

MEMÓRIA, TECNOLOGIA E APRENDIZAGEM: INVESTIGAÇÕES EM UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Aline Marcelino dos Santos Silva*

Fermín Alfredo Tang Montané**

Resumo: O presente trabalho buscou investigar a contribuição do uso de Objetos de Aprendizagem para o desenvolvimento cognitivo de alunos, sob a questão do processamento da informação na memória e da aprendizagem significativa. A pesquisa foi realizada a partir de uma intervenção pedagógica em duas turmas de Ensino Fundamental, uma controle, e a outra, experimental. As teorias do processamento da informação, da carga cognitiva e da aprendizagem significativa serviram como base para a análise das respostas obtidas nos questionários, aplicados durante a intervenção. A partir da pesquisa, foi possível perceber que a turma experimental demonstrou maior avanço em relação à aprendizagem do conteúdo. Foram observados maiores indícios de ocorrência da aprendizagem significativa e da recuperação de informações na memória pela turma experimental. Neste sentido, identificou-se a contribuição dos Objetos de Aprendizagem para a ocorrência da aprendizagem significativa e do processo de memorização.

Palavras-chave: Memória. Aprendizagem significativa. Intervenção pedagógica. Objetos de Aprendizagem.

1 Considerações iniciais

A memória serve para aprender, sendo um conjunto organizado dos conteúdos de aprendizagem e, simultaneamente, a estrutura que possibilita essa mesma aprendizagem (MONTEIRO, 2013). A aprendizagem se relaciona com a memória no sentido de que o conhecimento para ser construído deve envolver inicialmente a codificação de uma informação, em seguida, esta deve ser processada e armazenada, e, ao fim, recuperada para uso quando necessário. Com o processamento da informação na memória, o indivíduo é capaz de aprender e utilizar o conhecimento construído.

Diante da relação entre memória e aprendizagem, destaca-se a necessidade de realizar práticas pedagógicas apoiadas em teorias cognitivas, a fim de que o aluno desenvolva

* Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Cognição e Linguagem da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

** Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação, Doutor em Engenharia de Produção e Professor do Programa de Pós-Graduação em Cognição e Linguagem da UENF.



habilidades essenciais para o processo de aprendizagem. Uma destas habilidades envolve o processamento da informação na memória.

De acordo com a teoria da carga cognitiva, evidencia-se que pode existir uma sobrecarga cognitiva quando elementos que não levam à aquisição de conhecimento são trabalhados e, portanto, devem ser processados pela memória. Neste sentido, esta pesquisa realizou uma intervenção pedagógica, buscando investigar a contribuição do uso de Objetos de Aprendizagem (OA) digitais para o processamento da informação na memória.

Os OA, segundo Macêdo et al. (2007), são recursos que têm por objetivo apoiar a construção do conhecimento. E na concepção de Braga e Menezes (2014, p. 21), os OA podem ser compreendidos “como componentes ou unidades digitais, catalogados e disponibilizados em repositórios para serem reutilizados para o ensino” (BRAGA; MENEZES, 2014, p. 21). Neste sentido, o presente artigo foi baseado no pressuposto de que OA apoiados em princípios cognitivos podem favorecer o processamento da informação na memória, ao diminuir a sobrecarga cognitiva.

A teoria da aprendizagem multimídia apresenta pressupostos que orientam a elaboração, análise, seleção e avaliação de recursos digitais. A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), criada por Richard E. Mayer (2001) possui como base a hipótese de que pessoas aprendem melhor com palavras e imagens do que somente com palavras.

Sobre a organização da pesquisa, esta foi dividida em etapas. Na primeira etapa, quatro OA foram selecionados no *site* do *Scratch* e aprimorados pela professora, que também é autora da pesquisa. Os OA foram aprimorados segundo os princípios da teoria da aprendizagem multimídia.

Cabe ressaltar que a etapa de aprimoramento de OA não será descrita neste trabalho, já que o objetivo desta é investigar a contribuição do uso de OA para o desenvolvimento cognitivo de alunos, sob a questão do processamento da informação na memória e da aprendizagem significativa.

Na segunda etapa, a intervenção pedagógica foi realizada com as turmas durante um período de seis semanas, totalizando doze horas/aula em cada turma. Uma vez por semana, duas aulas eram ministradas em cada uma delas. As aulas da primeira e da última semana seguiram o mesmo planejamento nas duas turmas. Já oito horas/aulas foram planejadas de forma distinta nas duas turmas, tendo como diferencial o uso de OA aprimorados em uma das turmas, intitulada a turma experimental. Na outra turma, a controle, o conteúdo Átomos foi

trabalhado de forma tradicional, utilizando apenas o quadro, o giz e apostilas durante as aulas. Na turma experimental, além dos recursos citados também foram utilizados os quatro OA sobre o conteúdo.

O conteúdo curricular Átomos foi selecionado para ser trabalhado nas duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental, durante as aulas da disciplina de Ciências. O tema foi escolhido diante da dificuldade de compreensão deste conteúdo por alunos. Trata-se de um tema abstrato e que envolve a capacidade de criar representações e assimilação de novos conceitos.

A pesquisa é de natureza qualitativa e quantitativa, realizada com os seguintes instrumentos de coleta de dados: questionários pré-teste e pós-teste, aplicados nas duas turmas, no início e ao fim da intervenção pedagógica, e a observação da professora, autora desta pesquisa, durante a mesma intervenção. Os questionários propostos na pesquisa foram elaborados com atividades que buscaram medir a aprendizagem na memória.

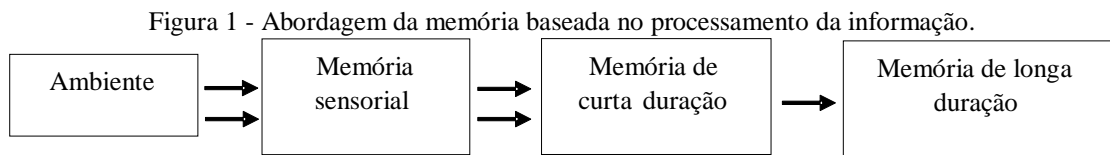
Além disso, procurou-se observar indícios da aprendizagem significativa, de forma a analisar se o conteúdo trabalhado na intervenção pedagógica estabeleceria conexões com os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de que existisse assimilação de novos conceitos por meio deste processo.

O trabalho foi estruturado em seis seções, além das Considerações iniciais. A primeira, sobre os pressupostos da memória e da aprendizagem. Em seguida, são apresentadas as teorias da carga cognitiva e da aprendizagem significativa nas seções 2 e 3, respectivamente. A seção 4 destaca a metodologia utilizada na pesquisa. Os resultados obtidos nos questionários foram analisados de acordo com os aspectos teóricos na seção 5. Por fim, as Considerações finais da pesquisa foram tecidas.

2 Memória e aprendizagem

Com o avanço da psicologia cognitiva, surgiu a “hipótese de um sistema de memória único, baseado nas associações de estímulo-resposta, para a idéia de que dois, três, ou talvez mais sistemas de memória estivessem envolvidos” (BADDELEY, 2011, p. 18). Neste sentido, Richard Atkinson e Richard Shiffrin propuseram um modelo em 1968, denominado modelo dual, pois representava modelos similares propostos na década de 1960. O modelo dual está pautado em uma abordagem da memória baseada no processamento da informação (BADDELEY, 2011).

A memória é organizada em um sistema de três estágios: memória sensorial, memória de curta duração e memória de longa duração (ATKINSON, SHIFFRIN, 1971 apud BADDELEY, 2011). A Figura 1 apresenta esta abordagem da memória.



Fonte: Atkinson, Shiffrin (1971) apud Baddeley (2011, p. 18) – adaptado.

Com esta abordagem, compreende-se que a informação entra a partir do ambiente na memória sensorial, na qual utiliza a percepção. Em seguida, a informação é transferida para um sistema de curta duração da memória e, somente após esta etapa, a informação seria alocada na memória de longa duração (BADDELEY, 2011).

Segundo Baddeley (2011), a memória sensorial é o termo aplicado ao breve armazenamento de informação relacionado à percepção. O segundo estágio da memória apresentado no modelo do processamento da informação de Atkinson e Shiffrin (1971) é a memória de curta duração ou Memória de Curto Prazo (MCP). Esta se refere “à retenção temporária de pequenas quantidades de material sobre breves períodos de tempo” (BADDELEY, 2011, p. 21). A memória de curta duração retém mais itens que a memória sensorial e regula o fluxo de informações que serão armazenadas na memória de longo prazo (STERNBERG, R.; STERNBERG, K., 2016).

O terceiro estágio apresentado no modelo de Atkinson e Shiffrin (1971) é a memória de longo prazo. Esta mantém todo o conhecimento por um período indefinido de tempo (SORDEN, 2012). A memória de longa duração ou de longo prazo é considerada a estrutura cognitiva que armazena a base do conhecimento (SWELLER, 2005). A memória de longa duração pode ser apresentada segundo o modelo de Squire (1992), sendo classificada em memória explícita e implícita.

A memória explícita é aquela que a lembrança consciente é apresentada pela pessoa que executa uma determinada tarefa. Lembrar, ou reconhecer palavras, fatos ou imagens de um conjunto de itens são exemplos deste tipo de memória. A memória implícita é aquela na qual são utilizadas informações da memória, porém sem que a pessoa esteja consciente deste fato (STERNBERG, R.; STERNBERG, K., 2016). Desta forma, a memória explícita está relacionada a lembranças de fatos evidentes, como de eventos específicos. A memória

implícita se refere a situações em que se refletem o desempenho e não uma lembrança evidente (BADDELEY, 2011).

Os psicólogos cognitivos identificaram três operações da memória que representam estágios do processamento da memória (STERNBERG, R.; STERNBERG, K., 2016). As operações são as seguintes: (i) Codificação: nesta operação, os dados sensoriais são transformados em uma forma de representação mental; (ii) Armazenamento: as informações codificadas são mantidas na memória; (iii) Recuperação: corresponde à operação na qual as informações armazenadas na memória são acessadas ou utilizadas.

A aquisição de conhecimento se refere à relação da memória com a aprendizagem, assim, antes de recordar algo temos que aprender, sem aprendizagem não há memória. Neste sentido, a fim de que os estágios do processamento da informação sejam realizados de forma eficaz, apresenta-se a teoria da carga cognitiva na seção seguinte.

3 A teoria da carga cognitiva

John Sweller (2003), psicólogo australiano, dedica-se ao estudo da teoria da carga cognitiva, “que tem por definição ser um conjunto universal de princípios que resultam em um ambiente de aprendizagem eficiente e que conseqüentemente promovem um aumento na capacidade do processo de cognição humana” (SANTOS; TAROUÇO, 2007, p. 3).

Para Tarouco et al. (2009, p. 2), “a carga cognitiva refere-se às demandas colocadas na memória de trabalho do aprendiz durante a instrução”. Segundo os mesmos autores, na instrução baseada por computador, o termo está relacionado ao processo mental para interpretar os elementos contidos nas telas, como ícones e objetos, e ao processamento do conteúdo apresentado. Desta forma, a pesquisa se refere à carga cognitiva relacionada à interpretação de elementos apresentados em recursos digitais.

A teoria da carga cognitiva baseia-se também nos aspectos relacionados à memória de trabalho e à memória de longa duração. Três categorias da carga cognitiva são incluídas à teoria: a carga cognitiva intrínseca, a externa e a relevante. É importante salientar que estas categorias são relacionadas ao conhecimento secundário (SORDEN, 2012).

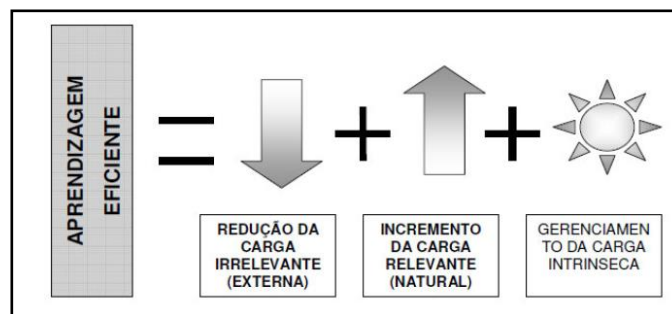
A carga cognitiva intrínseca é obtida pela complexidade natural da informações secundárias, que devem ser processadas. Por exemplo, se alguém está aprendendo a traduzir uma palavra em uma língua estrangeira, cada tradução pode ser aprendida independentemente de qualquer outra tradução. Neste exemplo, a interação com outros conhecimentos é baixa e assim a carga de memória de trabalho também é baixa (SORDEN, 2012).

A carga cognitiva externa ou irrelevante é causada por altos níveis de interatividade necessários para o processamento das informações. Neste caso, o alto nível de interação requerida ocorre devido ao processamento de elementos desnecessários e inadequados, assim ela está relacionada à forma na qual o conteúdo está organizado. Portanto, a utilização de recursos pedagógicos inadequados exigem dos alunos recursos de memória para processar elementos que não levam à aquisição de conhecimento, criando, desta forma, uma sobrecarga cognitiva. Ao mesmo tempo, elementos utilizados adequadamente podem diminuir a carga cognitiva externa (SORDEN, 2012).

Por fim, a última categoria é a carga cognitiva relevante ou "efetiva" (natural). A carga cognitiva relevante está relacionada ao processamento de esquemas, necessários em atividades que são relacionadas aos objetivos da aprendizagem (SORDEN, 2012). Assim, a carga cognitiva relevante é importante e beneficia a aprendizagem.

Segundo Ferreira e Rodrigues (2015, p. 909), de acordo com a teoria da carga cognitiva, “deve-se controlar a carga cognitiva intrínseca, elevar ao máximo a carga natural e reduzir ao máximo à externa.” A Figura 2 representa o balanceamento das cargas cognitivas.

Figura 2 - Modelo de balanceamento das cargas cognitivas.



Fonte: Mayer (2001) apud Santos e Tarouco (2007, p. 4).

Além do aporte teórico baseado na teoria da carga cognitiva, esta pesquisa também traz a contribuição da teoria da aprendizagem significativa para a proposta da intervenção pedagógica na próxima seção.

4 A teoria da aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa foi apresentada por David Paul Ausubel na década de 1960, “tendo sido desenvolvida com Novak e Hanesian, seus colaboradores, nas décadas seguintes” (SANTOS; OLIVEIRA, 2014, p. 142).



Para Moreira e Masini (2001), a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento, cognitiva, do indivíduo. Esta estrutura é denominada por Ausubel de subsunçor. O termo estrutura cognitiva é definido como “uma estrutura hierárquica de subsunçores que são abstrações da experiência do indivíduo” (p. 18).

O armazenamento de informações na mente humana ocorre quando novas informações são relacionadas ao que o indivíduo já sabe, ou seja, aos subsunçores presentes na estrutura cognitiva. Desta forma, a aprendizagem significativa ocorre por meio de subsunçores relevantes presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A nova informação precisa interagir com os subsunçores relevantes para adquirir significado.

Neste processo podem ser utilizados organizadores prévios, a fim de que estes façam a ponte entre o que o aluno já sabe e que é necessário saber para aprender significativamente (MOREIRA, 2006). Os organizadores prévios servem de âncora para a aprendizagem significativa, e conseqüentemente, levam ao desenvolvimento de conceitos subsunçores.

A aprendizagem mecânica é definida por Ausubel como o processo em que há pouca ou nenhuma interação com os subsunçores da estrutura cognitiva. Na infância, especificamente no período pré-escolar, há predominância da aprendizagem por descoberta. Na idade escolar, a maioria das crianças já possui um conjunto de conceitos. Os novos conceitos podem ser adquiridos por assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA; MASINI, 2001).

A assimilação ocorre na idade escolar e em adultos; os conceitos são internalizados por meio de um processo ativo no qual as informações recebidas interagem com as idéias relevantes presentes na estrutura cognitiva. Este processo ocorre quando um conceito ou proposição significativo é assimilado sob uma idéia ou conceito já formado, subsunçor, e presente na estrutura cognitiva. Desta forma, os subsunçores são elaborados e modificados através da interação (MOREIRA; MASINI, 2001);

A diferenciação progressiva: “é o princípio pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas nas disciplinas sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas [...] (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 30)”. Sendo assim, os aspectos mais gerais de um tema são apresentados inicialmente e, em seguida, as especificidades são trabalhadas. Essa ordem de apresentação de conteúdos faz parte da sequencia natural da consciência para que o conhecimento seja construído (MOREIRA; MASINI, 2001)

A reconciliação integrativa: é o processo pelo qual novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados (MOREIRA, 2006).

Estes processos de construção do conhecimento serão apontados na pesquisa. A metodologia desta será descrita na seção seguinte.

5 Metodologia

Esta seção apresenta as etapas da pesquisa proposta. Como mencionado nas Considerações iniciais, a pesquisa foi organizada em duas etapas: uma de seleção e aprimoramento de OA; e outra de realização de uma intervenção pedagógica. Este trabalho, portanto, apresenta a análise da intervenção pedagógica com base no aporte teórico apresentado nas seções anteriores. A primeira etapa envolveu o uso do ambiente *Scratch* para aprimoramento de três Objetos de Aprendizagem, como apresentados na Figura 3, de acordo com os pressupostos da teoria da aprendizagem multimídia.

Figura 3 – Telas dos OA utilizados na pesquisa.



Fonte: imagens capturadas pelos autores.

A segunda etapa possui três passos, mencionados a seguir: elaboração dos instrumentos de coleta de dados para a intervenção pedagógica, planejamento da intervenção pedagógica e análise dos dados. As etapas da pesquisa serão descritas em detalhe nas subseções a seguir.

5.1 Os instrumentos de coleta de dados da intervenção pedagógica

Um questionário pré-teste e um questionário pós-teste foram propostos para serem aplicados aos sujeitos da pesquisa durante uma intervenção pedagógica. Neste sentido, para Soares (2005), uma intervenção pedagógica se caracteriza “como um ato que pode

constantemente marcar os processos que ocorrem com alunos em sua maneira de construir conhecimento” (p.40), assim trata-se de uma ação caracterizada pela inter-relação entre ensino e aprendizagem, na qual o professor tem um importante papel neste processo de intervenção.

Os questionários foram elaborados para as análises qualitativa e quantitativa da pesquisa. Além destes instrumentos, a observação durante a intervenção pedagógica foi utilizada como um instrumento de análise qualitativa.

5.1.1 Questionário pré-teste

O Quadro 1 apresenta os enunciados das questões do questionário pré-teste.

Quadro 1 - Classificação das questões do pré-teste quanto à memória.

Questões do pré-teste	Tipo de questão
1. “Você já ouviu falar sobre átomo?”	Memória explícita
2. “O que você entende por átomo?”	Memórias explícita e implícita
3. “Represente um ou mais modelos de átomos no quadro abaixo.	Memórias explícita e implícita
4. “Quais são as partículas que compõem um átomo?”.	Memória explícita
5. “Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as alternativas a seguir. Corrija as alternativas falsas.”	Memória explícita
6. “O que você entende por elemento químico?”	Memórias explícita e implícita
6.1 Você conhece o nome de algum elemento químico?”	Memória explícita
6.2 “Se respondeu sim, cite o nome de elementos que você conhece.”	Memória explícita

Fonte: elaborado na pesquisa.

Inicialmente, o questionário solicitou os dados gerais do estudante, nome (caso quisesse mencionar), sexo e idade. Em seguida, o perfil do aluno foi investigado por meio de quatro questões objetivas, com opções de “sim” e “não”. As perguntas foram: “Você possui computador e/ou um *smartphone*?”, “Você costuma assistir vídeos/animações?”, “Você gostaria que vídeos, animações, jogos digitais e outros fossem utilizados nas aulas?”, “Você acha que irá aprender mais se o professor utilizar estes recursos digitais (animações, vídeos e

jogos digitais) em aula?”. Em relação à aprendizagem do conteúdo foram propostas as questões apresentadas no Quadro 1. Este também apresenta a classificação das questões quanto ao uso da memória explícita ou implícita.

As questões propostas nos questionários pré-teste e pós-teste foram elaboradas com base em tarefas utilizadas para medir a memória, exigindo o uso das memória explícita e implícita.

5.1.2 Questionário pós-teste

O questionário pós-teste foi organizado em sete questões. O Quadro 2 apresenta os enunciados das questões do pós-teste e a classificação das questões quanto ao tipo de memória utilizada para realizar a tarefa.

Quadro 2 - Classificação das questões do pós-teste quanto à memória.

Questões do pós-teste	Tipo de questão
1. “Represente um átomo indicando as partículas que o compõem e sua camada de valência.”	Memórias explícita e implícita
2. “Identifique os nomes dos cientistas que originaram os modelos de átomos a seguir:”	Memória explícita
3. “Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as alternativas a seguir. Corrija as alternativas falsas.”	Memória explícita
4. “Cite os nomes de dois elementos químicos.”	Memória explícita
5. “O átomo constituído de 11 prótons, 11 elétrons e 12 nêutrons apresenta, número atômico e número de massa iguais a?”	Memórias explícita e implícita
6. “Indique o número de prótons, nêutrons e elétrons que existem, respectivamente, no átomo de mercúrio $^{200}\text{Hg}_{80}$.”	Memórias explícita e implícita
7. De acordo com a teoria de Bohr, explique de que forma os fogos de artifícios emitem as cores. “Represente sua explicação através de um desenho.”.	Memórias explícita e implícita

Fonte: elaborado na pesquisa.

5.2 Planejamento da intervenção pedagógica

Com os OA elaborados, seis encontros foram propostos para a pesquisa. O Quadro 3 mostra o breve planejamento da intervenção pedagógica.

Quadro 3 - Planejamento da intervenção pedagógica.

Encontro	Planejamento
1	Apresentação da proposta da pesquisa e aplicação do questionário pré-teste
2	Aula sobre Modelos atômicos
3	Aula sobre Estrutura atômica
4	Aula sobre Salto quântico
5	Aula sobre Camada de valência
6	Encerramento e aplicação do questionário pós-teste

Fonte: elaborado na pesquisa.

A pesquisa, de natureza quali-quantitativa foi realizada com duas turmas, uma controle e, a outra experimental. A diferença de trabalho com as duas turmas consistia no uso dos OA. Com a turma que representaria o grupo controle, os OA não seriam utilizados durante a apresentação dos conteúdos. Já com a turma experimental, os quatro OA seriam utilizados durante a explicação.

Em todas as aulas, o professor deveria explicar o conteúdo fazendo uso do quadro e giz e de exercícios. É válido salientar que na turma que representaria o grupo experimental, os OA seriam utilizados durante a explicação. Para isso, além dos recursos acima citados, também seriam necessários o uso de um *datashow*, de um computador e de uma caixa de som para ser utilizado pelo professor durante as aulas na turma experimental. A professora utilizou os OA como recursos e a partir destes poderia interagir com a turma experimental durante a explicação.

5.3 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada a partir do aporte teórico sobre o processamento da informação na memória e a ocorrência de aprendizagem significativa.

Os dados obtidos nos questionários pré-teste e pós-teste foram tabulados. Gráficos foram elaborados para facilitar a discussão dos dados. As questões discursivas, com respostas distintas foram categorizadas segundo a técnica de análise de conteúdo de Bardin. “A análise de conteúdo pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de



comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição dos conteúdos das mensagens” (BARDIN, 1977 apud FRANCO, 2008, p. 38).

De acordo com Franco (2008), a análise de conteúdo utiliza a mensagem, verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental, ou diretamente provocada. Para Franco (2008), as mensagens “expressam as representações sociais, a partir de elaborações mentais construídas socialmente, a partir da dinâmica que se estabelece entre a atividade psíquica e o objeto do conhecimento” (FRANCO, 2008, p. 12).

A leitura das respostas é o primeiro passo para realizar a técnica da análise de conteúdo, chamada por Bardin, de “leitura flutuante”. Esta “consiste em estabelecer contatos com os documentos a serem analisados e conhecer os textos e as mensagens neles contidas” (FRANCO, 2008, p. 52). Trata-se de uma leitura superficial dos textos que tem por objetivo conhecer as mensagens apresentadas. A partir da leitura das respostas discursivas dos questionários foram elaboradas categorias, as mensagens foram classificadas segundo as mesmas e organizadas em tabelas.

A identificação dos alunos foi feita por letras iniciais, designadas aleatoriamente e acompanhadas dos números 1 e 2 que identificavam a turma a qual pertenciam. O número 1 identificou a turma controle e o 2, a turma experimental.

6 Resultados e discussão

A pesquisa foi proposta para duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental, uma turma que representa o grupo controle e a outra, o experimental. As turmas são da mesma escola e com alunos de faixa etária semelhante. Os alunos das duas turmas residem na comunidade rural, na qual a escola está inserida.

A escola selecionada é pertencente ao município de São João da Barra/RJ, no qual a autora desta dissertação trabalha. A seleção desta escola se deu pelo fato das duas turmas de 9º ano estarem sem professor de Ciências desde o início do ano letivo e, portanto, não estudaram nenhum conteúdo de química proposto no currículo mínimo daquele ano de escolaridade. Além do fato dos estudantes não terem contato com o conteúdo, o trabalho com as turmas poderia contribuir com a formação dos mesmos.

Vale ressaltar que a escola não possui um laboratório de informática, porém possui um *datashow* e aparelho de som, disponibilizados para a prática docente.

De acordo com a avaliação realizada em escolas municipais de São João da Barra/RJ, o IDEB do município em 2015 para as séries finais do Ensino Fundamental foi igual a 4,0.



Neste sentido, a situação do município é de alerta, pois não atingiu a meta proposta pelo governo de 4,6 em 2015. O IDEB do município evidencia a necessidade de realizar práticas que favoreçam a aprendizagem.

É válido salientar que antes da intervenção pedagógica, os questionários pré e pós-teste foram respondidos por uma aluna do 9º ano, matriculada em outra escola municipal, a fim de avaliá-los quanto à compreensão das questões. A aluna demonstrou compreensão das mesmas e, desta forma, os questionários não foram alterados.

Esta seção foi organizada em duas seções que contemplam: o perfil dos alunos e a análise da aprendizagem de conteúdos.

6.1 Perfil dos alunos participantes da intervenção pedagógica

A turma controle era composta por quatorze alunos e a experimental por treze, sendo assim, a pesquisa foi realizada com 27 alunos. A média de idade dos alunos é de 14 anos nas duas turmas. Na turma controle, 65% dos alunos apresentam esta idade, e na turma experimental, 54%. Os outros alunos possuem treze, quinze ou dezesseis anos.

Os alunos também foram questionados se possuíam celular ou *smartphone*. Esta pergunta poderia fornecer indícios sobre o uso de Tecnologias Digitais no cotidiano dos alunos. Vale salientar que os alunos residem próximo à escola que está localizada na zona rural do município de São João da Barra/RJ. O uso da rede móvel na comunidade em que a escola está inserida é limitado. A comunidade não possui boa cobertura para rede móvel.

Toda a turma controle possuía celular ou *smartphone*, e 92% dos alunos da turma experimental também possuíam estes aparelhos. Os dados obtidos na pergunta foram importantes, pois a pesquisa conta com o uso de OA digitais.

Apesar do total de 92% dos alunos da turma experimental possuir celular ou *smartphone*, todos mencionaram que costumam assistir vídeos e animações. Um grande número, 93% dos alunos da turma controle também possuem esta prática. Os resultados apontados, nesta questão e nas anteriores, sobre o uso de Tecnologias Digitais apresentam indícios de que os alunos estão inseridos neste meio digital e que utilizam estes recursos digitais no cotidiano, apesar da comunidade em que vivem apresentar limitações quanto ao uso destes aparelhos. Em seguida, os alunos foram questionados sobre o uso de Tecnologias Digitais no contexto da sala de aula. Todos os alunos das duas turmas mencionaram que gostariam que vídeos, animações, jogos digitais e outros recursos fossem utilizados nas aulas.

6.2 Aprendizagem do conteúdo: análise dos questionários pré-teste e pós-teste

Nesta seção, apenas algumas questões dos questionários serão discutidas. O Gráfico 1 apresenta a classificação das respostas dos alunos das duas turmas quando solicitados, na terceira questão do pré-teste para representar um ou mais modelos de átomo. As respostas foram classificadas como “completo”, “incompleto”, “incorreto” e “não respondeu”.

Gráfico 1 – Respostas da terceira questão pré-teste.

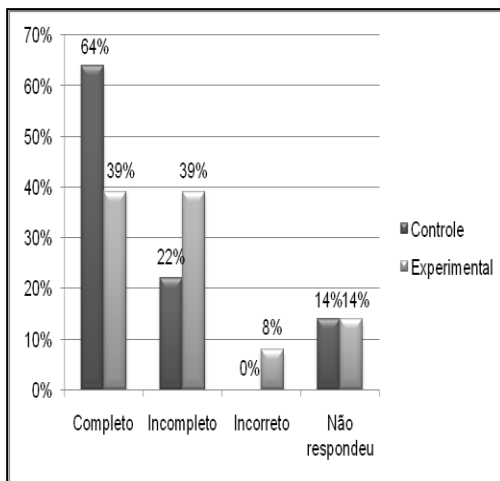
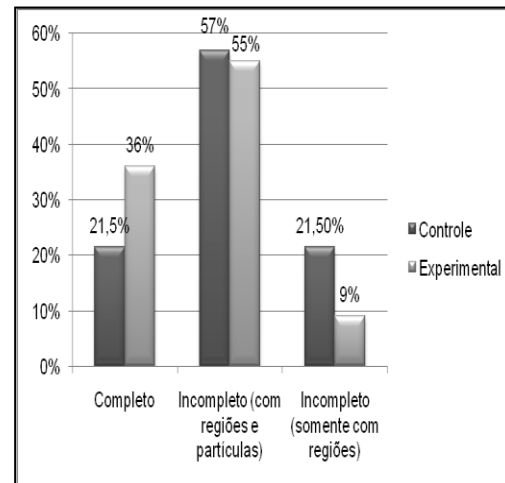


Gráfico 2 – Respostas da primeira questão do pós-teste.



Fonte: Dados da pesquisa.

A turma controle apresentou mais conhecimentos em relação à experimental, apenas 22% dos modelos representados estavam incompletos e nenhum estava incorreto. Vale ressaltar que a questão solicitou aos alunos que representassem um ou mais modelos atômicos, porém os alunos das duas turmas representaram apenas um modelo na questão. O mesmo percentual de alunos nas duas turmas, 14%, não respondeu a questão, o que pode ser atribuído ao desconhecimento do conteúdo. Os resultados da terceira questão do pré-teste (Gráfico 1) podem ser comparados com os da primeira questão do pós-teste (Gráfico 2). Nesta questão do pós-teste, os alunos deveriam representar um átomo com suas regiões e, além disso, representar as partículas que o compõem e sua camada de valência.

O Gráfico 2 permite observar que nas duas turmas o maior percentual foi de representações de modelos incompletos, porém a maior parte destes apresentou as regiões e partículas do átomo, deixando apenas de indicar a camada de valência, como solicitado na questão. A turma experimental apresentou um total de 64% nas representações de modelos atômicos incompletos. Em contrapartida, a turma controle apresentou 78,5% de modelos



incompletos. O avanço da turma experimental foi verificado e, cabe ressaltar ainda, que seus conhecimentos prévios sobre as representações de modelos atômicos eram inferiores quando comparados ao percentual de acertos da turma controle no pré-teste.

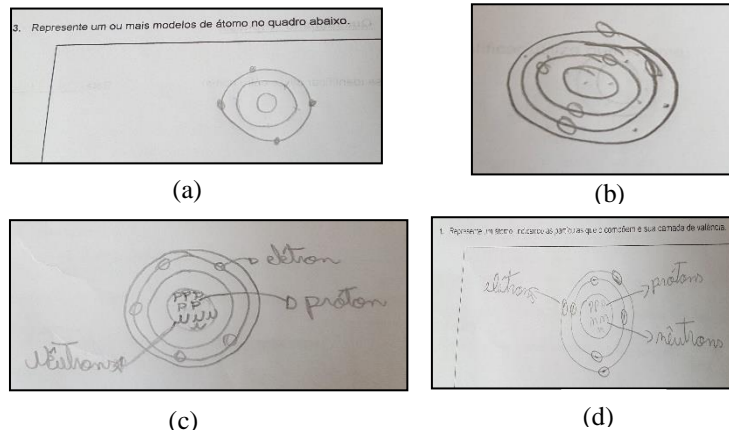
A terceira questão do pré-teste e a primeira questão do pós-teste solicitam que os alunos façam representações. Trata-se de questões que envolvem as memórias explícita e implícita, integrantes da memória de longa duração. As questões envolveram a recordação de um conteúdo específico, utilizando neste caso a memória explícita, e a memória implícita para realização da representação.

O Gráfico 1 mostra que 64% dos alunos da turma controle no pré-teste representaram o átomo de forma correta evidenciando toda a estrutura atômica solicitada na questão. No Gráfico 2, sobre a primeira questão do pós-teste, a porcentagem de acerto diminuiu para esta turma. Este fato pode ser explicado porque no pós-teste a questão solicitou maior aprofundamento do conteúdo, com a necessidade de representar regiões e partículas do átomo que não foram solicitadas no pré-teste. A capacidade de representação inclui uso da memória de longo prazo, e neste sentido, o armazenamento das informações necessárias para criar tal representação pode ser ter sido facilitado com o trabalho por meio de palavras e imagens utilizados nos OA.

Ao comparar os Gráficos 1 e 2, é possível perceber uma melhora da turma experimental na retenção do conteúdo. Neste sentido, estes dados podem evidenciar indícios de que o uso do Objeto de Aprendizagem, elaborado segundo os princípios da teoria da aprendizagem multimídia, durante a aula na turma experimental contribuiu para que o aluno recordasse mais facilmente o conhecimento e demonstrasse uma aprendizagem significativa. No pré-teste alguns modelos apresentados pela turma experimental estavam incorretos, o que não foi verificado no pós-teste. Apesar da maioria dos modelos representados no pós-teste estarem incompletos, houve um avanço das representações em relação as que foram elaboradas no pré-teste.

As Figuras 4(a) e 4(b) mostram duas representações elaboradas por alunos da turma controle no pré-teste, enquanto as Figuras 4(c) e 4(d) mostram representações semelhantes no pós-teste para a mesma turma. As Figuras 4(c) e 4(d) mostram o avanço dos alunos da turma controle quanto às representações em 4(a) e 4(b).

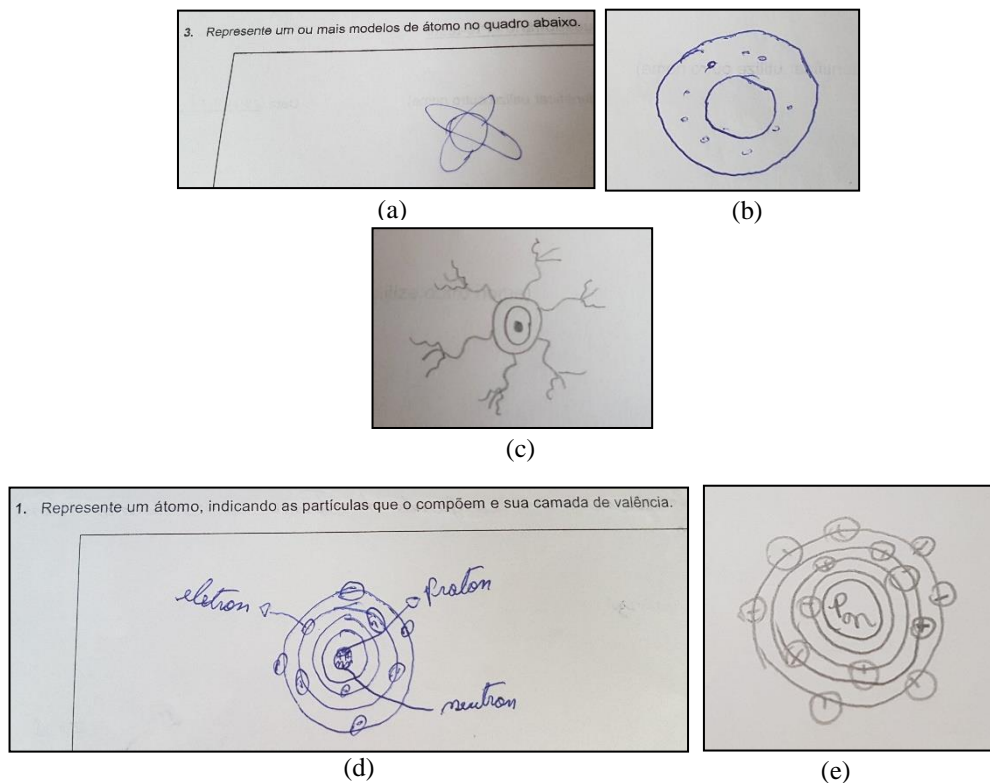
Figura 4 – Representações do átomo pela turma controle.



Fonte: dados da pesquisa

Os alunos da turma experimental também conseguiram elaborar boas representações no pós-teste, se comparado ao desempenho desta turma no pré-teste. As Figuras 5(d) e 5(e) demonstram o avanço da turma experimental. Cabe ressaltar a compreensão equivocada de alguns alunos desta turma no pré-teste, ao associar o átomo a uma célula, como apresentado na Figura 5(c).

Figura 5 – Representações do átomo pela turma experimental.



Fonte: dados da pesquisa



As Figuras 5(a) e (b) são representações de alunos da turma experimental no pré-teste. Observou-se a falta de conhecimentos prévios no pré-teste para criar representações mais elaboradas. As fotos das representações dos alunos, apresentadas nas Figuras 5 e 6 evidenciam a utilização da memória. Neste caso, foi possível perceber a maior recordação de conceitos e de conhecimento declarativo da turma experimental em relação a turma controle.

A quinta questão do pré-teste e a terceira do pós-teste envolvem tarefas de reconhecimento da memória explícita quando os alunos precisam analisar as afirmativas e reconhecer se são verdadeiras ou falsas. A parte da memória implícita destas questões pode ser verificada na correção das alternativas falsas, conforme solicitado nestas questões. As afirmativas abordavam conceitos e características relacionados à estrutura atômica. Cinco alternativas foram propostas no pré-teste e sete no pós-teste para serem analisadas pelos alunos.

A partir da análise das respostas dos questionários, foi possível verificar indícios da ocorrência de etapas da aprendizagem significativa. As respostas do questionário pré-teste demonstraram poucos conhecimentos prévios em relação ao conteúdo trabalhado na turma experimental. Porém, estes conhecimentos serviram como subsunçores, ancorando novas informações durante as aulas. Cabe salientar que a turma controle possuía um melhor desempenho que a turma experimental, como verificado nas respostas do questionário pré-teste.

Além do processo de assimilação, a reconciliação integrativa foi utilizada para a construção de conhecimentos, pois os alunos foram capazes de reorganizar os conceitos assimilados anteriormente à intervenção pedagógica. A compreensão equivocada de átomo por alguns alunos, como sendo uma célula, por exemplo, não foi mais representada pelos alunos das duas turmas no questionário pós-teste. Portanto, esta compreensão foi alterada com a reorganização de conceitos e construção de novos significados.

O conhecimento foi construído por meio do equilíbrio entre as cargas cognitivas. A carga cognitiva intrínseca envolveu a própria complexidade do conteúdo *Átomos*, principalmente na capacidade de abstração e de criar representações. A partir do aprimoramento dos OA com base nos princípios da teoria da aprendizagem multimídia e nas características essenciais para um OA, a carga cognitiva extrínseca foi minimizada.

Os OA apresentaram organizadores prévios, ou seja, exemplos, ilustrações, esquemas, que serviram de âncora entre o que o aluno já conhece sobre o conteúdo e o que necessita saber. Assim, estes elementos apresentados nos OA favoreceram o desenvolvimento de



conceitos subsunçores na estrutura cognitiva do aluno. As aulas envolveram a construção do conhecimento por meio da diferenciação progressiva, no sentido que os conceitos eram inicialmente apresentados de forma geral e, em seguida, aprofundados. Estes aspectos também contribuíram para a diminuição da carga cognitiva extrínseca.

Portanto, o planejamento das aulas e o uso dos OA contribuíram para o processamento da informação e armazenamento na memória de longo prazo. Desta forma, a carga cognitiva relevante foi aumentada e por fim, a atuação da memória de trabalho e a sobrecarga cognitiva minimizadas.

7 Considerações finais

Com base na análise dos resultados dos questionários pré-teste e pós-teste, observou-se maiores indícios de ocorrência da aprendizagem significativa e da recuperação de informações na memória pela turma experimental, com a qual os OA foram utilizados nas aulas da intervenção pedagógica.

Os alunos da turma experimental apresentaram melhores resultados nas questões de memória explícita e implícita. Estas integram a memória de longa duração, local onde a informação já processada é armazenada por longo tempo. Assim, os alunos da turma experimental conseguiram elaborar representações mais elaboradas e demonstrar assimilação mais facilmente dos conceitos trabalhados.

Sendo assim, os OA podem ser considerados potencializadores da aprendizagem significativa, ao permitir que os elementos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos interagissem mais facilmente com as novas informações trabalhadas nas aulas, e desta forma, adquirissem significado.

Espera-se que esta pesquisa contribua com o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras e pautadas em pressupostos cognitivos, como os apresentados neste trabalho, a fim de colaborar com o processo de ensino e aprendizagem.

MEMORY, TECHNOLOGY AND LEARNING: RESEARCH IN A PEDAGOGICAL INTERVENTION

Abstract: The present work sought to investigate the contribution of the use of Learning Objects to the cognitive development of students, under the issue of information processing in memory and meaningful learning. The research was carried out from a pedagogical intervention in two classes of Elementary School, one control, and the other, experimental. Theories of information processing, cognitive load, and meaningful learning served as the

basis for the analysis of the answers obtained in the questionnaires, applied during the intervention. From the research, it was possible to perceive that the experimental group showed greater progress in relation to the learning of the content. Significant evidence of significant learning and retrieval of information in memory was observed by the experimental group. In this sense, the contribution of Learning Objects to the occurrence of meaningful learning and the memorization process was identified.

Keywords: Memory. Meaningful learning. Pedagogical intervention. Learning Objects.

Referências

- ATKINSON, R. C.; SHIFFRIN, R. M. The control of short-term memory. **Technical report**, 173, 1971, p. 1-43. Disponível em: <https://suppes-corpus.stanford.edu/tech-reports/IMSSS_173.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2016.
- BADDELEY, A. O que é memória. In: BADDELEY, A; EYSENCK, M. W.; ANDERSON, M. C. **Memória**. Tradução: Cornélia Stolting. Porto Alegre: Artmed, 2011, p. 13-30.
- BADDELEY A. D; HITCH, G. J. Working memory. In: BADDELEY A. D; HITCH, G. J. **The Psychology of Learning and Motivation: advances in research and theory**, GA Bower, 1974, pp. 47–89. New York: Academic. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/chapter6.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- BRAGA, J.; MENEZES, L. Introdução aos Objetos de Aprendizagem. In: BRAGA, J. C. (Org.). **Objetos de aprendizagem**. V. 1: introdução e fundamentos. Santo André: Editora da UFABC, 2014, p. 20-41. Disponível em: <http://nte.ufabc.edu.br/cursos-internos/ntme/wp-content/uploads/2015/09/FundamentosEaD_Unidade6.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2017.
- FERREIRA, M. A. D.; RODRIGUES, A. N. Interfaces educativas: implicações de design e processos cognitivos do jogo Nicetown. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO – CBIE-LACLO, 26. , 2015, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco: Universidade de Pernambuco, 2015, p. 907-916. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/viewFile/5388/3749>>. Acesso em: 28 dez. 2016.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.
- MACÊDO, L. N. de et al. Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem. In: PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A de (Org.). **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, 2007. p. 17-26.
- MAYER, R. E. **Multimedia Learning**. 1. ed. New York/USA: Cambridge University Press, 2001.
- MONTEIRO, M. I. R. Memória e aprendizagem na escola inclusiva. **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Educação – Educação Especial), Escola Superior de Educação João de Deus, Lisboa, Portugal, 2013, 368p. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/10400.26/4632>>. Acesso em: 29 dez. 2016.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília, Editora da Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

SANTOS; A. O.; OLIVEIRA, G. S. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e suas contribuições para o ensino-aprendizagem de matemática nos primeiros anos do ensino fundamental. **Perspectivas em Psicologia**, v. 18, n. 1, jan/jun 2014, p. 134-155. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/perspectivasempsicologia/article/viewFile/28845/16027>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

SANTOS, L. M. A.; TAROUCO, L. M. R. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **Novas Tecnologias na Educação**, CINTED, v. 5, n.1, 2007, p. 1-9. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14145/8082>>. Acesso em: 28 dez. 2016.

SOARES, C. V. C. de O. **As intervenções pedagógicas do professor em ambientes informatizados:** uma realidade a ser construída. Porto Alegre: 2005. 133p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7141/000539705.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 abr.2017.

SORDEN, S. D. **The cognitive theory of multimedia learning.** Mohave Community College/Northern Arizona University, 2012, p. 1-31. Disponível em: <http://sorden.com/portfolio/sorden_draft_multimedia2012.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2016.

SQUIRE, L. R. Memory and the hippocampus: a synthesis of findings with rats, monkeys and humans. **Psychological Review**, 1992, 99, p. 195-231. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/69f6/963992e7b82f6c58855af35d661e3fea6036.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K. **Psicologia cognitiva.** Tradução da 7ª edição norte-americana. 2. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2016.

SWELLER, J. Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In: MAYER, R. E. (Ed.). **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning.** 1. ed. New York/USA: Cambridge University Press, 2005, p. 19-30.

TAROUCO, L. M. R.; SANTOS, P. M. E.; ÁVILA, B.; GRANDO, A.; ABREU, C. de S. Multimedia interativa: princípios e ferramentas. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 7, n. 1, jul. 2009, p. 1-9. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14014/23463>>. Acesso em: 28 dez. 2016.