias das turmas. Em outras palavras, não houve diferenças relevantes dos resultados quantitativos entre os três ambientes de ensino referente à memória de curto prazo.

Do mesmo modo, as análises estatísticas indicaram que, no nível de 95% de confiabilidade, não houve diferenças significativas nos rendimentos médios entre as turmas de longo prazo nos três ambientes de ensino ao obtermos  $F(2,24) < F_{\text{crítico}}(3,88)$ . Além disso, o *p-value* de 0,14, sendo maior do que a significância de 0,05, constata, igualmente, o fato de não ter havido evidências para se rejeitar a igualdade entre as médias dessas turmas. Assim como no curto prazo, não houve diferenças quantitativas significativas entre os três ambientes de ensino no que se refere à memória de longo prazo.

Foram também estudadas a existência de diferenças significativas entre cada ambiente de ensino isoladamente, no curto e no longo prazo (Convencional no curto prazo comparado com o Convencional no longo prazo etc.). Para esse estudo, utilizou-se o teste *T de Student* com nível de confiança de 95%. Esse teste indicou haver diferença significativa entre as médias de curto prazo e longo prazo nos três ambientes, indicando, nesse caso, haver uma queda de desempenho, e confirma as estatísticas descritivas já mencionadas, além de estar em sintonia com as investigações de Izquierdo (1989, 2011).

O teste *T* revelou diferença significativa no nível de 5% entre o desempenho no teste de curto prazo e o de longo prazo do ambiente de ensino "Convencional": *Stat t* (6,14) >  $t_{\text{crítico}}$  (2,77) e *p-value* (0,00) < 0,05. Para o ambiente de ensino "Laboratório", o teste *T* revelou: *Stat t* (9,17) >  $t_{\text{crítico}}$  (2,77) e *p-value* (0,00) < 0,05. Por fim, para o ambiente "Audiovisual", as medidas foram: *Stat t* (6,88) >  $t_{\text{crítico}}$  (2,77) e *p-value* (0,00) < 0,05 (Resumidamente no Quadro 3):

**Quadro 3: Resumo da comparação dos desempenhos nos testes de curto prazo (CP) e longo prazo (LP) em cada ambiente. Fonte: Autores.**

Ambiente	<i>Stat t</i> (*)	<i>p-value</i>	$t_{\text{crítico}}$
Convencional CP e LP	6,14	0,00	2,77
Laboratório CP e LP	9,17	0,00	
Audiovisual CP e LP	6,88	0,00	

(\*) Nível de significância de 0,05.

Apesar de os resultados indicarem diferenças significativas entre o curto prazo e o longo prazo nos três ambientes de ensino (Convencional Curto Prazo e Convencional Longo Prazo; Laboratório Curto Prazo e Laboratório Longo Prazo; Audiovisual Curto Prazo e Audiovisual Longo Prazo), essas diferenças possuem magnitudes diversas. Esse impacto foi medido pelo desvio-padrão de cada ambiente de ensino no teste *T*. A opção por esse índice de perda é adequada, uma vez que, quanto maior o desvio-padrão, menor será o *t* calculado e, portanto, ficará mais distante do *t*<sub>crítico</sub> bi-caudal. Isso significa que o impacto será maior nessas condições do que em condições contrárias.

Essa medição pode ser simplificada obtendo-se a razão entre o *p-value* bi-caudal e o nível de significância adotado. Concretamente, nessas condições, foi possível comparar as diferenças de perda de desempenho a partir dos resultados apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4: *P-value*/nível significância em cada ambiente. Fonte: Autores.**

Ambiente	Razão <i>p-value</i> /nível significância
Convencional	$(0,00355/0,05) * 100 = 7,10\%$
Laboratório	$(0,00078/0,05) * 100 = 1,56\%$
Audiovisual	$(0,00233/0,05) * 100 = 4,66\%$

Os resultados das razões (Quadro 4) revelaram que, apesar de as perdas de desempenho terem sido significativas nos três ambientes, do curto para o longo prazo, a maior perda se concentrou entre os participantes das turmas "Laboratório", seguida das turmas "Audiovisual" e "Convencional", nessa ordem.

O estudo quantitativo, puro e simples, desligado de análises qualitativas, deixa a mensagem de que o ambiente convencional foi mais produtor pelas lentes da memória. Todos os ambientes, a seu modo, contaram com o som e a visualização da palavra escrita. Essa ação foi recomendada em estudos de Lieury (2001, p.20) como

sendo a melhor para a memorização: palavras sendo ouvidas e lidas, seguidas da escrita pelos sujeitos. Entretanto, é possível que a organização e sistematização do ambiente convencional tenha favorecido o registro mental pela predominância da cópia e escrita das palavras, dos desenhos e outros fatos acerca das verminoses, o que diferiu nos outros dois ambientes pela própria imposição do ritmo do vídeo e da dinâmica de aula no laboratório de ciências. Essa hipótese está apoiada nos estudos de Paivio (1986) sobre o tempo necessário para o processamento mental das palavras e das imagens. Apesar de todas as aulas terem tido o mesmo período temporal, a distribuição dos tempos para cada aspecto sobre as verminoses (nomes científicos, doenças causadas por vermes, formas de transmissão, sintomas e profilaxia) foi diverso.

A aula no ambiente convencional foi marcada pelo discurso escrito na lousa, mesclado por algum discurso do professor, sem muita participação ativa dos alunos. Ao contrário, os ambientes da sala de multimeios e do laboratório contaram com muita interação e participação ativa professor-alunos e alunos-alunos, como recomendam Bruning, Schraw e Ronning (2002).

O estudo qualitativo foi concluído tendo por base as entrevistas semiestruturadas com 8 estudantes de cada ambiente, sendo 4 com altos escores nos testes, e outros 4 com baixos escores nos mesmos testes, totalizando 24 participantes.

Antes de relatar os resultados qualitativos, convém realçar mais aspectos relevantes sobre os ambientes. Os três ambientes de ensino, sala de multimeios (com recursos audiovisuais), laboratório de ciências e sala de aula convencional, possuem particularidades que os diferenciam, sobretudo nos recursos que podem ser utilizados em cada espaço. A sala de multimeios, com recursos tecnológicos, possibilitou preparar uma aula com imagens e vídeos que demonstraram ser importantes para a formação de memórias relacionadas ao tema da aula. A internet oferece grande

quantidade de fotos coloridas, desenhos e vídeos animados (com movimentos) que podem ser utilizados para a produção da aula sobre verminoses. Esses recursos foram apontados pelos alunos entrevistados como sendo “interessantes” e, de acordo com suas declarações, possibilitou inferir que são também relevantes para a formação de memórias, confirmando estudos de Park (1994), Tversky, Bauer-Morrison e Betrancourt (2002).

O laboratório de ciências, também com suas especificidades, como o microscópio e a apresentação de material biológico *in vitro*, mostrou-se como um espaço de valor para realizar a aula. As declarações dos estudantes mostraram que se sentiram motivados em um ambiente diferente e com a possibilidade de observar, na prática, o que era ensinado na teoria. Isso foi marcante e permitiu concluir que são recursos potenciais para serem utilizados na aula e contribuírem para a formação das memórias sobre as verminoses. Bruning, Schraw e Ronning (2002), a propósito, defendem que os recursos para a aprendizagem devem ser diversificados para o favorecimento de memórias.

Os entrevistados que participaram da aula convencional, em sala de aula organizada com carteiras enfileiradas, foram os que menos relataram informações importantes no estudo sobre as verminoses. Apesar de demonstrarem interesse pelo assunto, ao serem estimulados a resgatar da memória as informações sobre o tema da aula, os alunos apresentaram, principalmente, frases ditas em sala de aula pelo professor, limitando-se a expor apenas algumas informações básicas sobre algumas das doenças apresentadas, semelhante a um discurso telegráfico/mecânico.

Em suma, ao comparar os três ambientes de ensino, foi possível identificar que, apesar de o conteúdo ministrado ser o mesmo, os recursos utilizados no ambiente de sala de multimeios e no laboratório de ciências pareceram estimular a formação de memórias mais consolidadas sobre as verminoses em relação ao ambiente de sala de

aula convencional (BRUNING; SCHRAW; RONNING, 2002). Desse modo, fica evidente a importância de utilizar uma quantidade maior de recursos, como imagens, vídeos e conteúdo prático, como instrumentos que acrescentem e agreguem mais significado ao que está sendo estudado, para facilitar a fixação das memórias nos alunos, mesmo que o resultado quantitativo não tenha sido altamente significativo nessas diferenças de médias de cada ambiente e de ter apresentado menores perdas justamente no ambiente convencional.

Reforça-se que os alunos que participaram dos ambientes de laboratório de ciências e da sala de multimeios relataram fatos da aula com suas próprias palavras e com maior espontaneidade e riqueza de detalhes, apesar de a retenção na memória ter sido menor do que no ambiente convencional. Os participantes da aula em ambiente convencional repetiam o discurso dito ou escrito na lousa pelo professor, sem indícios de autonomia sobre esses discursos, apesar de terem retido mais informações na memória de longo prazo.

## 5. CONCLUSÕES

A compreensão das relações entre a memória e o aproveitamento escolar vem sendo construída durante os últimos anos com enorme contribuição da psicologia e das neurociências. Compreender os mecanismos para a formação, a consolidação, a evocação das memórias e criar estratégias que contribuam para esses objetivos, tornam-se de grande importância para que os educadores possam utilizá-las em suas aulas e, dessa forma, colaborem e promovam a aprendizagem dos alunos.

Além disso, a construção do conhecimento é algo complexo, implica em diversas estratégias, com objetivos diversos, e deve possibilitar aos alunos desenvolverem o aprendizado de conceitos, atitudes e procedimentos, estando a memória intimamente relacionada a esses propósitos. Cabe, nesse contexto, ao docente,

agregar novas ideias e novos modelos de ensino à sua prática pedagógica, em que a memória seja reconhecida como elemento relevante nos processos de aprendizagem.

Ao procurar por elementos favorecedores e facilitadores da memorização de conteúdos relacionados ao ensino de ciências e, particularmente, neste estudo, a formação de memórias de curto e longo prazo relacionadas ao ensino das verminoses, foram analisados alguns resultados de testes e entrevistas após a apresentação de uma aula sobre o tema em três diferentes ambientes de ensino (sala de aula convencional, sala de multimeios e laboratório de ciências), com os recursos intrínsecos a cada um deles.

Pelo lado qualitativo, as respostas fornecidas nas entrevistas por alguns alunos participantes demonstraram que os recursos utilizados na sala de multimeios, com a apresentação de imagens e vídeos utilizando o computador, o projetor e a caixa de som, foram considerados como importantes para promover a fixação e a evocação de memórias relacionadas ao tema estudado. O laboratório de ciências, com a apresentação de material biológico e o uso do microscópio, também contribuiu significativamente para a recuperação de memórias formadas durante a aula nesse ambiente de ensino. As respostas dos entrevistados que participaram desses ambientes foram mais criativas e autônomas. Eles responderam com suas próprias palavras os questionamentos, demonstrando independência de pensamento. Além disso, forneceram exemplos originais sobre a transmissão e a profilaxia, em especial, revelando significativa qualidade na aprendizagem.

Já os entrevistados participantes das aulas convencionais apresentaram pouca criatividade nas respostas e as que foram recuperadas de suas memórias pareceram repetições de frases ditas/escritas pelo professor em aula. Por isso, infere-se que, nos outros ambientes, a utilização de recursos audiovisuais e de materiais que relacionaram a teoria à prática foi importante para a formação e a recuperação de



memórias de longo prazo, considerando-se que esses recursos favoreceram a atenção e a emoção, fatores importantes para a consolidação das memórias, conforme afirmam os autores que apoiam este estudo.

Todavia, ao analisar os dados quantitativos, obtidos por meio de testes que foram aplicados em dois momentos distintos (imediatamente após a aula e 15 dias após), com a finalidade de medir indiretamente as memórias de curto e de longo prazo, respectivamente, os resultados demonstraram haver diferença significativa de perdas de desempenho nos testes de curto e longo prazo, com maiores perdas entre o ambiente de laboratório e o de multimeios (audiovisual) do que no ambiente de aula convencional (sala de aula).

Pode-se, então, inferir pelo lado qualitativo, que nas aulas ministradas no ambiente de laboratório e de audiovisual os alunos entrevistados parecem se lembrar mais do conteúdo ministrado, como o nome das doenças e as formas de profilaxia, o que não foi relatado nas entrevistas com os alunos da aula convencional, podendo-se afirmar que há algumas variáveis que não foram memorizadas em longo prazo e que, provavelmente, justificariam esse comportamento, apesar do resultado quantitativo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro da Secretaria Estadual de Educação do Espírito Santo ao primeiro autor para desenvolvimento da presente pesquisa científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BADDELEY, M. C.; ANDERSON, M. C.; EYSENCK, M. W. *Memória*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1998.

BONITO, J. Pensar no ensino das ciências com cognição. In: L. Marques, J. BONITO, G.; MCDADE, L.; MARTINS, J.; MEDINA, M.; MORGADO, D.; Rebelo (Orgs.). In: *Seminário - Os tempos do mundo e o tempo geológico: das aprendizagens ao contributo para a cidadania*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2011, p.26 - 41.

BRITO, M. R. F. Processamento da informação e aprendizagem significativa na solução de problemas. *Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB*. Campo Grande-MS, n. 21, p. 81-90, jan./jun, 2006.

BRUNER, J. *Realidade mental, mundos possíveis*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

BRUNING, R. H.; SCHRAW, G. J.; RONNING, R. R. *Psicología Cognitiva e Instrucción*. Madrid: Alianza Editorial, 2002.

CRAIK, F. I. M.; LOCKHART, R. S. Charm is not enough: Comments on Eich's model of Cued Recall, *Psychology Review*, n.93, p.360-364, 1986.

ESTRELA, J. B. C.; RIBEIRO, J. S. F. Análise das relações entre memória e aprendizagem na construção do saber. *Caderno Intersaberes*, v.1, n.1, p.140-159, 2012.

FRACALANZA, H; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. *O Ensino de Ciências no primeiro grau*. São Paulo: Atual, 1986.

GIL-PEREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones convertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 2, p. 111-121, 1986.

GUERRA, L. B.; COSENZA, R. M. *Neurociência e educação: como o cérebro aprende*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

IZQUIERDO, I. Memórias. *Estudos avançados*, v.3, n.6, p. 89-112, 1989. Recuperado de <http://www.scielo.br/>.

IZQUIERDO, I. (2011). *Memória*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

JOHNSON-LAIRD, P. N.; BYRNE, R. M. J. Conditionals: a theory of meaning, inference, and pragmatics. *Psychological Review*, v. 109, n. 4, p. 646-678, 2002. Recuperado de <<http://psychology.tcd.ie>>.

KANDEL, E. R. *Em busca da memória: o nascimento de uma nova ciência da mente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais da neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2001.

LIEURY, A. *A memória do cérebro a escola*. São Paulo: Ática, 1997.

LIEURY, A. *Memória e aproveitamento escolar*. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

LIMA, E. S. *Memória e imaginação*. São Paulo: Inter Alia Comunicação e Cultura, 2010.

LOWE, K. *What's the story: making meaning in primary classrooms*. ERIC Document No. ED468691, 2002.

MAYER, R. E. Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2005.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan-jun, 2010. Recuperado de <<http://www.periodicos.uepg.br>>.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE E ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. OPAS/OMS no Brasil assina Termo de Cooperação Técnica com o Estado de Pernambuco. 2011. Recuperado de: <http://migre.me/mOYwm>.

PAIVIO, A. *Mental Representations: a dual coding approach*. New York, Oxford University Press, 1986.

PARK, O. Dynamic visual displays in media-based instruction. *Educational Technology*, p. 21-25, 1994.

PIAGET, J. (1996). *Biologia e conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 1996.

RELVA, M. P. *Fundamentos biológicos da educação: despertando inteligências e afetividade no processo de aprendizagem*. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2007.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências, 2000. In: SQUIRE, L. R.; KANDEL, E. R. *Memória: da mente às moléculas*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

SQUIRE, R. L.; KANDEL, E. R. *Memória: da mente às moléculas*. Porto Alegre: Editora Artmed, 2003.

STERNBERG, R. I. *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

TVERSKY, B.; BAUER-MORRISON, J.; Betrancourt, M. Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, v.57, p.247-262, 2002.

VALE, L. E. L.; CAPOVILLA, F. C. *Temas multidisciplinares de neuropsicologia e aprendizagem*. Ribeirão Preto: Tecmedd, 2004.

VYGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.