



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICAS

ALINE NASCIMENTO BRAGA

**A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E O  
DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO  
MATEMÁTICA**

Belém-PA  
2018

ALINE NASCIMENTO BRAGA

**A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E O  
DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO  
MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas-IEMCI/UFPA como parte do requisito ao título de Mestre em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas -área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Teixeira Alves

Coorientador: Prof. Dr. Silvio Carlos Ferreira  
Pereira Filho

Belém-PA

2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficcat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

N244t Nascimento Braga, Aline.  
A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E O DESENVOLVIMENTO DE  
ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA / Aline Nascimento Braga, . — 2018.  
72 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Danilo Teixeira Alves  
Coorientador(a): Prof. Dr. Silvio Carlos Ferreira Pereira Filho  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e  
Matemáticas, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

1. Alfabetização Matemática . 2. Letramento Matemático. 3. Princípios da Teoria Cognitiva de  
Aprendizagem Multimídia. I. Título.

CDD 370.1523

---

**A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E O  
DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO  
MATEMÁTICA**

por

**ALINE NASCIMENTO BRAGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas-IEMCI/UFPA como parte do requisito ao título de Mestre em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas -área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores de Ciências e Matemática.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. Danilo Teixeira Alves/UFPA**  
Presidente/Orientador

**Prof. Dr. Silvio Carlos Ferreira Pereira Filho/UFPA**  
Coorientador

**Prof<sup>a</sup>. Dra. France Fraiha Martins/ UFPA**  
Membro Interno

**Prof. Dr. Jeferson Danilo Lima Silva /UFPA**  
Membro Externo

Dedico ao meu pai, Lélío Favacho Braga.

## AGRADECIMENTOS

Do ponto de vista religioso, cristão, a Deus, por não ter me deixado sucumbir diante das adversidades de meu percurso acadêmico e ter colocado pessoas tão especiais a meu lado.

A meu Pai, Lélvio Favacho Braga, que não poupou esforços para investir em minha educação e ajudar em minha trajetória para eu chegar à finalização de mais uma etapa de meu caminhar formativo. Pai, sob o teu amor, ninguém nunca está sozinho e todo sonho fica possível, por mais que esteja distante.

A Alessandra Nascimento Braga, minha doutora predileta, “minha gêmea da alma”, irmã, inspiração e amiga de todas as horas, o meu muito obrigado. Minha irmã, são poucas as pessoas que possuem o privilégio de encontrar tanto amor, apoio e carinho em um só ser humano. Sou grata por existir. Eu não seria eu sem você.

Às minhas mães, Tia Vânia (esposa do meu Pai), M<sup>a</sup> Alfeza (minha mãe), Leonildes (Ceci), minha vó – mãe, e minha Tia - mãe, M<sup>a</sup> do Socorro, pela preciosa atenção, que em vossas finitudes, fizeram tudo para eu chegar a esse momento. Muito obrigado, meus amores!

Às primas – irmãs, Gisele e Bruna Braga, pelas brincadeiras de infância. Elas ajudaram a aumentar minha reflexão na fase adulta.

Aos meus tios: Cosme, Deise e Gilberto, Wander, Virgílio, Liliana, Eliel, Sonia, Conceição, Miriam, Elias e suas respectivas famílias.

Aos outros primos e primas: Pedrinho, Daniele, Rafael, Luana, Diego e os filhos do Tio Elias, além de Aline e Luciana.

Ao Virgílio, meu avô (*in memoriam*) e esposa Argentina (*in memoriam*).

Aos meus queridos amigos, em particular Carol Sampaio, Johnata Azevedo e Shirsley Silva. Obrigada pela amizade e carinho.

O esforço em construir um trabalho autoral, como uma dissertação de mestrado passa por um processo de amadurecimento intelectual, no qual o estado consiste quase em ficar dioturnamente em uma pacífica solidão consigo mesmo, todavia, conduzida por “anjos”, orientador e co-orientador e amparada por um corpo celestial denominado Programa de Pós-Graduação, professores, os quais ajudam na concretização de um sonho que, no meu caso, antes tão distante. Então, diante do exposto, os meus sinceros agradecimentos:

Aos Drs. Danilo Teixeira Alves e Silvio Carlos Ferreira Pereira Filho, Prof. orientador e Prof. coorientador, respectivamente, pelo auxílio na lapidação das ideias que passaram por

minha mente na construção dessa dissertação, incentivo e condução para chegar a este tão sonhado momento.

Ao Prof. Dr. Nelson Pinheiro Coelho de Souza, da Escola de Aplicação da UFPA, pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho e por ter apresentado ao grupo (GETIC), do qual faço parte, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Esta, além de fundamentar a construção do presente estudo, muito contribuiu no processo de lapidamento de meu olhar enquanto docente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Docência do Ensino de Ciências e Matemáticas e à Reitoria da Universidade Federal do Pará, pelo privilégio de poder avançar em minha formação acadêmica, na pessoa da Dr<sup>a</sup>. Terezinha Valim Oliver Gonçalves coordenadora do mestrado e todo o corpo docente do PPGDOC-UFPA.

Aos Professores (Doutores) France Fraiha Martins (PPGDOC-UFPA) e Jeferson Danilo Lima Silva (Campus Universitário de Salinópolis-UFPA), membros da banca examinadora, pela disposição em lapidar as ideias contidas no presente estudo.

À Secretaria do PPGDOC-UFPA, na pessoa de Naldo Sanches e equipe, os meus sinceros agradecimento, pela preciosa atenção.

A todos os colegas da turma de 2016 do PPGDOC-UFPA, pelos momentos de discussão epistemológica, principalmente, na saída do PPGDOC-UFPA.

Por fim, objetivando evitar omissões no que tange ao registro, gostaria de deixar os meus agradecimentos àqueles que, de uma forma ou de outra, ajudaram para a finalização de mais um degrau no meu caminhar formativo.

“O fundamental em qualquer construção, seja epistemológica ou na vida num sentido geral, chama-se estrutura/alicerce. Na dúvida, a ação de parar um pouco para organizar as ideias torna-se algo necessário, já que é óbvio que a única certeza que existe quando se acredita é justamente que não se tem certeza. Nesse sentido, a verificabilidade torna-se um trabalho árduo, já que do nada, obviamente, nada vem”.

(Lélio Favacho Braga)

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo discutir o uso dos canais auditivo e visual no contexto da elaboração de atividades e materiais didáticos - especialmente atividades para sala de aula - voltados à alfabetização, letramento e numeramento. A partir dessa discussão, desenvolvemos um livro (anexo ao presente trabalho) direcionado a professores, com orientações pedagógicas sobre o uso dos canais visual e auditivo em atividades de alfabetização matemática. O livro é baseado na Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, a qual indica princípios para melhorar a aprendizagem por meio da exploração eficiente dos canais auditivo e visual.

**Palavras-chave:** Alfabetização Matemática. Letramento Matemático. Princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.

## **ABSTRACT**

The present work aims to discuss the use of auditory and visual channels in the context of the elaboration of didactic activities and materials - especially activities for the classroom - aimed at literacy and numbering. Based on this discussion, we developed a book (attached to the present work) aimed at teachers, with pedagogical guidelines on the use of visual and auditory channels in mathematical literacy activities. The book is based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning, which indicates principles for improving learning through efficient exploration of the auditory and visual channels.

**Keywords:** Mathematical Literacy. Mathematical Literacy. Principles of Cognitive Theory of Multimedia Learning.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Imagem do Tabuleiro de Xadrez Utilizado na Experiência de Degroot.....	26
FIGURA 2 –Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.....	33
FIGURA 3 – Atividade1 (esquema 1) .....	41
FIGURA 4 – Atividade 1 (esquema 2) .....	42
FIGURA 5 – Atividade 2 (esquema 1) .....	43
FIGURA 6 – Atividade 2 (esquema 2) .....	44
FIGURA 7 – Atividade 3 (esquema 1) .....	45
FIGURA 8 – Atividade 3 (esquema 2) .....	46
FIGURA 9 – Atividade 4 (esquema 1) .....	47
FIGURA 10 – Atividade 4 (esquema 2) .....	48
FIGURA 11 – Atividade 5 (esquema 1) .....	49
FIGURA 12 – Atividade 5 (esquema 2) .....	50
FIGURA 13 – Atividade 6 (esquema 1) .....	51
FIGURA 14 – Atividade 6 (esquema 2) .....	52
FIGURA 15 – Atividade 7 (esquema 1) .....	53
FIGURA 16 – Atividade 7 (esquema 2) .....	54
FIGURA 17 – Atividade 8 (esquema 1) .....	55
FIGURA 18 – Atividade 8 (esquema 2) .....	56
FIGURA 19 – Atividade 9 (esquema1) .....	57
FIGURA 20 – Atividade 9 (esquema 2) .....	58
FIGURA 21 – Atividade 10 (esquema 1) .....	59
FIGURA 22 – Atividade 10 (esquema 2) .....	60
FIGURA 23 – Atividade 11 (esquema 1) .....	61
FIGURA 24 – Atividade 11 (esquema 2) .....	62
FIGURA 25 – Atividade 12 (esquema1) .....	63
FIGURA 26 – Atividade 12 (esquema 2) .....	64

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>BREVE IMERSÃO SOBRE A ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO ESCOLAR.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 A Alfabetização Matemática .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 A Alfabetização Matemática na Ótica do Letramento.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Do letramento ao Numeramento .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4 O Desafio da Educação Matemática Frente aos Novos Recursos Tecnológicos Digitais ....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>PROCESSAMENTO COGNITIVO HUMANO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 O Sistema de Memória .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 A Teoria da Carga Cognitiva .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1 A Aprendizagem Multimídia.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2 Princípios para Reduzir o Processamento Cognitivo Estranho .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Princípios para Administrar o Processamento Cognitivo Essencial.....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Princípios para Promover o Processamento Cognitivo Generativo .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA O USO DOS CANAIS VISUAL E AUDITIVO EM ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA.....</b>	<b>40</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>72</b>

## INTRODUÇÃO

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) pressupõe que o sistema humano de processamento de informações inclui dois canais: o visual/pictórico e o auditivo/verbal, tendo cada canal capacidade limitada de processamento (MAYER, 2009). A aprendizagem humana se dá a partir de um processo ativo que compreende: atenção às informações relevantes, organização mental das informações selecionadas e, por fim, associação aos aprendizados prévios. Os canais auditivo e visual se complementam um ao outro, proporcionando aos estudantes a possibilidade de construir conexões significativas entre representações pictóricas e verbais, importantes para formar a compreensão de um dado tema (MAYER, 2009).

Apesar dos avanços tecnológicos, os processos de alfabetização matemática, letramento e numeramento têm se utilizado predominantemente de livros didáticos impressos, com os quais o estudante se depara com imagens estáticas e com textos escritos, ou seja, os livros impressos não apresentam estímulos auditivos, apenas visuais. Com o avanço da tecnologia, livros digitais passam a oferecer a possibilidade de dinâmica, a qual consiste, por exemplo, na exibição de informação por meio de imagens dinâmicas (animações, simulações, vídeos) e textos escritos associados a áudio (por exemplo, no formato de leitura sincronizada). Os livros digitais oferecem recursos que podem ser adaptados ou alterados pelo estudante, em tempo real e de modo particular, a partir da interação específica de cada estudante com o livro. Apesar de todos os recursos dinâmicos oferecidos pelos livros digitais para a criação de uma nova geração de materiais didáticos voltados à alfabetização, ainda é relativamente pequena a produção e o uso desses materiais nas escolas: predominantemente os livros didáticos seguem sendo oferecidos no formato impresso e, em alguns casos, trazem recurso multimídia à parte, muitas vezes desconectados do material impresso.

É importante ressaltar que as consequências de uma etapa má conduzida de alfabetização, letramento e numeramento sejam, talvez, as mais nocivas à formação do aprendiz, se comparadas às consequências advindas de deficiências no ensino em qualquer outro nível, pois além de afetar o desempenho do estudante em todas as etapas da escolarização, também afetarão profundamente a interação do estudante com o ambiente que

o cerca. Assim sendo, é importante que, nessa etapa inicial e fundamental, os alunos sejam engajados em aprender, e que os materiais instrucionais os motivem a seguir aprendendo.

Dentre as diversas combinações possíveis para organizar as informações visuais e auditivas em atividades para sala de aula, algumas podem ser mais indicadas do que outras, para fins didáticos. Para compreendermos sobre essas combinações mais indicadas, na presente pesquisa levamos em conta a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, a qual indica princípios para melhorar a aprendizagem por meio de materiais multimídia que eficientemente exploram os canais auditivo e visual.

De acordo a TCAM, a instrução por multimídia faz uso do sistema sensorial para promover a sistematização das informações para construção da aprendizagem. Nessa perspectiva, Mayer (2009) propôs doze princípios para embasar a construção de ferramentas multimídia, além da organização para a prática pedagógica do uso das mesmas. Assim, o presente trabalho enfoca em como aplicar os princípios da TCAM no desenvolvimento de atividades de alfabetização matemática.

Na tentativa de discutir essa aplicação, o presente trabalho foca em apresentar ao leitor, e em especial ao professor, como é possível aplicar os conhecimentos da TCAM na apresentação de atividades de alfabetização matemáticas tipicamente usadas em sala de aula. Desse modo, destaca-se a importância dos conhecimentos sobre os processamentos cognitivos no desenvolvimento de práticas pedagógicas, haja vista que o professor em exercício é o encarregado pelo processo ensino no que tange à transposição didática. Isto significa dizer que ao professor cabe a função de fazer com que os meios didáticos, ou ferramentas didáticas, de fato possam servir de aporte para o seu fazer docente, bem como um meio facilitador para a aprendizagem do aluno.

Sendo assim, o presente trabalho está organizado como segue. No primeiro capítulo serão abordados alguns aspectos que envolvem a alfabetização matemática, letramento e numeramento, apresentando a relevância de compreender a alfabetização matemática na ótica do letramento. Também são apresentados nesse capítulo os elementos que envolvem o desafio da educação matemática frente aos novos recursos tecnológicos e à importância dos recursos multimídia para a aprendizagem. No segundo capítulo, inicia-se a discussão sobre o processamento cognitivo humano, evidenciando os elementos que compõem a estrutura cognitiva e como ocorre o processamento das informações na construção da aprendizagem. No terceiro capítulo, inicialmente será discutido como os canais auditivo e visual interagem no processamento das informações e, em seguida, iremos explorar

as propostas da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia para melhorar a aprendizagem. No quarto e último capítulo, preconiza-se os princípios da TCAM como uma metodologia para auxiliar os professores a desenvolver atividades de alfabetização matemática comuns em sala de aula de forma mais eficiente para a construção de esquemas cognitivos.

## CAPÍTULO I

### BREVE IMERSÃO NA ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO ESCOLAR

No presente capítulo, são apresentados alguns elementos que envolvem a alfabetização matemática, no intuito de situar o leitor sobre como a alfabetização matemática tem sido comumente abordada no ambiente escolar. Neste sentido, traz-se à discussão conceitos importantes sobre alfabetização, letramento e numeramento, que ajudarão a compreender os desafios encontrados para realizar a imersão dos estudantes no contexto do saber matemático, no que tange à identificação dos discentes com esta disciplina e a compreensão dos conceitos matemáticos no contexto escolar. Também se apresenta a discussão sobre o desafio da educação matemática frente aos novos recursos tecnológicos, destacando a relevância do letramento em recursos multimídia digitais no processo de escolarização dos estudantes.

#### 1.1 A Alfabetização Matemática

A inserção das noções de matemática no processo de alfabetização nos anos iniciais de escolarização, assim como noções relativas a outras áreas do saber, é parte fundamental no desenvolvimento formativo do estudante enquanto cidadão crítico, no qual este assume o papel de sujeito ativo, intervindo de forma consciente para melhorias sociais. Antes mesmo de serem inseridas no contexto da educação formal, as crianças já possuem ideias ou conhecimentos prévios de matemática, mesmo que de forma intuitiva. Nesse sentido, Ferreira (2001) explica:

As crianças iniciam o seu aprendizado de noções matemáticas antes da escola, quando se dedicam a ordenar os objetos mais variados (classificando-os ou colocando-os em série). Iniciam o aprendizado do uso social dos números participando de diversas situações de contagem e das atividades sociais relacionadas aos atos de comprar e vender (FERREIRO, 2001, p. 98).

A alfabetização matemática pode ser compreendida como o ato de ler, escrever, interpretar e compreender a matemática, além de pronunciar-se através dos símbolos matemáticos. Assim, Danyluk (1998) compreende a alfabetização matemática como:

Fenômeno que trata da compreensão, da interpretação e da comunicação dos conteúdos matemáticos ensinados na escola, tidos como iniciais para a construção do conhecimento matemático. Ser alfabetizado em matemática, então, é compreender o que se lê e escrever o que se compreende a respeito das primeiras noções de lógica, de aritmética e de geometria (DANYLUK, 1998, p.26).

Uma das dificuldades de se aprender matemática é devida ao fato de as aulas de matemática acontecerem de forma “tradicional”, não oferecendo ao sujeito aprendiz um espaço para o diálogo com o educador em sala de aula. Na dinâmica das aulas tradicionais de matemática, o professor normalmente se posiciona à frente dos alunos, apresenta os conteúdos e define as formas ou os métodos que deverão ser usados para a resolução das atividades. Aos alunos fica a responsabilidade de copiar as fórmulas e usá-las em exercícios de fixação. Nesse sentido, as aulas tradicionais de matemática propiciam a falta de diálogo entre educadores e educandos, prejudicando o aprendizado (MIGUEL, 2007).

É nos anos iniciais do Ensino Fundamental que a criança desenvolve as primeiras noções relativas a diversas áreas do conhecimento, a exemplo dos conhecimentos matemáticos que darão suporte para a aprendizagem em outros níveis maiores de ensino. Neste sentido, a forma de abordagem desses conhecimentos iniciais, em sala de aula, irá definir se os alunos conseguirão, ou não um bom desempenho no decorrer de seu processo escolar.

O cotidiano escolar tem mostrado que pouco se trabalha com a matemática no início da escolarização. Seja na educação infantil ou nas séries iniciais do ensino fundamental a prioridade no trabalho dos professores são os processos de aquisição da leitura e da escrita e, como se não fosse componente fundamental da alfabetização, a matemática é relegada ao segundo plano, e ainda assim tratada de forma descontextualizada, desligada da realidade, das demais disciplinas e até mesmo da língua materna (MIGUEL, 2007, p. 416).

Desse modo, de acordo com Miguel (2007), a educação matemática no Ensino Fundamental não é tratada como uma área do conhecimento importante na alfabetização, seus conteúdos são abordados de forma desarticulada da realidade, reverberando negativamente no interesse do sujeito educando no decorrer de seu processo formativo em relação a essa área do conhecimento. Para Souza (2010), quando o aluno não tem uma boa alfabetização matemática nos anos iniciais, têm sua formação prejudicada, tendo em vista que terá dificuldades nos próximos níveis de aprendizagem desta disciplina no currículo escolar, podendo ter aversão a esta área do conhecimento em seu processo escolar.

Os alunos já trazem consigo conhecimentos prévios sobre matemática e precisam que, nas aulas, os professores os ajudem a organizar suas ideias. Do contrário, lidar com os conhecimentos matemáticos pode ser visto pelos alunos como algo muito difícil e, assim,

acabar criando repulsa por esta área do conhecimento. Em consonância a esta ideia, Moretti e Souza (2015) afirmam que, embora as crianças possuam previamente o contato com a matemática através das inúmeras interações que realizam no cotidiano, isso não significa dizer que elas possuam conhecimento sobre os conceitos matemáticos. As referidas autoras afirmam, ainda, que a não compreensão sobre os conceitos inviabiliza o prosseguimento consciente do processo formativo matemático:

Não é pelo fato de uma criança utilizar estratégias de contagem em determinada prática social (na feira, por exemplo) que ela se apropriou teoricamente do número ou tenha consciência da estrutura do sistema de numeração decimal (...). O problema é que o uso não garante a apropriação do conceito e, sem ele, é impossível avançar com consistência na aprendizagem (MORETTI; SOUZA, 2015, p. 18).

É na prática cotidiana que o sujeito em formação ressignifica e aplica os conceitos matemáticos. A importância das práticas sociais no processo formativo tem sido retratada em investigações sobre a alfabetização e o letramento, apresentando, a princípio, a alfabetização matemática como aprendizagem do código da escrita e o letramento como o uso deste código em situações cotidianas.

A discussão sobre a relevância das práticas sociais na aprendizagem tem se refletido nas pesquisas sobre a alfabetização e o letramento, ao indicarem inicialmente a alfabetização como o processo de aquisição do código da escrita e o letramento como o uso da escrita em práticas e situações sociais (MORETTI; SOUZA, 2015, p. 19).

Diante do exposto, o ambiente formativo em sala de aula “tradicional” oferece relativamente pouco espaço para o diálogo entre os estudantes e os professores, podendo afetar diretamente o desempenho na compreensão dos conceitos e colaborando para o desinteresse do sujeito aprendiz por esta área do conhecimento. Além disso, embora a alfabetização matemática faça parte da realidade social das crianças e, assim como a língua materna, é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, a alfabetização matemática tem sido trabalhada de forma descontextualizada no processo formativo escolar, sem levar em conta as vivências dos estudantes. A relação entre a alfabetização matemática e sua prática social tem sido retratada em investigações que visam discutir a alfabetização matemática na perspectiva do letramento, sendo este o próximo ponto a ser discutido no presente estudo.

## 1.2 A Alfabetização Matemática na Ótica do Letramento

A palavra letramento vem do termo da língua inglesa *Literacy*. Para Soares (2002), o letramento ocorre quando o aluno, ao se apropriar da aprendizagem da leitura e escrita, consegue fazer o uso da mesma de forma ativa e competente em suas interações com o mundo, tornando-se apto a participar de um novo contexto social: o dos indivíduos letrados. Desse modo, além de ter domínio da escrita e da leitura, este possui a capacidade de usar esta habilidade nos mais diversos contextos sociais.

É pressuposto que indivíduos ou grupos sociais que dominam o uso da leitura e da escrita e, portanto, têm habilidades e atitudes necessárias para uma participação ativa e competente em situações em que práticas de leituras e/ou escrita têm uma função essencial, mantêm com os outros e com o mundo que os cerca formas de interação, atitudes, competências discursivas e cognitivas que lhes conferem um determinado e diferenciado estado ou condição de inserção em uma sociedade letrada. (SOARES, 2003, p.2).

Seguindo o pensamento de Soares (2003), o desenvolvimento da alfabetização e do letramento mostra que os dois conceitos não podem ser percebidos de forma isolada no que tange à construção dos dois processos, do ponto de vista teórico e também da prática docente. Goulart (2001) esclarece que a compreensão sobre letramento relaciona-se com a maneira de compreender a linguagem escrita e suas vertentes na conjuntura social e histórica, o que aumenta a complexidade desta no processo de ensino e aprendizagem.

Estamos aqui entendendo as orientações de letramento como o espectro de conhecimentos desenvolvidos pelos sujeitos nos seus grupos sociais, em relação com outros grupos e com instituições sociais diversas. Este espectro está relacionado à vida cotidiana e a outras esferas da vida social, atravessadas pelas formas como a linguagem escrita se perpassa, de modo implícito ou explícito, de modo mais complexo ou menos complexo (GOULART, 2001, P. 10).

Para Soares (2002), existem muitas dúvidas em torno da definição de letramento, haja vista que a preocupação com o tema letramento é relativamente nova na academia. Entretanto, para a autora não existe uma variedade de definições, o que existe consiste na diversidade de ênfases no que tange a caracterização do fenômeno. Nesse sentido, Soares (2002) estabelece o seu conceito de letramento da seguinte forma:

O estado ou condição de indivíduos ou de grupos sociais de sociedades letradas que exercem efetivamente as práticas sociais de leitura e de escrita participam competentemente de eventos de letramento. O que esta concepção acrescenta (...) é o pressuposto que indivíduos ou grupos sociais que dominam o uso da leitura e da escrita e, portanto, têm as habilidades e atitudes necessárias para uma participação ativa e competente em situações em que práticas de leitura e/ou escrita têm uma função essencial, mantêm com os outros e com o mundo que os cerca formas de interação, atitudes, competências discursivas e cognitivas que lhes conferem um

determinado e diferenciado *estado* ou *condição* de inserção em uma sociedade letrada” (SOARES, 2002, p. 2).

Neste sentido, o panorama no qual o letramento está definido, proporciona um ensejo promissor para que a compreensão do mesmo seja lúcida e categórica. Embora a alfabetização e o letramento tenham definições diferentes, eles estão bastante vinculados um ao outro. Sendo, então, processos que não ocorrem de forma individualizada, mas que dependem um do outro, podendo ser considerados como inerentes. A alfabetização acontece dentro do âmbito sociocultural, no qual as ações pedagógicas de leitura e escrita são articuladas, isso significa dizer que é através de dinâmicas de letramento que a alfabetização ocorre. Entretanto, é somente dentro da conjuntura da alfabetização, nos processos de compreensão da interação do fonema e grafema que o processo de letramento se desenvolve. Nenhum dos dois processos antecede o outro, ambos se desenvolvem de forma harmônica ao mesmo tempo.

A conveniência, porém, de conservar os dois termos parece-me estar em que, embora designem processos interdependentes, indissociáveis e simultâneos, são processos de natureza fundamentalmente diferente, envolvendo conhecimentos, habilidades e competências específicos, que implicam formas de aprendizagem diferenciadas e, conseqüentemente, procedimentos diferenciados de ensino (SOARES, 2003, p.15).

Segundo Soares (2003), mesmo que a alfabetização e o letramento sejam processos correlacionados e inerentes, possuem caracteres essencialmente distintos, com características bastante específicas, que requerem meios de estudos particulares, bem como didáticas particulares no processo de ensino. Tendo em conta a importância do letramento para o processo de alfabetização, torna-se necessário compreender como este fenômeno ocorre no processo formativo da alfabetização matemática.

### **1.3 Do Letramento ao Numeramento**

No contexto da alfabetização matemática, a partir da compreensão de alfabetização na ótica do letramento, é possível compreender o conceito de letramento matemático ou numeramento. Este termo surge como a aplicação dos conhecimentos matemáticos em diferentes conjunturas sociais. Neste sentido, “o numeramento consiste de um amplo conjunto de habilidades, estratégias, crenças e disposições que o sujeito necessita para manejar efetivamente e engajar-se autonomamente em situações que envolvem números e dados quantitativos ou quantificáveis” (TOLEDO, 2002, p.3).

Desse modo, Mendes (2001) compreende o numeramento como um tipo de letramento que correlaciona fins, preceitos, crenças, maneiras de uso e ações que não estão atrelados somente à escrita numérica, mas que também estão vinculadas às práticas de quantificar, ordenar, medir e classificar, em situações específicas, em diferentes contextos.

Isso significa dizer que o numeramento pode ser percebido como uma prática humana, imprescindível para as relações sociais, pois não admitem “apenas os eventos que envolvem atividade numérica, mas são concepções culturais mais amplas que dão significado ao evento, incluindo os modelos que os participantes trazem para isso” (BAKER; STREET; TOMLIM, 2003, p.12).

#### **1.4 O Desafio da Educação Matemática Frente aos Novos Recursos Tecnológicos Digitais**

Dentre as diversas abordagens pedagógicas existentes que visam auxiliar o processo de ensino e aprendizagem matemática na educação básica, as tecnologias digitais, como livros digitais interativos, surgem como ferramentas bastante interessantes para resolução da dificuldade na transposição didática e para promover maior interação dos alunos nas aulas. Maltempi (2012) evidencia a relevância da inserção das novas tecnologias no contexto escolar, em decorrência da grande importância que esta tem apresentado para sociedade, desse modo, é imprescindível que os professores se reorganizem e reflitam sobre o uso das tecnologias em suas aulas, de modo a estarem cientes sobre as tecnologias que iram utilizar no seu fazer educativo.

Dessa forma, tanto a prática pedagógica quanto a matemática se modificam quando novas tecnologias tomam parte do ambiente de ensino e aprendizagem. Diante disso, professores e comunidade escolar têm dois caminhos possíveis: ignorar as tecnologias proibindo seu uso pelos alunos em sala de aula ou iniciar um processo de aprendizagem de modo a incorporar as tecnologias ao ambiente escolar. A primeira opção está cada vez mais difícil, devido ao caráter ubíquo que as tecnologias estão assumindo, e indesejável, dada a valorização que as tecnologias têm em nossa sociedade e as possibilidades proporcionadas pelas mesmas. A segunda opção representa um desafio a todo o sistema de ensino e de formação docente [...]. Como dito anteriormente, é necessário que o professor reorganize e reflita sobre sua prática ao inserir tecnologias em sala de aula, o que demanda tempo e esforço do docente (além de recursos tecnológicos) (MALTEMPI, 2012, p.62).

No que se refere à alfabetização Matemática, já começam a surgir iniciativas de construção dessa nova geração de livros didáticos dedicados ao 1º ano do Ensino Fundamental. Por exemplo, temos a coleção de livros digitais paradigmáticos *O Sapinho Guloso* (ALVES et. al., 2017). Os avanços tecnológicos e computacionais têm propiciado

intensas transformações no contexto social, com pessoas cada vez mais integradas ao uso de tecnologias digitais, estas transformações têm tido repercussão, também, no contexto educacional. Apesar das tecnologias digitais terem gerado muitas mudanças em diferentes aspectos sociais, para que esta de fato tenha uma repercussão positiva no contexto educacional é necessário que toda comunidade escolar esteja envolvida no projeto do uso dessas ferramentas, tornando a aprendizagem dos alunos significativa.

A escola precisa traçar projetos que deem espaço para o uso da tecnologia, mas que esse espaço não sirva apenas para o manuseio técnico dos instrumentos, mas que ele seja introduzido pedagogicamente para atingir o objetivo de construir conhecimento e promover uma aprendizagem significativa e eficaz (SILVA, 2013, p.126).

De acordo com Souza (2010), no processo formativo, as aulas tradicionais do ciclo de alfabetização Matemática são conhecidas por serem pouco significativas, seguindo um *script* no qual as aulas são expositivas e o diálogo é inexistente. É necessário que os professores reflitam sobre seu fazer docente, buscando perceber quais práticas devem ser mantidas e reforçadas e as que devem ser desconsideradas para a eficiência da alfabetização dos seus discentes.

Diante do que foi mencionado na seção anterior, compreende-se que o letramento matemático ou numeramento a partir de mídias digitais ocorre junto com letramento digital. É possível perceber que a atual conjuntura da prática da leitura e escrita é encontrada tanto na cultura do papel quanto na das telas de tecnologias computacionais, também, denominada de cibercultura. Assim, a definição de letramento relaciona as particularidades associadas ao espaço da escrita e os diversos sistemas de produção, reprodução e debate, resultando em uma variedade de letramentos. Deste modo, não há um conceito para letramento, mas sim, um conjunto de destaques nas especificidades que qualificam o referido termo. Neste sentido, torna-se necessário compreender sobre como funciona o processamento cognitivo para que seja possível trabalhar atividades de alfabetização matemáticas em sala de aula de modo a tornar o processo de ensino mais dinâmico.

Propõe-se o uso do plural letramentos para enfatizar a ideia de que diferentes tecnologias de escrita geram diferentes estados ou condições naqueles que fazem uso dessas tecnologias, em suas práticas de leitura e de escrita: diferentes espaços de escrita e diferentes mecanismos de produção, reprodução e difusão da escrita resultam em diferentes letramentos (SOARES, 2002, p.146).

As diferentes concepções de letramento dependem dos tipos de espaço (ambientes digitais, por exemplo) para as práticas de leitura e escrita. Neste contexto, o uso de multimídias educacionais pode ser compreendido como um desses espaços para a ocorrência

de práticas de leitura e escrita. O uso de multimídias educacionais faz parte de um conjunto de recursos tecnológicos para promover o letramento ou ciberletramento. Entretanto, tanto a cultura de leitura e escrita no papel quanto da tela de ferramentas multimídia, resultam em implicações sociais, mentais e na forma de expressão, ou seja, cada uma com suas particularidades promovem modalidades de letramento.

## CAPÍTULO II

### PROCESSAMENTO COGNITIVO HUMANO

No presente capítulo, são apresentados ao leitor os pressupostos que envolvem o processamento cognitivo humano, destacando a Teoria da Carga Cognitiva, que tem dentre seus principais investigadores o psicólogo australiano John Sweller. Traz-se, aqui, a discussão sobre como ocorre o aprendizado no que concerne aos processos mentais de percepção, decodificação e memorização das informações.

#### 2.1 O Sistema de Memória

Pressuposto que a alfabetização matemática é fundamental para o desenvolvimento da criança, torna-se fundamental compreender sobre os processos cognitivos para que seja possível propor práticas pedagógicas que facilitem a construção do conhecimento matemático. De acordo com Tarouco e Santos (2007), entender sobre os processos cognitivos humanos é compreender de que forma os seres humanos percebem, processam, codificam, guardam, recuperam e utilizam as informações. De acordo com Baddeley (2009) a estrutura cognitiva é composta de um sistema de memória, que consiste em: memória sensorial, memória de curta duração, memória de longa duração e memória de trabalho.

A memória sensorial é a responsável pelo primeiro acesso das informações à estrutura cognitiva, funcionando como área de conexão na percepção dos estímulos (visuais, auditivos, gustativos, olfativos e táteis) recebidos pelos sentidos. Embora a memória sensorial possua uma capacidade moderadamente grande em captar os estímulos, não possui o mesmo potencial para recuperá-los, retendo as informações por um período muito pequeno.

A memória de curto prazo ou memória de curta duração é a memória responsável por armazenar pequenas quantidades de informações por um período curto. Conforme Baddeley (2009), tal afirmação acima não deixa claro de que maneira esse armazenamento ocorre. Entretanto, sabe-se que na maior parte dos episódios há o envolvimento da memória de longo prazo no desempenho, pois esta deverá considerar outros sistemas de armazenamento.

Usamos o termo memória de curta duração (do inglês short-term memory), de forma neutra em relação à teoria, para nos referirmos à retenção temporária de pequenas quantidades de material sobre breves períodos de tempo. Isso deixa em aberto à

questão de como esse armazenamento é realizado. Na maioria das situações, se não em todas, há a probabilidade de haver uma contribuição ao desempenho por parte da memória de longa duração que terá de ser levado em conta na avaliação do papel de um ou mais sistemas de armazenamento (BADDELEY, 2009, p. 21-22).

A memória de longo prazo ou memória de longa duração, de acordo com Feldman (2015), funciona como um repositório de capacidade quase ilimitada, onde as informações armazenadas encontram-se estruturadas em esquemas organizados de forma coerente, para que possam ser acessados quando necessário.

O material que vai da memória de curto prazo para a memória de longo prazo entra em um depósito de capacidade quase ilimitada. Como um novo arquivo que salvamos em um disco rígido, a informação na memória de longo prazo é arquivada e codificada para que possamos acessá-la quando necessitarmos dela (FELDMAN, 2015, p. 211).

A memória de trabalho é compreendida como o eixo do processo ativo da mente humana. A definição de memória de trabalho parte do pressuposto de que há um mecanismo circunstancial de preservação e utilização das informações. A memória de trabalho é a memória responsável por tratar as informações recebidas pela memória sensorial e associar as informações já armazenadas na memória de longo prazo, motivo pelo qual está associada à atenção.

O conceito de memória de trabalho (do inglês *working memory*) fundamenta-se na suposição de que existe um sistema para a manutenção e manipulação temporárias de informação, e de que isso é útil na realização de muitas tarefas. No entanto, a maioria supõe que a memória de trabalho funciona como forma de espaço operacional mental, oferecendo uma base para ponderações (BADDELEY, 2009, p. 22).

Quando se fala em processamento cognitivo humano é impossível não pensar sobre a capacidade da mesma em memorizar as informações. Para Miller (1956), um dos grandes precursores da ciência cognitiva moderna, o processamento cognitivo humano possui uma capacidade de armazenamento limitada. De acordo com o estudioso, o sistema cognitivo humano é capaz de processar simultaneamente, no máximo, de 5 a 9 itens. Excedido este limite, ocorre um decaimento no desempenho cognitivo.

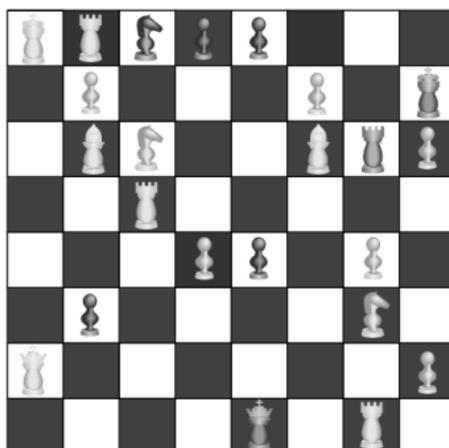
Podemos entender itens como “pedaços” (ou, em inglês, *chunks*) de informações que podem ser retidos e manipulados na memória de trabalho. Os itens de informação podem, no entanto, possuir tamanhos diferentes. Por exemplo, recordar de 7 palavras de modo aleatório pode ser tão complicado quanto recordar 7 consoantes distribuídas também de forma aleatória. Entretanto, é importante destacar que o tamanho dos *chunks* que se é possível

recordar está diretamente relacionado à experiência do indivíduo com um dado contexto de informação. Desse modo, as pessoas com mais experiência sobre um determinado tema (os *experts*) podem, de modo geral, lidar com *chunks* de maior tamanho ou complexidade do que indivíduos com menor experiência com o mesmo tema.

Enquanto a capacidade de  $7\pm 2$  é a mesma para todos, o tamanho do chunk pode variar. Pessoas com experiência prévia em um conteúdo podem formar chunks de tamanho maior e assim expandir a capacidade virtual da Memória de Trabalho (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006, p. 30).

Um exemplo interessante para ajudar a compreender melhor as afirmações acima é um experimento com xadrez proposto pelo pesquisador DeGroot em 1965. O experimento teve o objetivo de comparar jogadores experientes em jogo de xadrez com indivíduos com pouca experiência nesse jogo, diante da tarefa de recordar posições de peças em um tabuleiro.

**FIGURA 1-** Imagem do Tabuleiro de Xadrez Utilizado na Experiência de Degroot



**Fonte:** Bransford et. Al.(1999, p.35).

De acordo com Bransford et. al.(1999), para tal experiência foi selecionado um mestre em xadrez, um bom jogador (não mestre) e um principiante. A experiência consistia em ter que decorar em 5 segundos a posição das peças no tabuleiro a partir de configurações realísticas de um jogo de xadrez; passado o tempo de 5 segundos, o tabuleiro era coberto; em seguida, os participantes deveriam tentar reproduzir em outro tabuleiro o arranjo que os foi apresentado. Como resultado, foi possível identificar que os indivíduos com maior experiência conseguem recordar uma quantidade maior de posições das peças do jogo. Entretanto, quando a configuração das peças era feita de forma aleatória (não realística para uma partida de xadrez), um novo resultado surgia: o mestre e o bom jogador (não mestre) tiveram o mesmo desempenho que o principiante. Logo, os mestres conseguem memorizar

muito mais posições das peças quando as posições das peças eram equivalentes a configurações de jogos reais. Isso significa dizer que o desempenho dos indivíduos, nesse caso, está diretamente relacionado à quantidade de experiências que já tiveram em relação ao jogo, ou seja, ao grau de familiaridade dos indivíduos com o jogo. Entretanto, quando as peças são distribuídas aleatoriamente no tabuleiro, os mestres não conseguem aplicar suas habilidades de esquemas reais de jogo (visto que estas não existem quando se trata de situações aleatórias), e se igualam aos outros participantes da experiência, vendo cada peça em si (e não um conjunto delas) como um item de memória. Então, nesse caso, o mestre, o bom jogador e o principiante igualam seus resultados.

Perante o exposto, é possível compreender que o sistema cognitivo humano é composto por um conjunto de memórias que interagem entre si para processar e armazenar as informações percebidas no ambiente através dos sentidos. No entanto, em qualquer processo de ensino, é necessário que o professor tenha em mente que ele deve levar em conta a capacidade da memória de trabalho dos estudantes durante as atividades desenvolvidas em sala, para que a aprendizagem não seja prejudicada por sobrecarga na memória de trabalho.

## **2.2 A Teoria da Carga Cognitiva**

No intuito de promover avanços na educação, os estudos sobre os processos cognitivos humanos têm ganhado notoriedade quando se fala em desenvolvimento da prática docente. Estes têm estabelecido diretrizes para orientar o professor a executar sua prática docente de forma mais eficiente. Um dos estudos de grande notoriedade é o de Sweller (2011) com a criação da Teoria da Carga Cognitiva. A Teoria da Carga Cognitiva oferece um caminho para a proposição de um espaço de aprendizagem mais eficiente, melhorando a interação dos estudantes com os materiais instrucionais. Considera-se, para tanto, que os conhecimentos sobre os limites da capacidade de processamento da informação podem ajudar aos professores a tornar as suas aulas mais inteligíveis, possibilitando maior aproveitamento no processo de aprendizagem.

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC) está baseada na limitação da mente humana em processar várias informações ao mesmo tempo. Isso significa dizer que uma quantidade exacerbada de informação pode exigir um grande esforço cognitivo, podendo resultar na sobrecarga cognitiva, prejudicando o entendimento, por exemplo, dos conteúdos ensinados pelo professor em sala de aula. Nessa perspectiva, a concepção fundamental da teoria é a

capacidade limitada da memória de trabalho, ou seja, havendo sobrecarga caso o limite seja excedido. Para De Jong (2009), a solução é arquitetar recursos instrucionais que considerem esta limitação, evitando sobrecarga e fazendo melhor uso da capacidade da Memória de Trabalho.

A ideia básica da Teoria da Carga Cognitiva é que como a capacidade cognitiva na Memória de Trabalho é limitada, então se a aprendizagem requerer capacidade demais, a aprendizagem será prejudicada. O remédio recomendado é desenhar materiais instrucionais que otimizem o uso da capacidade da Memória de Trabalho e evitem a sobrecarga cognitiva (DE JONG, 2009, p. 105).

Conforme Sweller (2011), cada atividade realizada com os estudantes irá exigir uma determinada carga cognitiva dos mesmos. Entretanto, a carga cognitiva irá variar à medida que o desenho (*design*) instrucional<sup>1</sup> for diferente. Desse modo, é por esse motivo que a Teoria da Carga Cognitiva defende que os materiais utilizados nas práticas docentes precisam auxiliar o professor de modo a reduzir a carga cognitiva desnecessária, ou seja, que não contribui para o processo de aprendizagem, pois quanto menor for a carga cognitiva desnecessária do material instrucional melhores são as perspectivas de aprendizagem.

Cada forma de apresentação, cada atividade exigida dos alunos, irá impor uma memória de trabalho ou carga cognitiva. (Os dois termos são usados como sinônimos ao longo deste livro.) Essa carga varia com as variações no design instrucional e, portanto, devem ser escolhidos designs instrucionais que reduzam uma carga cognitiva desnecessária (SWELLER, 2011, p. 45).

Conforme os estudos de Mayer (2009), os materiais instrucionais multimídia são recursos excelentes para prática docente, tendo em vista que neste tipo de ferramenta é possível utilizar os dois principais canais de processamento de informação, o visual e o auditivo, com o intuito de não sobrecarregar somente uma via de captação de informação. Entretanto, o uso dos dois canais não garante que a sobrecarga não ocorra, pois isto está vinculado às formas como os dois canais são utilizados.

Para Mayer existem três aspectos a serem considerados quando falamos em aprendizagem por meio de recursos multimídia:

1. A cognição humana é constituída de dois canais diferentes para o processamento das informações: o canal visual e o canal auditivo;
2. A memória humana possui uma capacidade limitada de processamento de informação em ambos os canais;

---

<sup>1</sup> Conforme Filatro (2004), de uma forma geral, *design* instrucional trata-se de um planejamento para o ensino e aprendizagem, que envolve estratégias, métodos, formas de avaliação e recursos educacionais.

3. A aprendizagem só ocorre quando se houver processamento cognitivo essencial no que se refere às informações oriundas dos dois canais auditivo e visual.

Quanto às cargas cognitivas contidas nos materiais instrucionais, estas são válidas quando não sobrecarregam os limites cognitivos. Para tanto, considera-se três tipos de carga cognitiva, a saber:

- Carga cognitiva Extrínseca ou Estranha: é a carga cognitiva que não colabora para a construção de esquemas cognitivos, esta ocorre devido ao acúmulo de um *design* instrucional fraco, que não está relacionado ao propósito formativo.
- Carga Cognitiva Intrínseca ou Essencial: é a carga cognitiva vinculada à complexidade do conteúdo do material pedagógico, ou seja, é o exercício mental realizado pelo estudante devido à dificuldade imposta pelo material instrucional.
- Carga Cognitiva Relevante ou Generativa: é a carga cognitiva que oferece sentido para o recurso instrucional, ou seja, o exercício mental torna-se produtivo devido à aquisição de informações relevantes que oferecem a possibilidade de construção de esquemas mentais mais complexos, tornando a aprendizagem relevante.

Diante disso, Mayer (2009) destaca a importância de equilibrar as cargas no uso de recursos multimídias. De acordo com o autor para que a aprendizagem seja eficiente, é necessário conter o máximo possível o processamento cognitivo estranho, administrar o processamento cognitivo essencial e viabilizar o processamento cognitivo generativo. Para tanto, Mayer propõem a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, ao qual será o próximo assunto que abordaremos no presente estudo.

## CAPÍTULO III

### TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

No presente capítulo, são apresentados ao leitor informações importantes no que se refere à aprendizagem multimídia. Destaca-se, para tanto, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, trabalho desenvolvido por Richard E. Mayer (2009), no intuito de oferecer à comunidade educacional um prisma diferenciado para uma aprendizagem mais eficiente, por meio de apresentação multimídia. Neste sentido, Mayer (2009), apresentou 12 princípios para o desenvolvimento de recursos multimídia, os quais serão discutidos ainda neste capítulo.

#### 3.1 A Aprendizagem Multimídia

O termo Multimídia trata de um conjunto de diversos meios técnicos com o objetivo de apresentar informações de diversas formas, por meio de diferentes modalidades sensoriais. Desse modo, o recurso multimídia pode ser percebido em três níveis distintos: (i) nível técnico, vinculado às ferramentas que são condutoras de sinais, como computadores, redes, monitores, entre outros; (ii) nível semiótico, relacionado à forma de apresentação desses sinais, como textos, imagens e sons; (iii) nível sensorial, ou seja, vinculada ao tipo de modalidade de recebimento de sinais, visual ou auditiva.

O termo “multimídia” refere-se à combinação de vários recursos técnicos com a finalidade de apresentar a informação representada em vários formatos através de várias modalidades sensoriais. Assim, os recursos multimídia podem ser considerados em três níveis diferentes: o nível técnico refere-se aos dispositivos técnicos (ou seja, computadores, redes, monitores, etc.), que são os portadores de sinais; o nível semiótico refere-se ao formato de representação (ou seja, textos, imagens e sons) desses sinais; o nível sensorial refere-se à modalidade sensorial de recepção de sinal (isto é modalidade visual ou auditiva) (SCHNOTZ; LOWE, 2003, p.117).

De acordo com Schnotz e Lowe (2003), percebe-se que muitos educadores têm dificuldade em distinguir estes níveis. Uma das confusões relacionadas a essa dificuldade é o fato de o recurso multimídia ser muitas vezes associado apenas ao primeiro nível, o uso de ferramentas tecnológicas. Entretanto, é válido destacar que os outros dois níveis são tão relevantes quanto o primeiro. Isso significa dizer que para aproveitar consideravelmente as

possibilidades dos recursos multimídia é interessante que o professor possua uma compreensão mínima sobre ciência cognitiva, psicologia e ciências da educação.

Outra confusão vinculada ao uso de recursos multimídia é a ideia de que toda ferramenta multimídia será eficiente para promover a aprendizagem, pois comumente acredita-se que estes têm como consequência o desenvolvimento de organizações mentais de compreensão bem estruturadas, o que absolutamente não é verdade. Essa ideia motivou desenvolvimento destas ferramentas de forma mais elaborada, buscando aproveitar mais as diferentes modalidades que estas podem oferecer para a melhoria da aprendizagem (SCHNOTZ; LOWE, 2003).

Para tanto, Richard Mayer (2009) desenvolveu a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia visando propor princípios que orientem a construção, bem como o uso de recursos multimídia, de forma a melhorar a aprendizagem. Tendo em vista a capacidade limitada dos canais auditivo e visual no processamento das informações, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia funda-se na ideia de que os processamentos das informações ocorrem devido a um processo ativo. Este se desenvolve de acordo com a atenção a informações relevantes, na sistematização e na construção de correlação com aprendizados prévios (MAYER, 2009).

Os humanos se envolvem ativamente no processamento cognitivo para construir uma representação mental coerente de suas experiências. Esses processos cognitivos ativos incluem prestar atenção, organizar informações recebidas e integrar informações recebidas com outros conhecimentos (MAYER, 2009, p.67).

O processamento cognitivo ativo só é confirmado quando o indivíduo consegue construir um modelo mental.

O resultado do processamento cognitivo ativo é a construção de uma representação mental coerente, de modo que a aprendizagem ativa pode ser vista como um processo de construção de modelos. Um modelo mental (ou estrutura de conhecimento) representa as partes-chave do material apresentado e suas relações. (MAYER, 2009, p.84).

As estruturas mentais podem ser caracterizadas como: processo, comparação, generalização, enumeração e classificação (MAYER, 2009). A teoria cognitiva da aprendizagem multimídia define cinco processos que estão vinculados ao processo de aprendizagem, os quais devem ser considerados na elaboração das mensagens educacionais multimídia:

- seleção das palavras importantes no texto ou narrativas que são exibidas;
- seleção das imagens importantes das ilustrações exibidas;
- sistematização das palavras selecionadas em um modelo verbal coerente;
- sistematização das imagens selecionadas em um modelo pictórico coerente;
- associação dos modelos pictóricos e verbais a conhecimentos prévios.

De acordo com Mayer (2009), para processar as palavras faladas, os ouvidos humanos interceptam os sons das palavras, estas são levadas à memória auditiva sensorial, onde ficam retidas provisoriamente (ver Figura 2). Posteriormente, o processo cognitivo ativo ocorre conforme a atenção dada ao som e somente depois é possível correlacionar o som com imagens e então desenvolver de forma coerente modelos mentais e associá-los a outros prévios (ver Figura 2). Em relação ao processamento de imagens, as imagens são captadas pelos olhos e levadas à memória sensorial visual onde ficam retidas por um tempo breve, em seguida o processamento ativo começa, as informações visuais são organizadas em estruturas coerentes que deverão ser associadas posteriormente a conhecimentos prévios (ver Figura 2). Assim, Mayer e Moreno (1998) explicam:

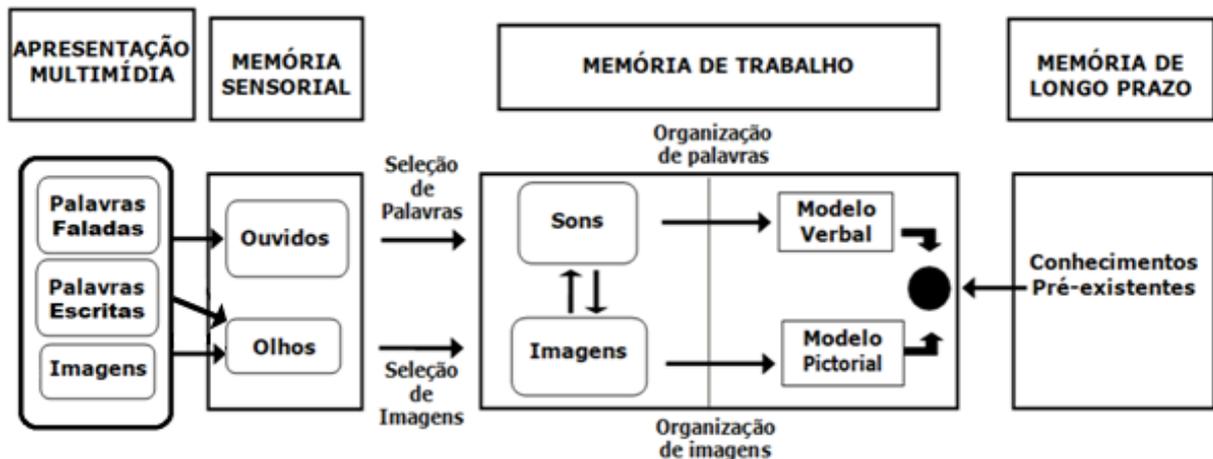
De acordo com a teoria do processamento duplo, a informação apresentada visualmente é processada - pelo menos inicialmente - na memória de trabalho visual, enquanto as informações apresentadas auditivamente são processadas - pelo menos inicialmente - na memória de trabalho auditiva. Por exemplo, na leitura de texto, as palavras podem inicialmente ser representadas na memória de trabalho visual e depois serem traduzidas para sons na memória de trabalho auditiva (MAYER; MORENO, 1998, p 312).

Nesse sentido, ainda de acordo com Mayer (2009), no caso de palavras apresentadas visualmente (palavras impressas), estas são inicialmente processadas como uma informação visual. Em seguida, ao serem pronunciadas mentalmente, as palavras podem ser processadas como uma informação sonora. No momento em que as palavras escritas são capturadas pelo canal visual, como por exemplo, na leitura de um livro, estas seguem direções variadas na organização lógica e coerente de informações relevantes. Encontradas nos materiais instrucionais, as palavras escritas também concorrem com figuras, por serem captadas pelo mesmo canal.

Quando imagens, palavras impressas e palavras faladas são apresentadas, o sistema pode ficar sobrecarregado por processamento estranho de duas maneiras. Primeiramente as imagens e as palavras impressas competem por recursos cognitivos limitados no canal visual porque ambos entram no processamento de informações dos alunos através dos olhos. Quando os olhos do aluno estão digitalizando entre as palavras impressas e imagens, o processamento externo é criado. Em segundo lugar, quando a informação verbal é apresentada de forma

visual e auditiva, os alunos podem ser tentados a atender a ambos na tentativa de conciliar os dois fluxos de informações; Este processamento estranho requer recursos cognitivos que, conseqüentemente, não estão disponíveis para o processamento essencial e generativo necessário para uma aprendizagem significativa (MAYER, 2009, p.124).

FIGURA 2 – Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia



Fonte: Figura adaptada de Mayer (2014, p.62, tradução nossa).

Tendo em vista os pressupostos envolvidos no processamento das informações, Mayer (2009) apresenta princípios que podem orientar a elaboração de materiais multimídia para o processo de ensino e aprendizagem, no intuito de conter o máximo possível o processamento cognitivo estranho, administrar o processamento cognitivo essencial e viabilizar o processamento cognitivo generativo.

### 3.2 Princípios para Reduzir o Processamento Cognitivo Estranho

#### Princípio da Coerência

De acordo com esse princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando as imagens, sons e palavras escritas, todos irrelevantes, encontradas nos materiais multimídia, são descartados, tendo em conta que estas atrapalham o processo de aprendizagem, impedindo que a finalidade da instrução multimídia seja alcançada. Com outros termos, processar materiais irrelevantes tanto na memória de trabalho auditiva quanto na visual é favorecer para que o processamento estranho ocorra (MAYER, 2009). Tal situação pode ser percebida quando em recursos multimídias são apresentados músicas de fundo e junto com texto narrado, estes competem entre si para serem processados pela limitada memória de trabalho,

ocorrendo assim uma sobrecarga na memória de trabalho auditiva. Por consequência, de acordo com Moreno e Mayer (2000), o material relevante lembrado pelo aluno é inferior ao que este poderia lembrar caso o material auditivo irrelevante fosse eliminado da apresentação.

Outra situação no qual este fenômeno pode ser percebido é quando um elemento (textual ou imagem), que não está diretamente relacionado com o objetivo principal do material instrucional, é usado com o propósito de estimular o interesse dos estudantes, mas acaba tirando a atenção dos mesmos para as informações realmente relevantes para o aprendizado. Neste caso, de acordo com Mayer (2009), este efeito é chamado de “detalhe sedutor”. De acordo com os estudos de Gemino, Parker e Kutzschan (2006), quanto mais interessante for o detalhe, menor será o desempenho dos estudantes na compreensão do conteúdo principal da aula, ou seja, quando se tem detalhes interessantes, porém de certa forma irrelevantes em relação ao conteúdo central, maior será o desvio de atenção por parte do aluno em relação ao conteúdo central.

### **Princípio da Sinalização**

Conforme Mayer (2009), para este princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando são apresentadas aos estudantes dicas que os conduzam a perceber a estrutura organizacional do conteúdo essencial, a qual irá auxiliar os estudantes na organização e estruturação para a construção de modelos mentais dos assuntos no momento da aprendizagem. Para Johnson e Mayer (2012) a sinalização irá orientar ao aluno a focar no material essencial, ajudando-o a selecionar materiais visuais e auditivos mais importantes para a construção coerente de um modelo mental.

### **Princípio de Redundância**

Para Mayer (2009), a redundância ocorre quando a apresentação por diversas maneiras do conteúdo instrucional é desnecessária para compreensão, ou seja, quando excede a quantidade de formas de apresentação de uma mesma informação, tornando-se, deste modo, repetitivo. No contexto deste princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente por meio de imagem e palavras faladas do que imagens, palavras faladas e palavras escritas. Isso significa dizer que a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente com uso dos dois canais na apresentação de uma a mesma informação. Conforme Mayer e Johnson (2008), quando a apresentação contém um texto redundante curto, possuindo somente o conceito chave, isto não gera problemas no processo de aprendizagem, pelo contrário, orienta o aluno.

### **Princípio da Contiguidade Espacial**

Ao falar sobre este princípio, Mayer (2009) propõe que se aprende com maior facilidade quando textos e imagens são colocados um perto do outro no momento em que são exibidos. Esta aproximação na exibição é importante para que possa ocorrer uma relação imediata eliminando maior esforço cognitivo. Em caso de texto apresentado junto com vídeos, como animações, Clark e Mayer (2011) consideram mais interessante apresentar, primeiramente, o texto e deixar disponível a animação para que o aluno tenha o controle sobre animação, acionando-a quando quiser.

### **Princípio da Contiguidade Temporal**

De acordo com este princípio, aprende-se de forma mais eficiente com palavras narradas e imagens apresentadas ao mesmo tempo do que de forma separada. Desse modo, na exibição multimídia é importante que as imagens sejam mostradas no momento que são descritas em voz alta, do contrário, complicaria a organização e estruturação para a construção de modelos mentais dos assuntos, além da possibilidade de relacioná-los no momento da aprendizagem. Para Mayer (2009) quando palavras narradas são exibidas ao mesmo tempo em que as imagens, isso reduz a possibilidade de gerar sobrecarga cognitiva, pois estão sendo usados dois canais para o processamento da informação ao invés de um, abrindo caminho para que o aluno consiga fazer conexões entre as informações auditivas e visuais.

## **3.3 Princípios para Administrar o Processamento Cognitivo Essencial**

### **Princípio da Segmentação**

Segundo Mayer (2009), o princípio da segmentação diz que a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando as informações são apresentadas de forma fragmentada, por partes. Quando as informações são segmentadas no material instrucional, o estudante consegue ter maior domínio sobre as informações assimiladas. Assim, é possível que o estudante tenha domínio do processo cognitivo, organização das informações essenciais, no intuito de produzir uma organização lógica e associar estas a outras fases da construção do saber. Segundo Clark e Mayer (2011), isso significa dizer que quando o aluno participa de aulas que apresentam uma grande quantidade de conteúdos complexos é provável que ocorra sobrecarga cognitiva, sendo possível gerar dificuldades no processamento de todas as

informações. Tal situação ocorre principalmente quando o aluno é inexperiente, quando o conteúdo é grande, complexo, e são exibidos de forma muito rápida. De acordo com Schüler, Scheiter e Gerjets (2013), quando o aluno é iniciante, como no caso de alunos em processo de alfabetização, é necessário que o material exibido a eles seja também segmentado em partes pequenas.

### **Princípio da Pré-treinamento**

Neste princípio, Mayer (2009) propõe que a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente através de encadeamento, no qual é realizada a compreensão dos pontos principais do conteúdo. O alto grau de complexidade inerente ao material multimídia pode dificultar a compreensão dos alunos, não conseguindo realizar a organização e estruturação para a construção de modelos mentais dos assuntos. Assim, torna-se necessário oferecer ao aluno um treinamento com palavras-chave para auxiliar o mesmo na compreensão que o material multimídia oferece ao sujeito aprendiz, ajudando-o a traçar caminhos mentais para compreender o conteúdo como um todo.

### **Princípio da Modalidade**

Para este princípio, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficiente por meio de imagens e palavras narradas, do que por meio de imagens e palavras escritas, pois cada tipo de informação será processado por um canal diferente. Para Mayer (2009), imagens e palavras escritas sobrecarregam a memória devido ao fato de serem capturadas pelo mesmo canal (visual), ou seja, quando imagens e texto são exibidos juntos, os mesmos competem pela capacidade limitada da memória de trabalho visual, o que dificulta a aprendizagem.

Conforme Souza (2015), o esforço cognitivo para associar imagens e textos é possível ser minimizado quando a parte do texto que está vinculado à imagem for posicionada perto da mesma (Princípio da Contiguidade Espacial), ou seja, utilização destes dois recursos no mesmo campo de visão, sem a necessidade de rolar a tela para associar as informações. Tal afirmação está de acordo com as ideias de Mayer (2009), que considera que esse processo gera sobrecarga do canal visual, resultando no aumento de tempo para sistematizar as informações e gerar um esquema mental. Assim, Souza (2010) explica este fenômeno dizendo:

A apresentação de animações simultaneamente com texto (em vez de narração) na mesma tela força o aluno a manter simultaneamente em sua Memória de Trabalho uma fonte de imagens enquanto presta atenção a outra fonte, criando uma alta Carga Cognitiva. Ou seja, gera-se o efeito de atenção dividida (SOUZA, 2010, p.53).

Para Clark e Mayer (2011), investir em materiais que forneçam narração para substituir os textos escritos quando há a presença de imagens exigiria muita técnica, o que aumentaria o valor para a produção da ferramenta. Entretanto, no caso de textos utilizados para consulta é importante que este permaneça, principalmente quando o conteúdo instrucional é de alta complexidade.

Quando se utiliza material multimídia com imagens e palavras narradas, o rendimento dos estudantes aumenta; o contrário do que acontece com o uso da imagem com texto escrito. Este resultado é identificado por Mayer (2009) como o efeito modalidade. De acordo com Mayer (2009), há vantagem na utilização de materiais com narração e imagens, pois é eliminada a possibilidade de haver sobrecarga na memória visual, facilitando o processo de aprendizagem. Outro princípio que está diretamente relacionado ao efeito modalidade é o da contiguidade temporal, já mencionada. Conforme Rummer et al. (2011), a vantagem do texto narrado em substituição ao texto escrito só ocorrerá caso a narrativa seja apresentada junto com a imagem.

Outro efeito relacionado ao princípio da modalidade é o efeito da audição recente. É possível detectar este efeito quando as narrativas dos recursos instrucionais são longas, pois os estudantes somente conseguem recordar das informações recentes. Rummer et al. (2011) explicam que a superioridade da narrativa em relação à visual decorre do fato de ser mais fácil lembrar de informações auditivas do que das apresentadas visualmente.

### **3.4 Princípios para Promover o Processamento Cognitivo Generativo**

#### **Princípio Multimídia**

Para este princípio, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando textos e imagens são exibidos juntos do que de forma isolada. Este princípio intensifica o conceito apontado por Mayer (2009) de que esta concepção não está restrita somente a textos e imagens, mas sim a toda mídia escrita ou falada e também a todo tipo de imagem, vídeos, animações, ilustrações, entre outros. Neste sentido, o uso coerente dos dois canais (visão e audição) oferecido em instrução Multimídia, favorece o processamento cognitivo.

O efeito multimídia é a adoção de imagens no texto com o objetivo de aumentar o rendimento no processo de aprendizagem, em especial com imagens que facilitem a identificação do conteúdo abordado (CLARK; MAYER, 2011). Para tanto, é fundamental a organização das informações e quantidade de imagens que serão abordadas no processo educacional.

Dessa forma, conclui-se que o êxito na adoção do efeito multimídia não está relacionado apenas com o uso de imagens ilustrativas, mas que seja elaborada de tal maneira a colaborar no processo de sistematização da informação que se deseja repassar. Para tanto, a imagem deve ser elaborada visando promover três processos: seleção, organização e conexão com um conhecimento anterior para então ser complementada com o texto no intuito de aperfeiçoar o processo de aprendizagem.

### **Princípio da Personalização**

Em consonância com Mayer (2009), a aprendizagem é mais consistente quando as informações são exibidas de forma dialógica, do que, formal. A relevância deste princípio está atrelada à busca por tornar a aprendizagem mais acessível à compreensão do aluno, promovendo maior familiaridade. Clark e Mayer (2011) propõem que ao falar em primeira, segunda pessoa, ou ainda falar de forma amigável, pode promover o princípio da personalização. Entretanto, é necessário ter cuidado com o excesso, pois pode acabar servindo de distração para o aluno, não ajudando ao mesmo na finalidade da tarefa. De acordo com Mayer e DaPra (2012) o chamado efeito da personalização tem associação com o uso de agentes pedagógicos no material multimídia, com o aluno apresentando maior rendimento com materiais que contenham agente pedagógico animado, podendo ser efetuado através de gestos e movimentos. Segundo esses autores, esta melhoria no processo de aprendizagem foi observada exclusivamente em alunos novatos, sendo que em alunos mais experientes não foram observadas diferenças.

### **Princípio da Voz**

Para este princípio, aprende-se com maior facilidade com uma narração com voz humana natural, do que, uma voz mecanizada, tal afirmação está nos estudos de Mayer (2009) o qual realizou experiências comparando os dois tipos de voz. Dessa forma, o Princípio da Voz está em ressonância com a afirmação apontada pelo Princípio da Personalização, no qual afirma que a socialização favorece a aprendizagem. Assim, a forma como é usada a voz e suas

especificidades pode repercutir na condição emocional do estudante. Mayer e DaPra (2012) também confirmam a validade de utilizar voz humana para melhorar a aprendizagem, pois em seus estudos esta foi de grande relevância para o processo formativo, mesmo na ausência de agentes virtuais.

### **Princípio da Imagem**

Mayer (2009) explica que neste princípio, a aprendizagem ocorre de forma melhor com o uso de personagens falantes apresentados na instrução multimídia. Estes personagens podem oferecer uma informação importante para o uso do recurso multimídia. Entretanto, também podem desviar a atenção dos alunos, resultando em um processamento cognitivo estranho no decorrer da aprendizagem. A existência de um personagem é eficiente quando ele auxilia o aluno no Princípio da Sinalização, orientando o estudante na organização e estruturação das aprendizagens. Mayer, Sobko e Mautone (2003) supõem que o aluno consegue aprender a partir deste princípio quando consegue construir uma comunicação familiar com a ferramenta multimídia, como uma comunicação social.

Tendo em conta a importância dos princípios multimídia para direcionar a construção de materiais instrucionais, percebe-se que é possível estender este conhecimento a atividades comuns realizadas em sala de aula, sendo, contudo, um caminho interessante para lidar com a limitação da memória de trabalho e potencializar o processamento cognitivo de novas aprendizagens. Assim, no capítulo a seguir, será abordado como aplicar os conhecimentos do princípio da TCAM na apresentação de atividades comuns de alfabetização matemática.

## CAPÍTULO IV

### ORIENTAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA

Embora já existam esforços para proporcionar tecnologias digitais que levem em consideração o uso dos canais auditivo e visual de modo a contribuir com o processo de alfabetização matemática, como o livro paradidático digital “O sapinho Guloso” (ALVES et. al, 2017), essas tecnologias no ambiente escolar ainda são pouco exploradas, principalmente nas escolas públicas do Brasil. Entretanto, tal situação não justifica não levar em consideração a importância da articulação do uso dos canais auditivo e visual no processamento das informações e também a limitação da capacidade cognitiva, tendo em vista que as mesmas são igualmente importantes para a otimização do processamento cognitivo durante as práticas das atividades realizadas em sala de aula.

Desse modo, o foco deste capítulo está em discutir como é possível aplicar os conhecimentos da TCAM na apresentação de atividades voltadas para a alfabetização, letramento e numeramento, mesmo aquelas elaboradas para materiais impressos ou em atividades realizadas pessoalmente entre professores e estudantes em salas de aula. Para tanto, o presente trabalho propõe a organização de um material sobre esse tema, na forma de um livro (ver versão impressa no Anexo), que sirva de guia prático direcionado a professores. É importante reenfatar que esse livro tanto pode orientar na elaboração de atividades multimídia em ambientes digitais, quanto auxiliar um professor que esteja tentando desenvolver atividades dinâmicas, mesmo sem recursos digitais, com sua turma de estudantes em sala de aula.

O elemento central desse guia são as orientações dos doze princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), levando em consideração a importância dos canais auditivos e visuais no processo de aprendizagem. Importante enfatizar que, apesar do guia ter como foco o ensino de Matemática para estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental, as ideias apresentadas podem ser aplicadas e adaptadas para os mais diversos contextos. Em suma, busca-se trazer neste livro, de forma objetiva e dialogada, alguns pressupostos importantes sobre como ocorre o processamento das informações na mente humana e de que maneira é possível viabilizar a aprendizagem diante das limitações cognitivas. Neste sentido, é possível aplicar os conhecimentos da TCAM na apresentação de atividades de alfabetização

matemática comuns usadas em sala de aula.

Propomos apresentar, a seguir, algumas sugestões (exemplos) de atividades comuns de alfabetização matemática, no qual é possível exemplificar a aplicação dos princípios da TCAM para melhorar o processo de aprendizagem dos estudantes. Nesses exemplos, propomos identificar os princípios, apresentando dois esquemas de uma mesma atividade, sendo que o primeiro esquema não faz uso dos princípios da TCAM, enquanto que o segundo esquema leva em consideração os princípios da TCAM. No livro proposto (ver Anexo), esses exemplos são apresentados numa linguagem voltada à prática dos professores.

### Princípio da Coerência

De acordo com este princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando textos, sons e imagens que não estejam relacionados com o objetivo da atividade são excluídos do material. Veja o exemplo da atividade, a seguir.

Após entregar a folha da atividade para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade, sinalizando como a atividade será desenvolvida: “Qual é a sua altura? Vou medir a altura de cada um de vocês, usando a fita métrica. Vocês deverão anotar aqui (a professora sinaliza apontando para a folha da atividade). Em seguida, comparem a altura de todos os seus colegas. Anote aqui a menor e a maior delas” (ver Figura 3).

**Figura 3** – Atividade 1 (esquema 1)

**A MINHA ALTURA**

QUAL É A SUA ALTURA? A PROFESSORA IRÁ MEDIR USANDO A FITA MÉTRICA E VOCÊ IRÁ ANOTAR AQUI.

CENTÍMETROS

COMPARE A ALTURA DE TODOS OS SEUS COLEGAS. ANOTE AQUI A MENOR E A MAIOR DELAS.

MAIOR
MENOR

CENTÍMETROS
CENTÍMETROS

46

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em <<http://smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Produ%C3%A7%C3%B5es%20SME/Cadernos%20de%20Atividades%20Pedag%C3%B3gicas/Matem%C3%A1tica%20-%201%C2%BA%20ano.pdf>> Acesso:17/01/2018.

A atividade ilustrada na Figura 3 possui o objetivo de apresentar aos estudantes uma das unidades de medidas de comprimento que compõem o sistema internacional de medidas, além de testar a habilidade dos mesmos sobre a compreensão de maior e menor. No entanto, a atividade não está de acordo com o princípio da coerência, pois a ilustração da menina e da fita métrica na atividade não desempenha nenhuma função para a execução da atividade, podendo gerar sobrecarga na memória. Vejamos, a seguir, o mesmo modelo de atividade considerando o Princípio da Coerência.

Após entregar a folha da atividade para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade, sinalizando como a atividade será desenvolvida: “Qual é a sua altura? Vou medir a altura de cada um de vocês, usando a fita métrica. Vocês deverão anotar aqui (a professora sinaliza apontando para a folha da atividade). Em seguida, comparem a altura de todos os seus colegas. Anote aqui a menor e a maior delas” (ver Figura 4).

**Figura 4** – Atividade 1 (esquema 2)

**A MINHA ALTURA**

QUAL É A SUA ALTURA? A PROFESSORA IRÁ MEDIR USANDO A FITA MÉTRICA E VOCÊ IRÁ ANOTAR AQUI.

CENTÍMETROS

COMPARE A ALTURA DE TODOS OS SEUS COLEGAS. ANOTE AQUI A MENOR E A MAIOR DELAS.

MAIOR MENOR

CENTÍMETROS CENTÍMETROS

46

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Produ%C3%A7%C3%B5es%20SME/Cadernos%20de%20Atividades%20Pedag%C3%B3gicas/Matem%C3%A1tica%20-%201%C2%BA%20ano.pdf>> Acesso:17/01/2018.

Observe que na Figura 4 a atividade não apresenta qualquer imagem ou texto que seja irrelevante para resolução da mesma. Neste sentido, podemos dizer que é mais aconselhável

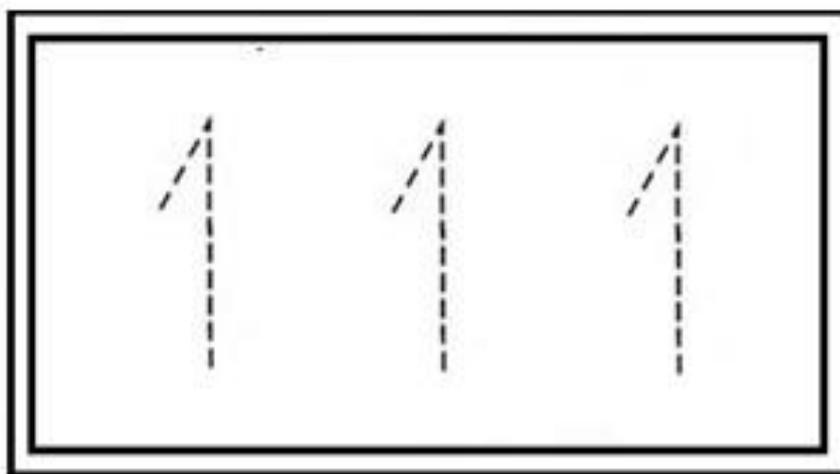
desenvolver atividades com informações claras e diretas, sem informações que possam distrair o estudante do objetivo da atividade.

### **Princípio da Sinalização**

De acordo com esse princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando texto ou imagem essenciais para o objetivo da atividade forem sinalizados. Veja a atividade a seguir.

Após entregar a folha da atividade para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Observe o quadro e cubra os tracejados do numeral 1.” (ver Figura 5).

**Figura 5** – Atividade 2 (esquema1)



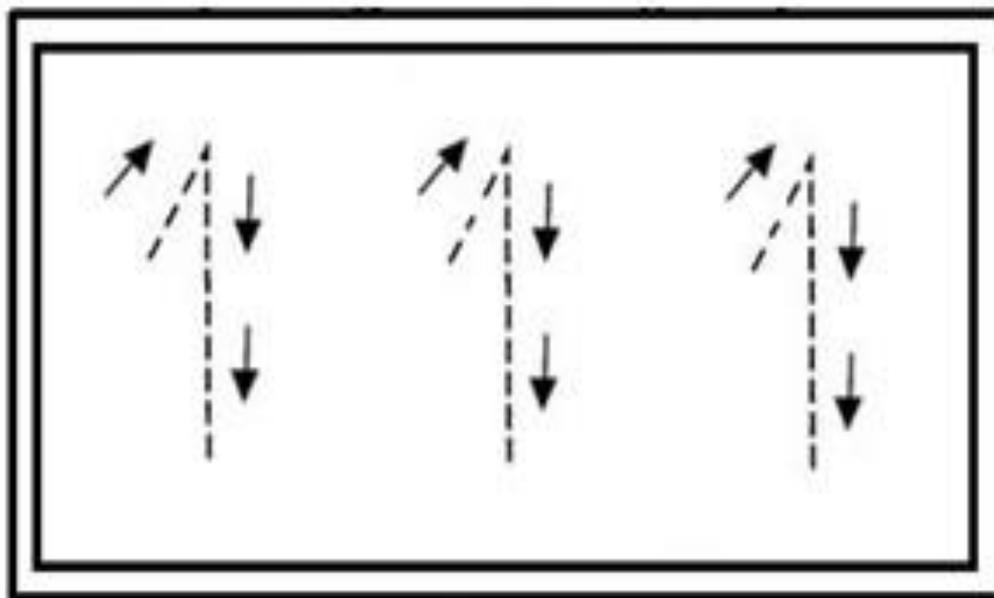
**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

Na Figura 5 é apresentada uma atividade para auxiliar o estudante a identificar, bem como a escrever o número 1. A atividade é de “cobrir”, mas não orienta por onde o estudante deve começar, ou seja, não sinaliza com uma informação essencial de modo a promover a compreensão correta para a execução da atividade. Desse modo, a atividade não leva em consideração o Princípio da Sinalização. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Sinalização.

Após entregar a folha da atividade para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta

simultaneamente a folha de resposta para os alunos, entretanto, a professora explica que os alunos devem começar a cobrir seguindo a orientação da seta: “Observe o quadro apresentado no desenho. Cubra os tracejados do numeral 1 seguindo a direção das setas” (ver Figura 6).

**Figura 6** – Atividade 2 (esquema 2)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

Na Figura 6, há a presença de setas que orientam os estudantes por onde devem começar a cobrir. Dicas como esta, conduzem o estudante a perceber a estrutura organizacional do conteúdo essencial, tornando mais fácil construir esquemas mentais no momento da aprendizagem.

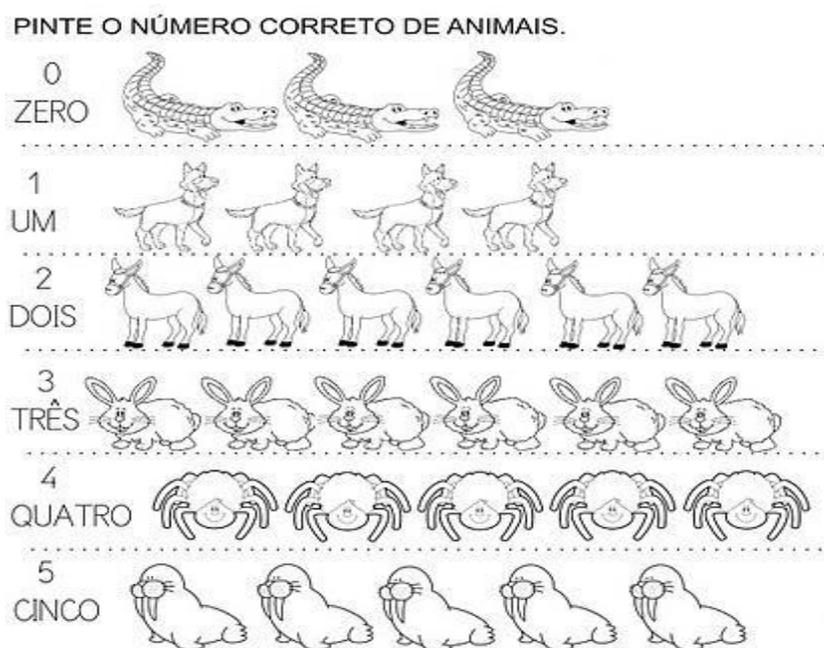
### **Princípio de Redundância**

Para este princípio a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando as informações são apresentadas por meio de imagem e narração do que por meio de imagem e texto, sendo o texto narrado. Isso porque, conforme já discutido, o uso de textos e imagens para apresentar uma mesma informação aumenta a carga cognitiva e pode sobrecarregar o canal visual, tendo em vista que texto e imagem são captados pelo mesmo canal: visual. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha da atividade para os alunos: “Prestem atenção nos números que vou falar. Em seguida, pintem a quantidade de animais que correspondem

aos números falados por mim: pintem zero jacaré, pintem um cachorrinho, pintem dois burrinhos, pintem três coelhinhos, pintem quatro aranhas e pintem cinco leões marinhos” (ver Figura 7).

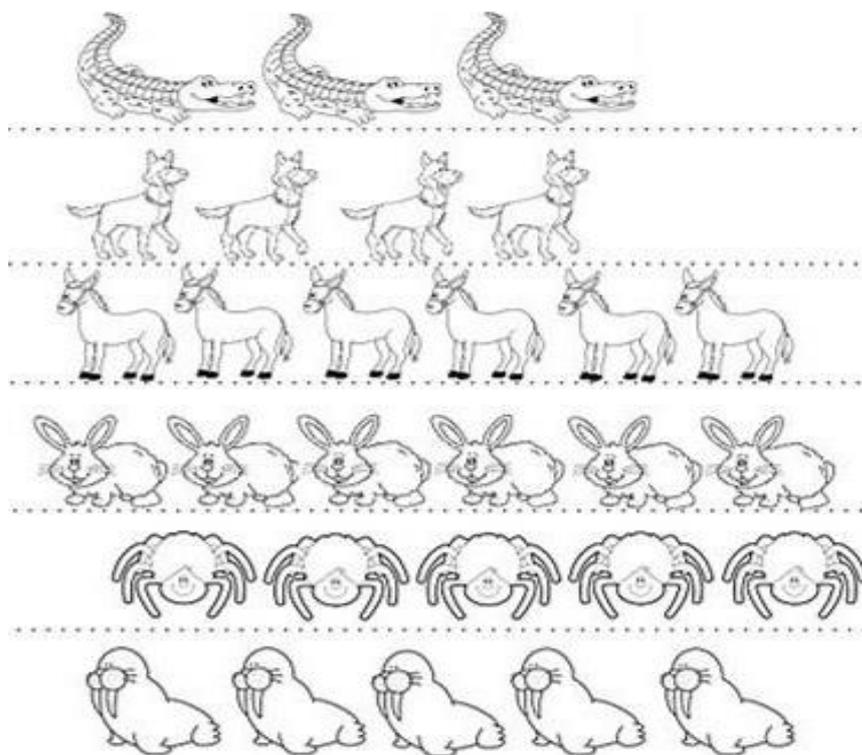
**Figura 7** – Atividade 3 (esquema 1)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em :<<http://altograu.blogspot.com/2012/01/atividades-de-matematica-1-ano.html>> Acesso:17/01/2018.

Na Figura 7, a atividade proposta tem o objetivo de avaliar as habilidades dos estudantes em identificar a quantidade de animais equivalente aos números indicados pela professora para cada animal. No desenvolvimento desta atividade é possível gerar sobrecarga na memória, já que esta não está de acordo com o Princípio da Redundância, pois há a presença de imagem, texto escrito e texto falado. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio de Redundância.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Prestem atenção nos números que vou falar. Em seguida, pintem a quantidade de animais que correspondem aos números falados por mim: pintem zero jacaré, pintem um cachorrinho, pintem dois burrinhos, pintem três coelhinhos, pintem quatro aranhas e pintem cinco leões marinhos”.

**Figura 8** – Atividade 3 (esquema 2)

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://altograu.blogspot.com/2012/01/atividades-de-matematica-1-ano.html>> Acesso:17/01/2018.

Na Figura 8, a atividade segue o princípio da redundância. É possível identificar que as informações são apresentadas por meio de imagem e texto narrado, sem gerar sobrecarga na memória, exigindo um esforço menor do canal visual em captar as informações, o que facilita a compreensão do estudante para resolução da atividade.

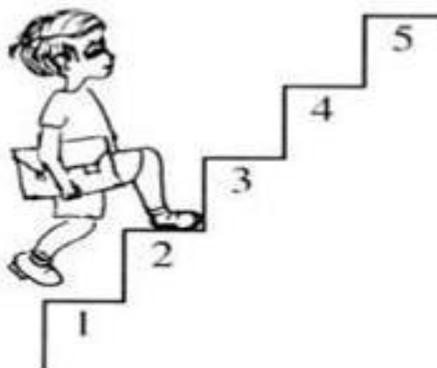
### **Princípio da Contiguidade Espacial**

Este princípio propõe que a aprendizagem ocorre com maior facilidade quando textos e imagens são colocados perto um do outro no momento em que são exibidos. Vejamos a atividade a seguir.

Após entregar a folha da resposta para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente. Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.” (ver Figura 9).

**Figura 9** – Atividade 4 (esquema 1)

Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente.



Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.

7	9	12	8	5	3	1

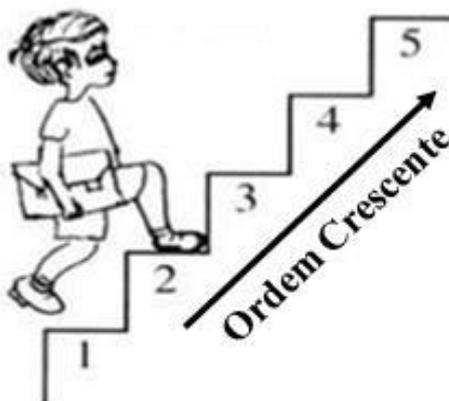
**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<https://www.nainternet.biz/atividades-de-matematica-para-1-ano-do-fundamental/>> Acesso:17/01/2018.

Na Figura 9 é apresentada uma atividade que visa testar as habilidades dos estudantes em ordenar em ordem crescente os numerais indicados. É possível identificar que a atividade não está de acordo com o Princípio da Contiguidade Espacial. A gravura encontra-se distante da informação essencial (ordem crescente), dificultando que o estudante consiga estabelecer correlações diretas entre a imagem e a informação essencial. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Contiguidade Espacial.

Após entregar a folha da resposta para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente. Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.” (ver Figura 10).

**Figura 10** – Atividade 4 (esquema 2)

Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente.



Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.

7	9	12	8	5	3	1

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<https://www.nainternet.biz/atividades-de-matematica-para-1-ano-do-fundamental/>> Acesso:17/01/2018.

Na Figura 10, a atividade está de acordo com o princípio da continuidade espacial, tendo em vista que o texto essencial se encontra perto da imagem, oferecendo uma associação imediata da imagem com o texto e eliminando maior esforço cognitivo.

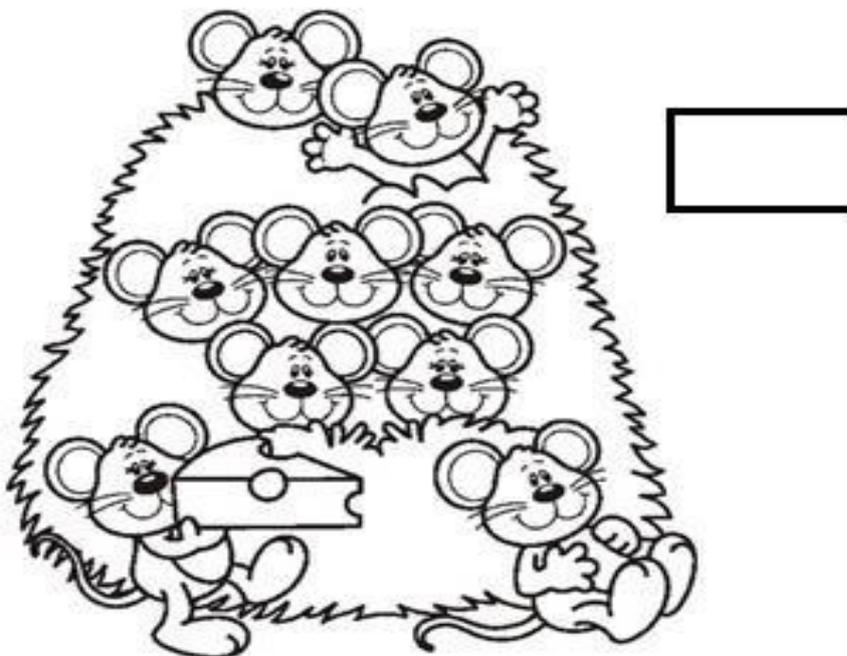
### **Princípio da Contiguidade Temporal**

Neste princípio, aprende-se de forma mais eficiente quando a imagem e a narração são apresentadas ao mesmo tempo do que de forma separada. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “No Jardim de Dona Rosa apareceu outro dia um montão de ratinhos. Ratos no jardim... Quem diria! Quantos Ratinhos você vê?”. Em seguida, apresenta a folha de resposta aos alunos (ver Figura 11).

Figura 11 – Atividade 5 (esquema 1)

## FOLHA DE RESPOSTA



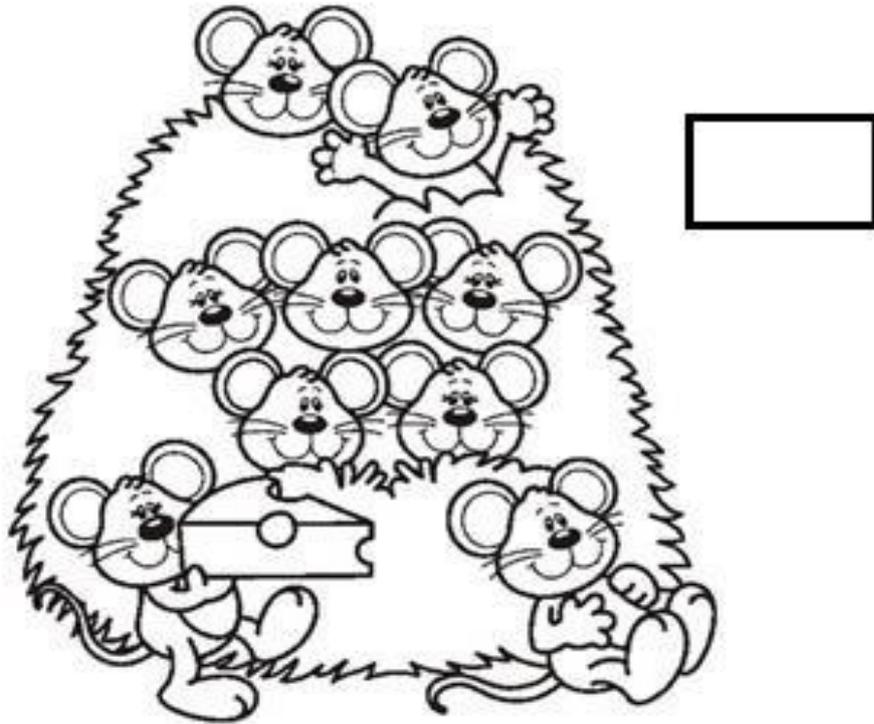
**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://www.ideiacriativa.org/2011/10/atividade-animais-de-jardim-matematica.html>> Acesso: 13/01/2018.

Na Figura 11, a atividade inicia com a apresentação oral do comando da atividade realizada pelo docente. Em seguida, após a entrega do material impresso, os estudantes terão que analisar a imagem contida no mesmo para poder resolver a questão. Conforme a orientação do Princípio da Contiguidade Temporal, tal estrutura de atividade pode gerar sobrecarga na memória do estudante, pois o mesmo terá que se lembrar do comando da atividade lido pelo professor anteriormente. Vejamos, agora, a mesma atividade considerando o Princípio da Contiguidade Temporal.

Após entregar a folha de resposta para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “No Jardim de Dona Rosa apareceu outro dia um montão de ratinhos. Ratos no jardim... Quem diria! Quantos Ratinhos você vê?”

Figura 12 – Atividade 5 (esquema 2)

## FOLHA DE RESPOSTA



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://www.ideiacriativa.org/2011/10/atividade-animais-de-jardim-matematica.html>> Acesso: 13/01/2018.

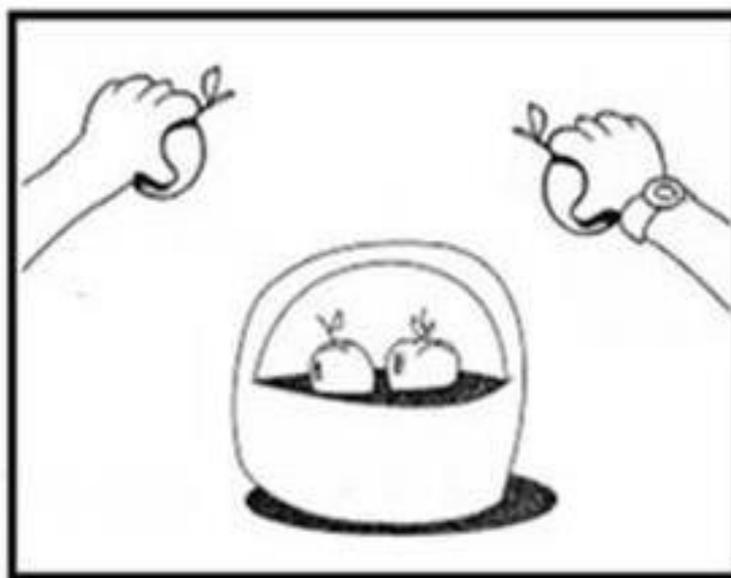
Na atividade da Figura 12 (que é a mesma Figura 11) é apresentada aos estudantes a imagem “Jardim da Dona Rosa”, só que com a narração do comando da questão feita ao mesmo tempo. Tal configuração satisfaz o Princípio da Contiguidade Temporal. Desse modo, na aprendizagem multimídia é importante que os conteúdos visuais e auditivos sejam apresentados ao mesmo tempo, do contrário, complicaria a organização e estruturação para a construção de esquemas mentais dos assuntos, dificultando que o aluno consiga fazer conexões entre as informações auditivas e visuais.

### Princípio da Segmentação

A aprendizagem ocorre de forma mais eficiente, quando as informações são apresentadas de forma fragmentada, por partes. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente uma imagem em uma folha de papel impresso para os alunos: “Observem a imagem e respondam a seguinte pergunta na folha de papel: Se mais duas maçãs forem adicionadas na cesta, qual o total de maçãs que terá dentro da mesma?” (ver Figura 13).

**Figura 13** – Atividade 6 (esquema 1)



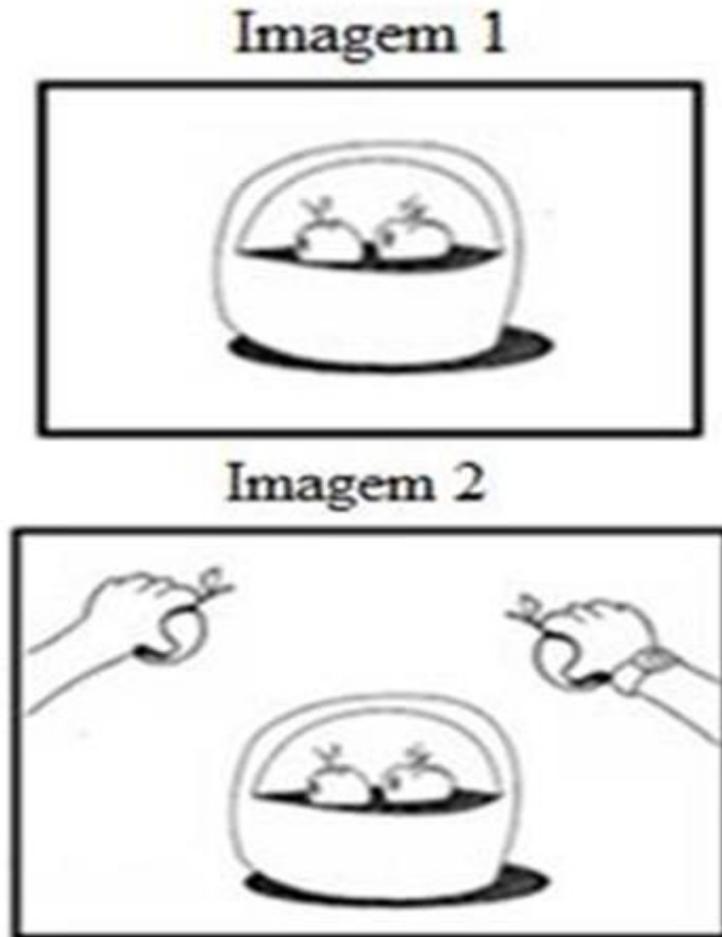
**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/2012/09/matematicaprobleminhasatividades.html>> Acesso: 13/01/2018.

O esquema de atividade da Figura 13 apresenta uma atividade de adição, no qual o estudante deve solucionar o problema correlacionando o comando da atividade as imagens. Entretanto, a atividade apresenta a informação principal para resolução da questão toda de uma só vez, sem estabelecer um caminho para o raciocínio. Desse modo, a atividade acima não leva em consideração o Princípio da Segmentação. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Segmentação.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente uma imagem em uma folha de papel impresso para os

alunos: “Observem a primeira imagem (Imagem1) e respondam a seguinte pergunta na folha de papel: Quantas maçãs há na cesta? Agora, observem a segunda imagem (Imagem 2). Se mais duas maçãs forem adicionadas na cesta, qual o total de maçãs que terá dentro da mesma?” (ver Figura 14).

**Figura 14** – Atividade 6 (esquema 2)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/2012/09/matematicaprobleminhasatividades.html>> Acesso: 13/01/2018.

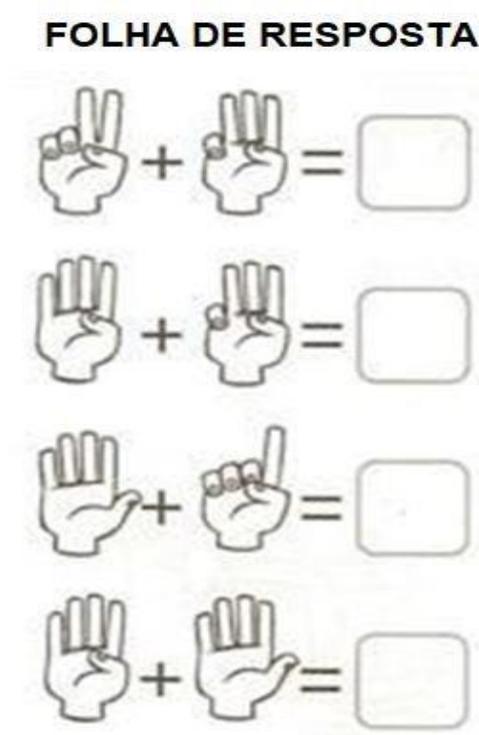
Observem que a atividade relacionada com a Figura 14 é realizada em duas etapas: a primeira com a identificação da quantidade de maçãs na cesta; a segunda com a adição de mais duas maçãs na cesta. O esquema da atividade da Figura 14 exprime a ideia para o raciocínio em etapas, quando as informações são segmentadas no material didático. Assim, o estudante consegue ter maior domínio sobre a atividade.

## Princípio do Pré-treinamento

A aprendizagem ocorre de forma mais eficiente por meio de treinamento, apresentando pontos principais do conteúdo. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Observe os desenhos dos dedos e descubra a operação adequada para cada desenho” (ver Figura 15).

**Figura 15** – Atividade 7 (esquema 1)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/p/alfabetizacao-matematica.html>> Acesso: 13/01/2018.

No esquema da atividade da Figura 15 espera-se que os estudantes consigam resolver as somatórias. Entretanto, a resolução da atividade pode ser prejudicada devido a atividade não oferecer aos estudantes nenhum treinamento ou exemplo para que os mesmos saibam como realizar esse tipo de atividade. Na atividade, são exibidas apenas as imagens necessárias para a resolução a partir das orientações da professora. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Pré-treinamento.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Observe os

desenhos dos dedos e descubra o resultado da soma. Percebam que a primeira conta já foi solucionada, juntos vamos observar e verificar como esta foi resolvida. Em seguida, deverão resolver individualmente as restantes” (ver Figura 16).

**Figura 16** – Atividade 7 (esquema 2)

## FOLHA DE RESPOSTA

$$\text{Hand with 2 fingers} + \text{Hand with 3 fingers} = \boxed{5}$$

$$\text{Hand with 4 fingers} + \text{Hand with 3 fingers} = \boxed{\phantom{00}}$$

$$\text{Hand with 5 fingers} + \text{Hand with 1 finger} = \boxed{\phantom{00}}$$

$$\text{Hand with 4 fingers} + \text{Hand with 5 fingers} = \boxed{\phantom{00}}$$

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/p/alfabetizacao-matematica.html>> Acesso: 13/01/2018.

No esquema da atividade da Figura 16, além do comando da atividade é apresentada ao estudante a resolução de uma das questões da atividade com o intuito de ajudar ao estudante a resolver o restante das questões. Vale destacar que o alto grau de complexidade inerente ao material multimídia pode dificultar a compreensão dos alunos e, desse modo, o pré-treinamento torna-se um recurso válido para ajudar o estudante a realizar a construção de esquemas mentais dos assuntos.

## Princípio da Modalidade

A aprendizagem ocorre de maneira mais eficiente por meio de imagens e palavras narradas do que imagens e palavras escritas, pois cada tipo de informação será processado por um canal diferente. Vejamos a atividade a seguir.

**Figura 17** – Atividade 8 (esquema 1)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://www.rota83.com/atividades-turma-da-monica-numeros-e-matematica.html>> Acesso: 13/01/2018.

Na atividade da Figura 17 é apresentada aos alunos uma folha de papel, no qual o texto e as imagens são exibidos. Na realização desta atividade não é apresentado nenhum estímulo auditivo, e ignorando, portanto, o Princípio da Modalidade. Vejamos, agora, a mesma atividade considerando o Princípio da Modalidade.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “A Magali adora os doces deliciosos que sua tia Nena Faz. Por isso, pediu que preparasse alguns bolos de

aniversário. Que tal desenhar as velinhas que estão faltando conforme as operações e completar a adição?” (ver Figura 18).

Figura 18 – Atividade 8 (esquema 2)

## FOLHA DE RESPOSTA



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://www.rota83.com/atividades-turma-da-monica-numeros-e-matematica.html>> Acesso: 13/01/2018.

Na Figura 18, a dinâmica da atividade é realizada de forma diferente do esquema 1 exposto na Figura 17, a cada estudante é dado um material impresso, com as informações visuais necessárias para compreensão e resolução da atividade. O contexto da atividade e o comando da questão são narrados pelo professor. Desse modo, há vantagem na utilização de materiais com narração e imagens, pois é eliminada a possibilidade de haver sobrecarga da memória visual, facilitando o processo de aprendizagem.

### Princípio Multimídia

Para este princípio, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz, quando textos e imagens são exibidos juntos do que de forma isolada. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Resolva o problema: a Magali ganhou muitos brinquedos em seu último aniversário. Ela ganhou duas bonecas, uma bola e dois ursos de pelúcia. Então, resolveu doar uma boneca e um de seus ursos. Quantos brinquedos Magali ainda têm?”.

**Figura 19** - Atividade 9 (esquema 1)

## Atividade

Resolva o problema:

A Magali ganhou muitos brinquedos em seu ultimo aniversário. Ela ganhou duas bonecas, uma bola e dois ursos de pelúcia. Então, resolveu doar uma boneca e um de seus ursos. Quantos brinquedos Magali ainda têm?

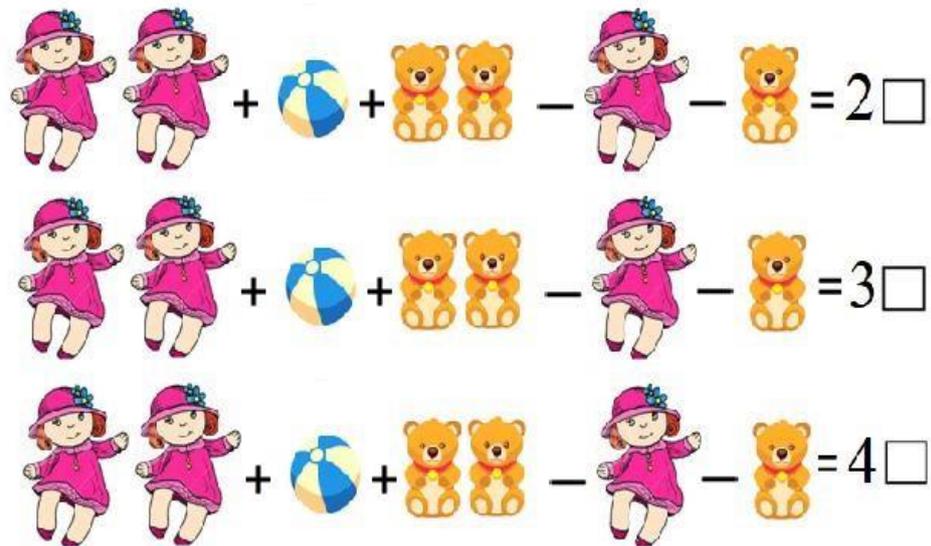
**Fonte:** A construção da ilustração é baseada em figuras retiradas da web.

Na Figura 19, a atividade propõe que os estudantes resolvam um problema que envolve adição e subtração. Para tanto, a atividade é apresentada apenas através de texto. Não apresentando nenhuma imagem que possa ajudar o estudante a construir uma representação imagética mental do comando da atividade. Neste sentido, a atividade não considera as orientações do Princípio Multimídia, pois somente o comando da atividade representado em forma de texto escrito pode não ser suficiente para ajudar o estudante a entender a informação essencial para resolução da atividade. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio Multimídia.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: resolva o problema: a Magali ganhou muitos brinquedos em seu último aniversário. Ela ganhou duas bonecas, uma bola e dois ursos de pelúcia. Então, resolveu doar uma boneca e um de seus ursos. Quantos brinquedos Magali ainda têm? Marque com um X o quadradinho que corresponde à alternativa correta (ver Figura 20).

Figura 20 – Atividade 9 (esquema 2)

## FOLHA DE RESPOSTA



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

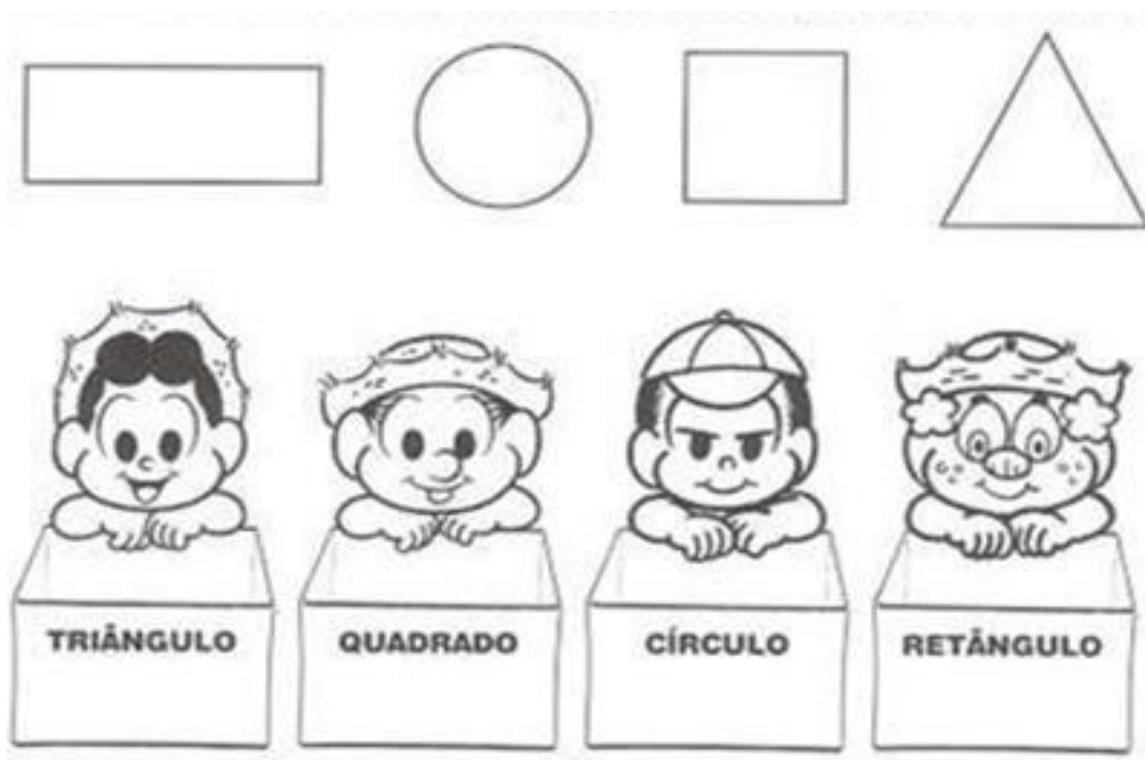
Na Figura 20 é apresentado aos estudantes as imagens que correspondem as alternativas de possíveis resoluções do problema proposto na atividade, ajudando aos estudantes a construir uma representação visual do problema. É importante destacar novamente que o Princípio Multimídia não está restrito somente a textos e imagens, mas sim, a toda mídia escrita ou falada e também todo tipo de imagem, vídeos, animações, ilustrações, entre outros.

### Princípio da Personalização

A aprendizagem é mais consistente quando as informações são exibidas de forma dialógica do que formal. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “As formas Geométricas estão posicionadas na direção incorreta das caixas, ligue cada caixa às formas geométricas correspondentes” (ver Figura 21).

**Figura 21** – Atividade 10 (esquema 1)



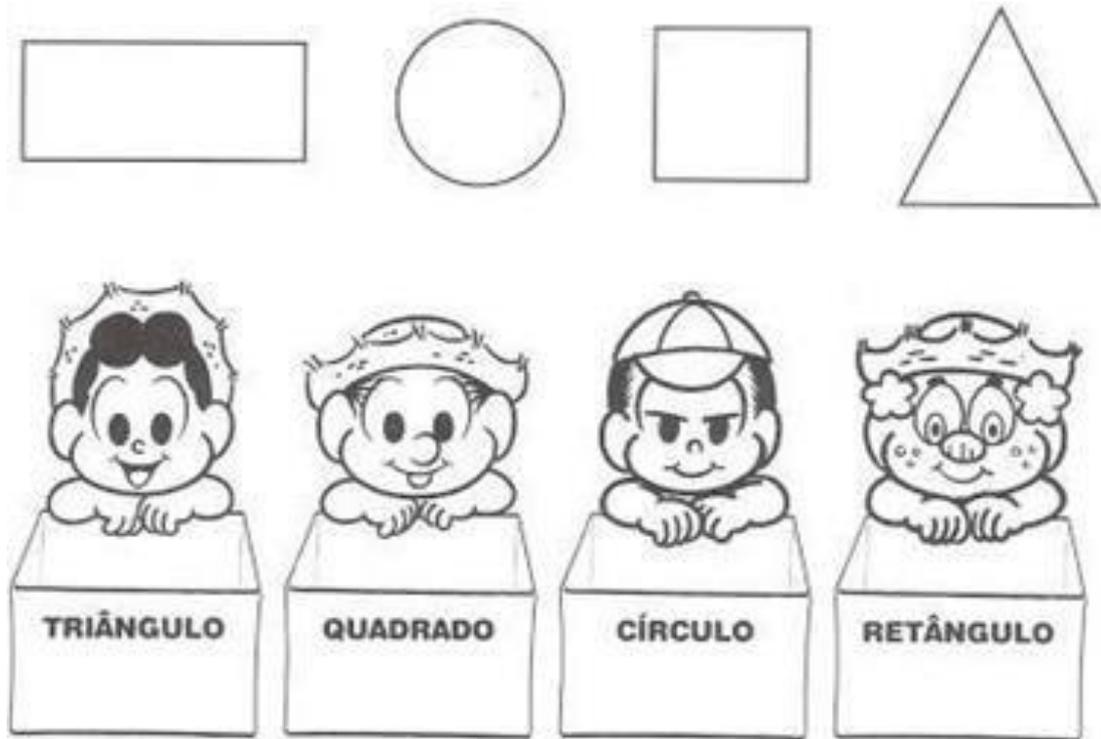
**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://tiahelainy.blogspot.com.br/2011/01/algumas-atividades-de-matematica.html>> Acesso: 17/01/2018.

Na Figura 21 é apresentada uma atividade cujo objetivo é identificar as figuras geométricas apresentadas no material impresso, associando as figuras geométricas aos seus respectivos nomes. Embora o comando da atividade seja objetivo, este é apresentado com uma linguagem formal, podendo dificultar a compreensão do aluno. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Personalização.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Precisamos ajudar

o Hino, Zé da Roça, Zé Lelé e Chico Bento a organizar as formas Geométricas em suas caixas”. Veja só que Bagunça! Então, mãos à obra! “Ligue cada forma à caixa correta” (ver Figura 22).

**Figura 22** - Atividade 10 (esquema 2)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <<http://tiahelainy.blogspot.com.br/2011/01/algumas-atividades-de-matematica.html>> Acesso: 17/01/2018.

Na Figura 22, o comando é apresentado com uma linguagem informal, mais acessível à compressão. Entretanto, é necessário ter cuidado com o excesso, pois pode acabar servindo de distração para o aluno, não ajudando o mesmo a compreender a finalidade da tarefa.

### **Princípio da Voz**

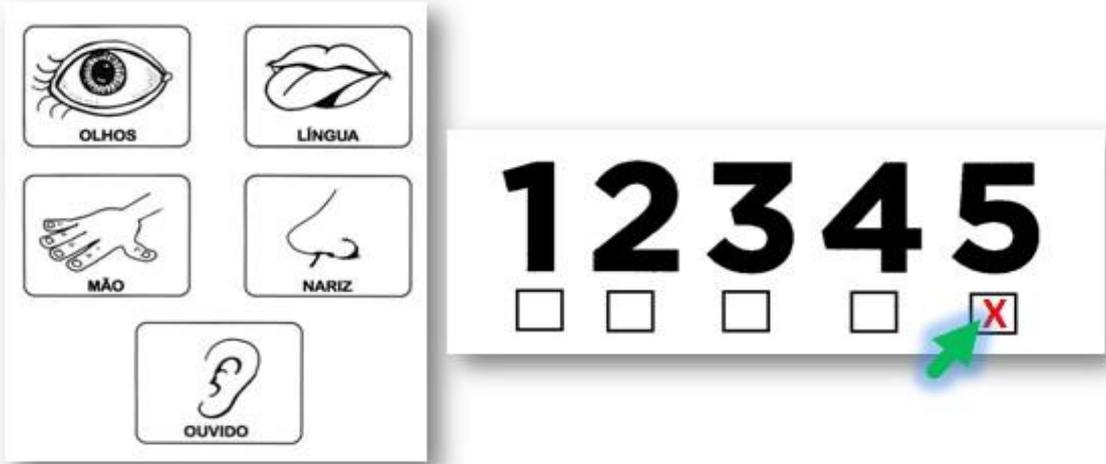
Para este princípio, aprende-se com maior facilidade com uma narração com voz humana natural do que uma voz mecanizada. É válido ressaltar que este princípio só é aplicável no uso de certos recursos tecnológicos. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica apresentando aos estudantes uma ferramenta computacional (ilustrada na Figura 23), orientando os estudantes como esta deve ser usada.

Figura 23 – Atividade 11 (esquema 1)

acertos 3 erros 0

 “Observem as figuras e respondam: quantos órgãos dos sentidos nós temos?”



The activity interface consists of a grid of five sense organs: OLHOS (eyes), LÍNGUA (tongue), MÃO (hand), NARIZ (nose), and OUVIDO (ear). To the right, a score display shows the numbers 1, 2, 3, 4, and 5. Below each number is a checkbox. The checkbox under the number 5 is marked with a red 'X', and a green arrow points to it.

**Fonte:** A construção da ilustração é baseada em figuras retiradas da web.

Na Figura 23, temos um jogo hipotético de perguntas e respostas cujo objetivo é a contagem de objetos apresentados na tela. Para iniciar a atividade, os estudantes devem clicar no ícone de alto-falante para ativar a narração do comando da atividade. Entretanto, a voz é computadorizada, ou seja, a voz do narrador é mecanizada, o que não é recomendável, pois a forma como é usada à voz e suas especificidades podem repercutir na condição emocional do estudante. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Voz.

Figura 24 – Atividade 11 (esquema 2)



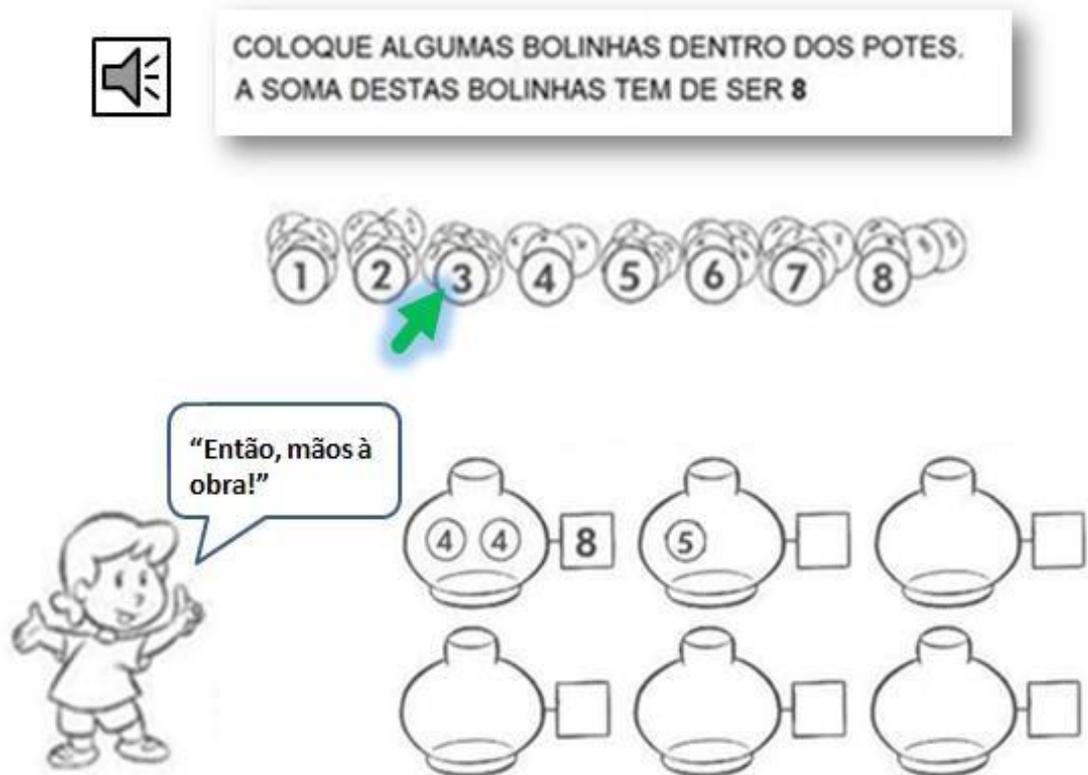
**Fonte:** A construção da ilustração é baseada em figuras retiradas da web.

Na Figura 24, a narração é utilizada com voz humana, dando ao personagem uma identidade. Percebe-se que embora em ambas as atividades haja a presença de uma narração, ou seja, apresentando estímulos tanto visuais quanto auditivo, a atividade da Figura 24 fornece maior envolvimento dos estudantes na tarefa devido ao fato de promover maior familiaridade com a narração com voz natural (humana).

### Princípio da Imagem

Para este princípio a aprendizagem não ocorre necessariamente melhor com o uso de personagens falantes apresentados na instrução Multimídia. É válido ressaltar que este princípio só é aplicável no uso de certos recursos tecnológicos. Vejamos a atividade a seguir.

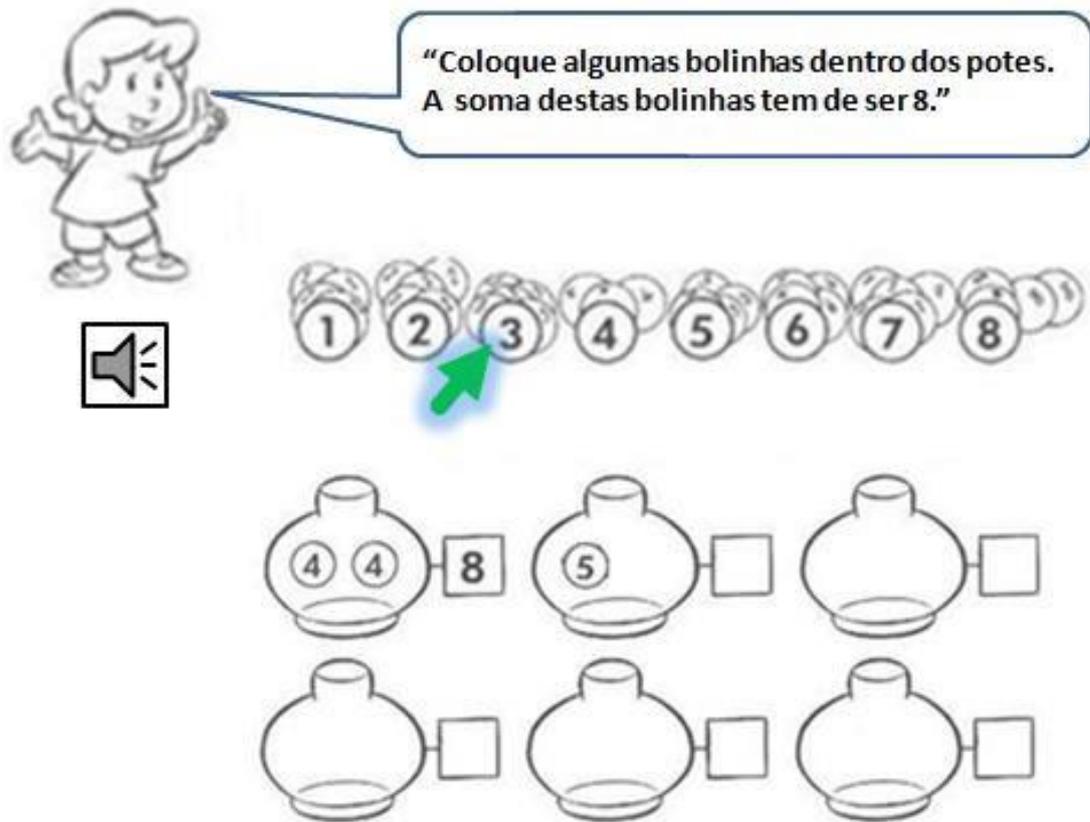
Figura 25 – Atividade 12 (esquema 1)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <[http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica\\_9580.html](http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica_9580.html)> Acesso: 17/01/2018.

Na Figura 25, ilustramos um jogo hipotético que tem como objetivo completar os potes inserindo bolinhas, cujas somatórias dos valores que estas representam seja equivalente a 8. Para iniciar a atividade os estudantes devem clicar no ícone de alto-falante para ativar a narração do comando da atividade. Há a presença de um personagem que não se encontra exercendo nenhuma função na atividade, o que pode desviar a atenção dos estudantes, resultando em um processamento cognitivo estranho no decorrer da aprendizagem. Desse modo, a atividade apresentada na Figura 25 não considera o Princípio da Imagem. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Imagem.

Figura 26 – Atividade 12 (esquema 2)



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <[http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica\\_9580.html](http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica_9580.html)> Acesso: 17/01/2018.

Na Figura 26, temos a presença de um personagem que dialoga sobre o que deverá ser feito pelo estudante na atividade. Desse modo, na atividade o personagem oferece uma informação importante para o uso do material. A existência de um personagem é eficiente quando ele orienta o estudante na organização para a construção do aprendizado. Além disso, a presença de personagens pode construir uma comunicação familiar com a ferramenta multimídia, como uma comunicação social.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Cap.1, foram discutidos alguns aspectos que envolvem a alfabetização matemática. Dentre estes, destacou-se a relevância da alfabetização matemática para a formação dos estudantes, tendo em vista que esta formação é essencial para o desenvolvimento dos mesmos, tanto em suas interações com o ambiente que os cerca, quanto na evolução escolar. Levantou-se a discussão de que a alfabetização matemática não tem sido tratada como uma matéria fundamental, haja vista que nas aulas há pouca interação entre professores e estudantes, e a matéria é comumente ministrada de forma descontextualizada. Trazem-se também neste capítulo, conceitos extremamente importantes para que a alfabetização matemática seja efetivamente alcançada, sendo estes: os conceitos de alfabetização, letramento e numeramento. Em outras palavras, a aquisição dos códigos de escrita e linguagem matemática, bem como o uso adequado destes em diferentes meios. Foi levantada também a discussão a respeito da inserção das tecnologias digitais no contexto educacional, e como se pode melhorar o processo de ensino e aprendizagem matemática e, em especial, como superar os desafios da alfabetização, no qual se destaca o processo de letramento como primordial para a formação humanística.

No Cap.2, foi realizada uma revisão sobre o processamento cognitivo humano, evidenciando os elementos que compõem a estrutura cognitiva humana e como ocorre o processamento das informações. Foi apontado que a estrutura cognitiva humana é composta por um sistema de memória que consiste em: a memória sensorial, memória de curta duração, memória de longa duração e memória de trabalho, estas interagem entre si para que o processamento das informações ocorra. Entretanto, é também evidenciado neste capítulo que o processamento cognitivo humano é limitado e que esta limitação deve ser levada em consideração na elaboração e apresentação das atividades em sala de aula; do contrário, a aprendizagem é prejudicada.

No Cap.3, o recurso multimídia é apresentado como uma alternativa interessante para otimizar a aprendizagem, pois oferece a possibilidade de se utilizar os dois principais canais de processamento das informações, o auditivo e o visual. Desse modo, é apresentado ao leitor como estes canais interagem no processamento das informações. Também é abordado sobre a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia ao qual estabelece doze princípios para

orientar a elaboração e a apresentação de materiais instrucionais multimídias, no intuito de ajudar o estudante na construção de modelos mentais consistentes que poderão ser utilizados mais adiante para a construção de novos aprendizados.

No Cap. 4, algumas atividades comuns de alfabetização matemática foram selecionadas com a finalidade de exemplificar as orientações propostas por cada um dos doze princípios da TCAM (Princípio da Coerência, Princípio da Sinalização, Princípio da Redundância, Princípio da Contiguidade Espacial e Princípio da Contiguidade Temporal, Princípio da Segmentação, Princípio da Pré-treinamento e Princípio da Modalidade, Princípio Multimídia, Princípio da Personalização do texto, Princípio da Voz e Princípio da Imagem). Assim sendo, verificaram-se os aspectos negativos em cada uma das atividades selecionadas e como os princípios da TCAM podem orientar para que a apresentação das atividades seja mais eficiente para a construção de esquemas cognitivos.

Diante dos estudos apresentados, é possível concluir que os conhecimentos sobre os processamentos cognitivos devem fazer parte do desenvolvimento de práticas pedagógicas. Desse modo, considera-se neste trabalho que tais conhecimentos devam fazer parte da realidade do processo de ensino e aprendizagem nas séries iniciais, tendo em conta que é nesta etapa que os estudantes estão sendo alfabetizados e letrados, e que todo conhecimento construído nesta etapa da formação escolar influenciará no desempenho dos estudantes nas próximas etapas de sua formação. Assim, também é possível perceber que independente do tipo de material, sendo tecnológico ou não, a forma como são exibidas as informações, seja esta visual ou auditiva, durante a execução das atividades em sala de aula, é determinante no desempenho dos estudantes. Destacou-se para tanto que a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia é um conhecimento primordial para a orientação no desenvolvimento de estratégias pedagógicas para a realização de atividades em sala de aula, haja vista que esta estabelece princípios que visam otimizar a construção de estruturas cognitivas para a elaboração de modelos mentais de conhecimentos que poderão futuramente oferecer subsídios para a construção de novos conhecimentos.

No decorrer da pesquisa de Mestrado que levou a presente dissertação, foi possível organizar um material na forma de um livro (versão impressa, em anexo), cuja versão digital final deverá ser disponibilizada no formato digital, que sirva de guia prático para professores, com a finalidade de ajudá-los a realizar atividades de forma mais inteligíveis, levando em consideração a importância dos canais auditivos e visuais, bem como a limitação do processamento de informações para a aprendizagem. Este material possui como elemento

central as orientações dos doze princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) e está direcionado a ajudar tanto os professores que estejam tentando desenvolver atividades mais inteligíveis em sala de aula, mesmo sem recursos digitais, quanto a pessoas que estejam tentando criar atividades multimídia em ambientes digitais. Apesar do guia ter como foco o ensino de Matemática para estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental, as ideias apresentadas podem ser aplicadas em outros níveis de ensino.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Danilo T.; PEREIRA FILHO, Sílvio; CALANDRINI, Sylvia; CORRÊA, Paulo Maués. **Coleção o Sapinho Guloso**. Editora: Paka-Tatu, ISBN: 978-85-7803-303-3, Pará, 2017.

BAKER, Dave; STREET, Brian; TOMLIN, Alison. **Mathematics as Social: understanding relationships between home and school numeracy practices**. For the learning of mathematics, 2003.

BADDELEY, Alan; EYSENCK, A. W.; ANDERSON, Michael C. **Memory: motivated forgetting**. 2009.

BRASIL. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: formação de professores que ensinam matemática no âmbito do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa**. Apresentação / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. -- Brasília: MEC, SEB, 2014.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Elementos Conceituais e Metodológicos para Definição dos Direitos de Aprendizagem e Desenvolvimento do Ciclo de Alfabetização (1º, 2º e 3º anos) do Ensino Fundamental**. Brasília, 2012.

CLARK, R. C.; MAYER, R. E. **E-learning and the Science of Instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning**. 3ª ed. San Francisco, CA, USA: Pfeiffer, 2011.

COWAN, Nelson. **The Magical Mystery Four: how is working memory capacity limited, and why**. Current Directions in Psychological Science , 2009.

FELDMAN, Robert S. **Introdução à Psicologia**. AMGH Editora, 2015.

FERREIRO, Emilia. **Reflexões sobre Alfabetização**. 24º ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FILATRO, A., & PICONEZ, S. C. B. **Design Instrucional Contextualizado**. São Paulo: Senac, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, 1987.

GEMINO, A.; PARKER, D.; KUTZSCHAN, A. O. **Investigating Coherence and Multimedia Effects of a Technology-Mediated Collaborative Environment.** v. 22, nº 3. Journal of Management Information Systems, 2006.

GOULART, Cecília MA. **Letramento e Polifonia: um estudo de aspectos discursivos do processo de alfabetização.** nº18, Revista Brasileira de Educação, 2001.

J. D. BRANSFORD, A. L. BROWN E R. R. **Cocking, How People Learn: brain, mind, experience and school,** The National Academies Press. Washington ,1999.

JOHNSON, C. I.; MAYER, R. E. An Eye Movement Analysis of the Spatial Contiguity Effect in Multimedia Learning. v. 18. Nº 2, Journal of Experimental Psychology: applied, 2012.

KALYUGA, S. Prior knowledge principle in multimedia learning. In: MAYER, R. Ed. **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning.** Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e Língua Materna: análise de uma impregnação mútua.** Cortez: Autores Associados, 2001.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. **Educação Matemática e Tecnologias Digitais: reflexões sobre prática e formação docente.** v. 10, nº 1. Canoas: Acta Scientiae, 2008.

MAYER, R. E.; MORENO, R. **A Split-Attention Effect in Multimedia Learning: evidence for dual processing systems in working memory.** v.90, nº 2. Journal of Educational Psychology, 1998.

MAYER, R. E.; JOHNSON, C. I. **Revising the redundancy principle in multimedia learning.** v. 100, nº 2. Journal of Educational Psychology, 2008.

MAYER, R. E.; SOBKO, K.; MAUTONE, P. D. **Social Cues in Multimedia Learning: role of speaker's voice.** v. 95, nº 2. Journal of Educational Psychology, 2003.

MAYER, R. E. **Multimedia Learning: Second Edition.** University of California: Santa Barbara, 2009.

MAYER, R. E.; DAPRA, C. S. **An Embodiment Effect in Computer-Based Learning With Animated Pedagogical Agents.** v. 18, n. 3. Journal of Experimental Psychology:

applied, 2012.

MENDES, Jackeline Rodrigues. **Ler, Escrever e Contar: práticas de numeramento-letramento dos Kaiabi no contexto de formação de professores índios do Parque Indígena do Xingu.** Tese (Doutorado). Instituto de Estudos da Linguagem, UNICAMP, Campinas, 2001.

MIGUEL, José Carlos. **Alfabetização Matemática: Implicações Pedagógicas.** 2007.

Disponível em:

<http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2005/artigos/capitulo%205/alfabetizacaomatematica>

Acesso em: 18 de maio de 2017.

MORETTI, Vanessa Dias; DE SOUZA, Neusa Maria Marques. **Educação Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: princípios e práticas pedagógicas.** Cortez Editora, 2015.

MORENO, R.; MAYER, R. E. **A Coherence effect in multimedia learning: the case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages.** v. 92, nº 1. Journal of Educational Psychology, 2000.

RUMMER, R.; SCHWEPPE, J.; FURSTENBERG, A.; SCHEITER, K. & ZINDLER A. **The Perceptual Basis of the Modality Effect in Multimedia Learning.** v. 17, nº 2. Journal of Experimental Psychology: applied, 2011.

SCHÜLER, A.; SCHEITER, K.; GERJETS, P. **Is Spoken Text Always Better? Investigating the Modality and Redundancy Effect With Longer Text Presentation.** v. 29, nº 4. Computers in Human Behavior, 2013.

SILVA, Luciene Amaral da. **O Uso Pedagógico de Mídias na Escola: práticas inovadoras.** v. 1, nº 01. Revista Eletrônica de Educação de Alagoas, 2013.

SOARES, M. **Novas Práticas de Leitura e Escrita: letramento na cibercultura.** vol. 23, nº 81, Campinas: Educ. Soc., 2002. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

\_\_\_\_\_. **Letramento e Alfabetização: as muitas facetas.** Anais da 26ª. Reunião Anual da Andes, 2003.

SOARES, Magda. **Alfabetização e Letramento.** São Paulo: Contexto, 2004.

SOUZA, Nelson. **Investigando o Efeito do Deslocamento do Olhar: implicações para o**

**Princípio da Atenção Dividida.** Tese de Doutorado - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, 2015.

\_\_\_\_\_. **Teoria da Carga Cognitiva: origem, desenvolvimento e aplicações.** Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, 2010.

SOUZA, K. N. V. **Alfabetização Matemática: considerações sobre a teoria e a prática.** 2010. Disponível em:  
<http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/ric/article/viewFile/273/259> Acesso em: 18 junho 2017.

CLARK, R.; NGUYEN, F.; SWELLER, J. **Efficiency in Learning: evidence-based guidelines to manage cognitive load.** San Francisco, John Wiley & Sons, San Francisco, 2006.

SWELLER, John; AYRES, Paul; KALYUGA, Slava. **Cognitive Load Theory.** Springer Science & Business Media, 2011.

TOLEDO, Maria Elena Roman de Oliveira. **Metacognição e Registro na Educação Matemática de Jovens e Adultos.** 25ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPEd), Minas Gerais, 2002.

# ANEXO

# APLICAÇÃO DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA NA ELABORAÇÃO DE ATIVIDADES DE ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA: UM GUIA PRÁTICO PARA PROFESSORES

Aline N. Braga, Silvio C. F. Pereira Filho, Nelson P.  
C. de Souza e Danilo T. Alves

Material pedagógico intitulado “Aplicação da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia na Elaboração de Atividades de Alfabetização Matemática: um guia prático para professores”, elaborado no contexto do Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGDOC), Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), Universidade Federal do Pará (UFPA).

# Sumário

- Apresentação
- Aprender, o que é?
- A estrutura cognitiva humana
- A memória de trabalho é limitada? Como assim? Qual seu limite?
- Mas o que significa multimídia?
- Como ocorre o processamento das informações em aprendizagem multimídia?
- Afinal, como explorar os canais auditivo e visual em atividades?
- Considerações finais

# Apresentação

Caro professor, cara professora, você já se deparou com o problema de elaborar atividades didáticas levando em conta a melhor combinação de estímulos visuais e auditivos? O presente livro se propõe a ajudar nessa tarefa, apresentando, de modo prático, a *Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia*. Esta obra tem como foco o ensino de Matemática para estudantes do 1º ano do Ensino Fundamental, mas as ideias aqui apresentadas podem ser aplicadas nos mais diversos contextos.

**Aprender, o que é?**

Aprendizagem é compreendida por muitos como um processo que engloba a formação, num indivíduo, de novas estruturas mentais de informação (emoções, sensações, comportamentos, habilidades,...), bem como a reorganização das estruturas de conhecimento já formadas. A aprendizagem engloba a capacidade do indivíduo de transferir a outros contextos a aprendizagem construída num dado contexto. Ver Matsumoto (2009, p. 282) e Bransford et. al. (1999, p. 73).

A aprendizagem é resultante da **interação** do indivíduo consigo mesmo, com os outros indivíduos e com o restante da natureza ao seu redor. Essa interação ocorre por meio dos canais sensoriais (visão, audição, paladar, tato e olfato) e a formação de novas estruturas cognitivas pelo o processamento das informações captadas pelos canais sensoriais. Ver Baddeley (1992, p. 556).

***Aprender, portanto, requer interagir!***

***Ouvir o que o professor tem a dizer, como usualmente se faz, é apenas uma forma válida de os estudantes interagirem com o mundo....***

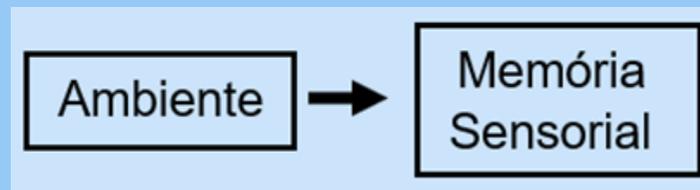
***Mas existem outras tantas!!! Então, vamos diversificar as formas de interação em sala de aula para ampliar a interação com o mundo!!***

# **A estrutura cognitiva humana**

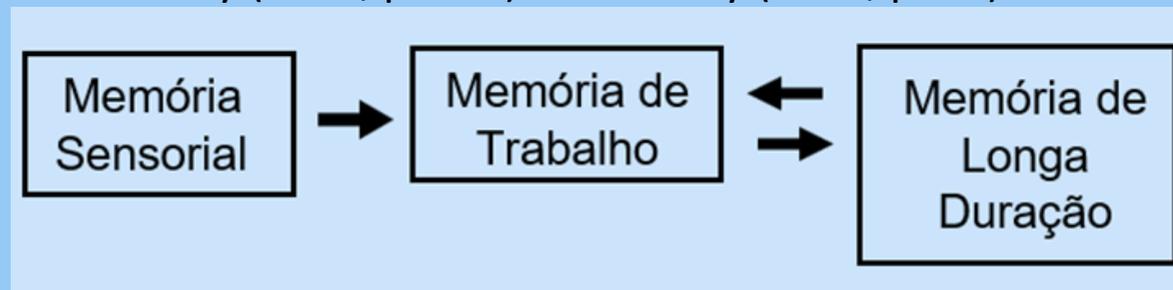
Os processos cognitivos humanos dizem respeito à forma como nós percebemos, processamos, codificamos, armazenamos, recuperamos e utilizamos as informações. A estrutura cognitiva é composta por sistemas de memórias, que consiste em: memória sensorial, memória de curta duração, memória de longa duração e memória de trabalho. Ver Santos e Tarouco (2007, p.2) e Baddeley (2009, p. 18).

Antes de entendermos melhor sobre estes sistemas de memórias é necessário termos em mente o que é memória. A memória consiste na aquisição, formação, armazenamento e recuperação de informações. É nela que ficam guardadas todas as nossas experiências. As informações contidas em nossa memória fazem com que sejamos seres únicos, define não só quem somos, mas quem poderemos nos tornar no futuro. Ver Izquierdo (2011, p.13).

O primeiro acesso das informações a estrutura cognitiva se dá partir da memória sensorial, que funciona como área de conexão na percepção dos estímulos do ambiente (visuais, auditivos, gustativos, olfativos e táteis) recebidos pelos sentidos. Embora a memória sensorial possua uma capacidade relativamente grande em captar os estímulos, retém informações por um período muito pequeno. Ver Baddeley (2009, p. 19).

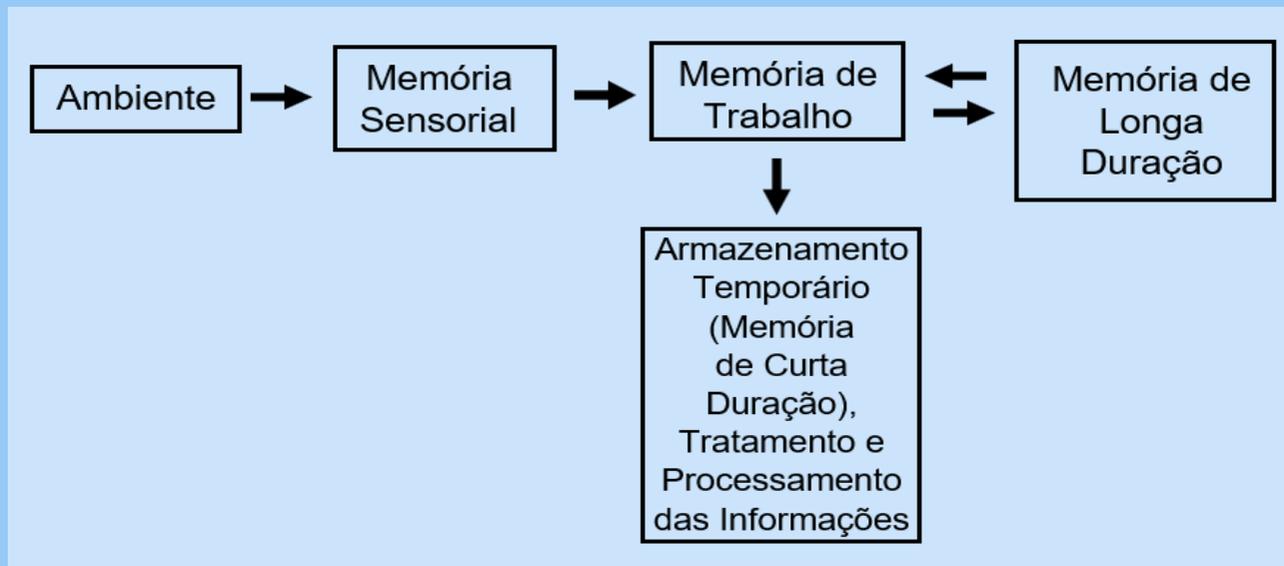


A memória de trabalho é compreendida como o eixo do processo ativo ou consciente da mente humana. É um sistema de capacidade limitada, que ao receber as informações captadas pela memória sensorial, permite o armazenamento temporário (memória de curta duração), o tratamento e o processamento das mesmas, para que posteriormente estas informações possam ser associadas a informações já armazenadas na memória de longo prazo. Ver Baddeley (1992, p. 556) e Baddeley (2009, p. 22).



A memória de curta duração é a memória responsável por armazenar pequenas quantidades de informação por um período curto. Ver Baddeley (2009, p. 31).

A memória de longa duração funciona como um repositório de capacidade quase ilimitada, onde as informações armazenadas encontram-se estruturadas em esquemas organizados de forma coerente, para que possam ser acessados quando necessário. Ver Robert S. Feldman (2015, p. 211).



Fonte: Baddeley (2009).

**A memória de trabalho é limitada? Como assim? Qual seu limite?**

A memória de trabalho é composta de uma central executiva e de sistemas que auxiliam no armazenamento de informações auditivas e visuais, sendo a capacidade da memória de trabalho subdividida entre os canais de processamento auditivo e visual. Ver Baddeley (1992, p. 556) e Souza (2010, p.55).

A memória de trabalho humana é capaz de processar simultaneamente no máximo de 5 a 9 “unidades” de informação que podem ser retidas e manipuladas na memória de trabalho. A dimensão de cada unidade de informação depende do nível de expertise do indivíduo, como será visto em detalhes mais adiante. Excedido este limite de processamento, ocorre um decaimento no desempenho cognitivo. Então, os professores devem levar em conta o limite da capacidade da memória de trabalho na elaboração das atividades, pois exceder esse limite, pode ser prejudicial a aprendizagem. Ver Sweller et. al (2011, p. 42-44) e Clark, Nguyen e Sweller (2006, p. 29-30).

***Recomenda-se, então, que as atividades didáticas não sobrecarreguem a memória de trabalho.***

Podemos entender “unidade de informação” (em inglês, *chunks*) como um certo conjunto de informações que pode ser retido e manipulado na memória de trabalho, juntamente com outras unidades. Essas unidades de informação podem, no entanto, ter tamanhos diferentes. Por exemplo, recordar de 7 palavras de modo aleatório pode gerar tanta carga na memória quanto recordar 7 consoantes distribuídas também de forma aleatória. Ver Miller (1956, p.91) e Cowan (2009, p.3).

O tamanho da unidade de informação está relacionado à experiência do indivíduo com um dado contexto de informação, desse modo, as pessoas com mais experiência com um tema (*os experts*) podem, de modo geral, lidar com unidades de maior tamanho do que indivíduos com menor experiência com o mesmo tema. O exemplo a seguir pode ajudar a compreender melhor essa questão.



O desempenho dos indivíduos está diretamente relacionado ao grau de familiaridade dos indivíduos com o jogo. Os mestres conseguem memorizar o posicionamento de várias peças simultaneamente como um único item (unidade de informação) de memória. Já para o jogador iniciante, cada peça equivale a um item a ser memorizado. Entretanto, quando as peças são distribuídas aleatoriamente no tabuleiro, os experientes não conseguem aplicar suas habilidades de reconhecimento de esquemas reais de jogo (visto que estas não existem quando se trata de situações aleatórias), e o desempenho dos mesmos em memorizar se iguala aos iniciantes, vendo cada peça com um item de memória.

**Mas o que significa Multimídia?**

O termo multimídia se refere a um conjunto de meios técnicos utilizados na exposição das informações por meio de diferentes modalidades sensoriais. Desse modo, o recurso multimídia pode ser percebido em três níveis distintos:

**Nível técnico:** vinculado a ferramentas que são condutoras de sinais, como, por exemplo, computadores, redes, monitores, dentre outros;

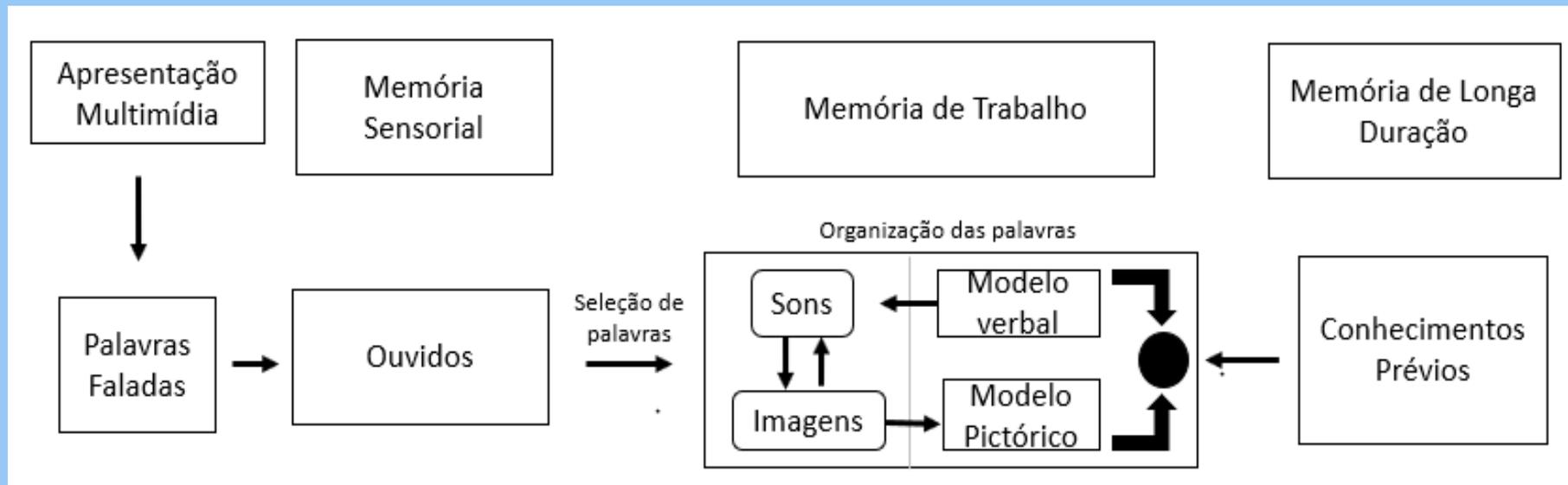
**Nível semiótico:** relacionado à forma de apresentação desses sinais, como, por exemplo, textos, imagens e sons e;

**Nível sensorial:** vinculado ao tipo de modalidade de recebimento de sinais, por exemplo, visual ou auditiva. Ver Schnotz e Lowe (2003, p.117).

Tendo em vista a capacidade limitada da memória de Trabalho no processamento das informações, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia funda-se na ideia de que os processamentos das informações ocorrem devido a um processo consciente. Este se desenvolve de acordo com a atenção a informações relevantes, sistematização e na construção de correlação com conhecimentos prévios. Dentre os canais sensoriais de aquisição de informação (visão, audição, paladar, tato e olfato), os canais visual e auditivo foram os estudados pelo autor, e aos quais a teoria está fundamentada. Ver Mayer (2009, p.67).

Para processar as palavras faladas, os ouvidos humanos interceptam os sons das palavras, estas são levadas à memória sensorial auditiva, onde ficam retidas provisoriamente (ver Figura 3). Posteriormente, o processo cognitivo consciente ocorre conforme a atenção dada ao som e somente depois é possível correlacionar o som com imagens e então desenvolver de forma coerente modelos mentais e associá-los a outros modelos prévios (ver Figura 3). Ver Mayer (2009, p.78).

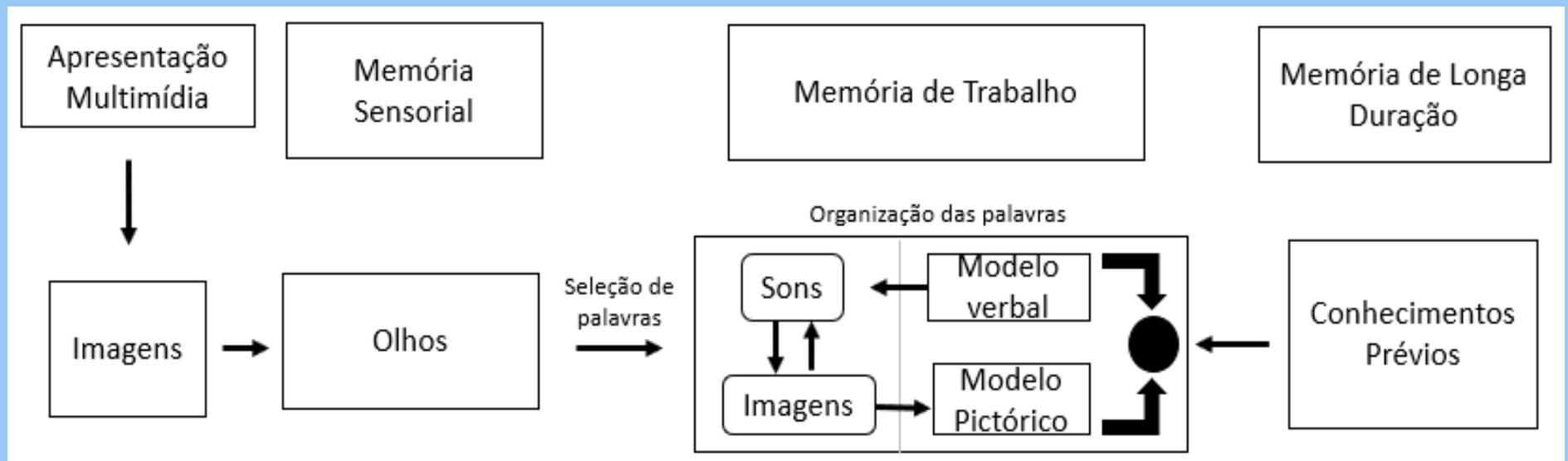
### Processamento de Palavras Faladas



Fonte: Mayer (2014).

Em relação ao processamento de imagens, as imagens são captadas pelos olhos e levadas à memória sensorial visual onde ficam retidas por um tempo breve, em seguida o processamento ativo começa, as informações visuais são organizadas em estruturas coerentes que deverão ser associadas posteriormente a conhecimentos prévios (ver Figura 3). Ver Mayer (2009, p.76-77).

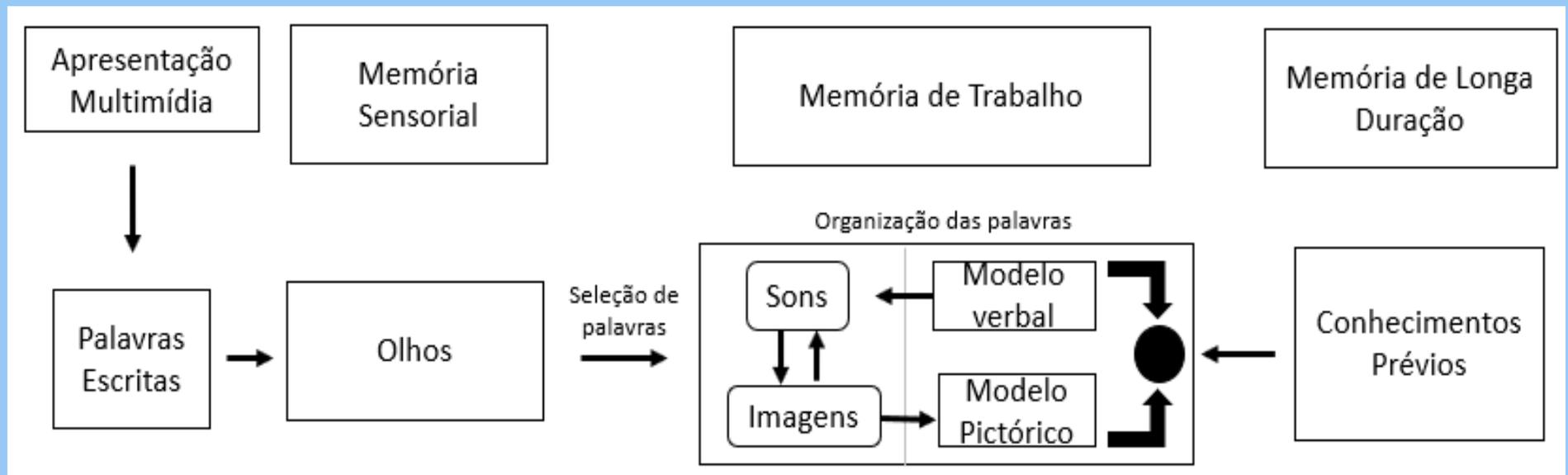
### Processamento de Imagens



Fonte: Mayer (2014).

No caso de palavras apresentadas visualmente (palavras impressas), estas são inicialmente processadas como uma informação visual. Em seguida, ao serem pronunciadas mentalmente, as palavras podem ser processadas como uma informação sonora. Ver Mayer (2009, p.78-79). No momento em que as palavras impressas são capturadas pelo canal visual, como por exemplo, na leitura de um livro, estas seguem direções variadas na organização lógica e coerente de informações relevantes. Encontradas nos materiais instrucionais, as palavras impressas também concorrem com figuras, por serem captadas pelo mesmo canal. Ver Mayer e Moreno (1998, p. 312).

### Processamento de Palavras Escritas



Fonte: Mayer (2014).

**Como ocorre o processamento  
das informações em  
aprendizagem multimídia?**

Para compreender como ocorre o processamento das informações é necessário considerar o tipo de carga cognitiva que pode ser gerada ao realizar uma atividade multimídia, este pode ocorrer de três formas diferentes: processamento cognitivo estranho, cognitivo essencial e cognitivo generativo. Ver Mayer (2009, p. 79).

O processamento cognitivo estranho acontece devido ao uso de estratégias, métodos, formas de avaliação e recursos educacionais que não estão relacionados ao propósito formativo, por exemplo, materiais confusos e desorganizados que sobrecarregam a capacidade da memória e que dificultam o aprendizado dos conteúdos relevantes. Já o processamento cognitivo essencial está relacionado à complexidade inerente ao material instrucional, por exemplo, atividades de ensino que beneficiam o objetivo da aprendizagem. O último processamento cognitivo, o generativo, tem o intuito de dar sentido ao conteúdo que beneficia o objetivo do aprendizado. Ver Mayer (2009, p. 79-81).

***Assim, para que a aprendizagem seja eficiente é necessário evitar ao máximo possível o processamento cognitivo estranho, administrar o processamento cognitivo essencial e viabilizar o processamento cognitivo generativo. Como fazer isso? Veremos mais adiante, a partir dos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.***

**Afinal, como explorar os canais visual e auditivo em atividades?**

Para realizar atividades em sala de aula, levando em consideração a importância dos canais auditivo e visual no processo de aprendizagem, é necessário saber como a organização dos estímulos (visuais e auditivos) podem influenciar no processo cognitivo. Baseado na ideia de equilíbrio de cargas de informações, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) apresenta doze princípios que podem ser agrupados conforme sua finalidade:

**Princípios para reduzir o Processamento Cognitivo Estranho:** Princípio da Coerência, Princípio da sinalização, Princípio da Redundância, Princípio da Contiguidade Espacial e Princípio da Contiguidade Temporal;

**Princípios para administrar o Processamento Cognitivo Essencial:** Princípio da Segmentação, Princípio da Pré-treinamento e Princípio da Modalidade;

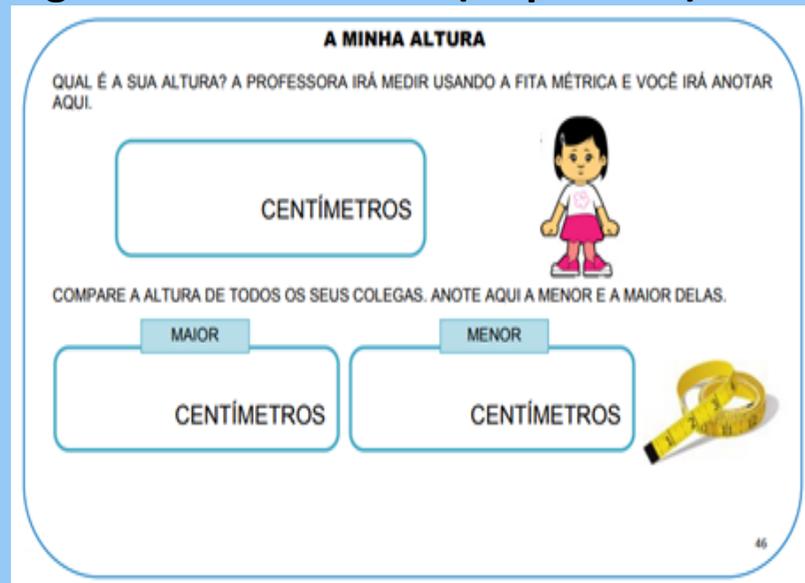
**Princípios para promover o Processamento Cognitivo Generativo:** Princípio Multimídia, Princípio da Personalização do texto, Princípio da Voz e Princípio da Imagem.

Tais princípios têm por finalidade orientar a elaboração do uso de materiais multimídia no processo de ensino e aprendizagem, com o objetivo de diminuir ao máximo o processamento cognitivo estranho, administrar o processamento cognitivo essencial e viabilizar o processamento cognitivo generativo.

**Princípio da Coerência** - De acordo com este princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando textos, sons e imagens que não estejam relacionados com o objetivo da atividade são excluídos do material. Veja a atividade a seguir.

Após entregar a folha da atividade para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade, sinalizando como a atividade será desenvolvida: “Qual é a sua altura? Vou medir a altura de cada um de vocês usando a fita métrica. Vocês deverão anotar aqui (a professora sinaliza apontando para a folha da atividade). Em seguida, comparem a altura de todos os seus colegas. Anote aqui a menor e a maior delas.” (Ver Figura 1).

**Figura 1 – Atividade 1 (esquema 1)**



**Fonte:** Disponível em:

<http://smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Produ%C3%A7%C3%B5es%20SME/Cadernos%20de%20Atividades%20Pedag%C3%B3gicas/Matem%C3%A1tica%20-%201%C2%BA%20ano.pdf> Acesso: 13/01/2018.

A atividade ilustrada na Figura 1 possui o objetivo de apresentar aos estudantes uma das unidades de medidas de comprimento que compõe o sistema internacional de medidas, além de testar a habilidade dos mesmos sobre a compreensão dos conceitos de maior e menor. No entanto, a atividade não está de acordo com o princípio da coerência, pois a ilustração da menina e da fita métrica na atividade não desempenha nenhuma função para a execução da atividade, podendo gerar sobrecarga na memória. Vejamos, a seguir, o mesmo modelo de atividade considerando o Princípio da Coerência.

Após entregar a folha da atividade para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade, sinalizando como a atividade será desenvolvida: “Qual é a sua altura? Vou medir a altura de cada um de vocês, usando a fita métrica. Vocês deverão anotar aqui (a professora sinaliza apontando para a folha da atividade). Em seguida, comparem a altura de todos os seus colegas. Anote aqui a menor e a maior delas” (ver Figura 2).

**Figura 2 – Atividade 1 (esquema 2)**

O esquema da atividade, intitulado "A MINHA ALTURA", está contido em um retângulo com cantos arredondados. No topo, o título "A MINHA ALTURA" está em negrito. Abaixo dele, o texto "QUAL É A SUA ALTURA? A PROFESSORA IRÁ MEDIR USANDO A FITA MÉTRICA E VOCÊ IRÁ ANOTAR AQUI." orienta o aluno. No centro, há um retângulo branco com o rótulo "CENTÍMETROS". Abaixo disso, o texto "COMPARE A ALTURA DE TODOS OS SEUS COLEGAS. ANOTE AQUI A MENOR E A MAIOR DELAS." indica a próxima etapa. Na base, há dois retângulos brancos para anotação. O primeiro é precedido por um pequeno retângulo azul com o texto "MAIOR", e o segundo por um pequeno retângulo azul com o texto "MENOR". Ambos os retângulos de anotação contêm o rótulo "CENTÍMETROS". No canto inferior direito do esquema, o número "46" é visível.

Observe que na Figura 2 a atividade não apresenta qualquer imagem ou texto que seja irrelevante para resolução da mesma. Neste sentido, podemos intuir que é mais aconselhável desenvolver atividades com informações claras e diretas, sem informações que possam distrair o estudante do objetivo da atividade.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

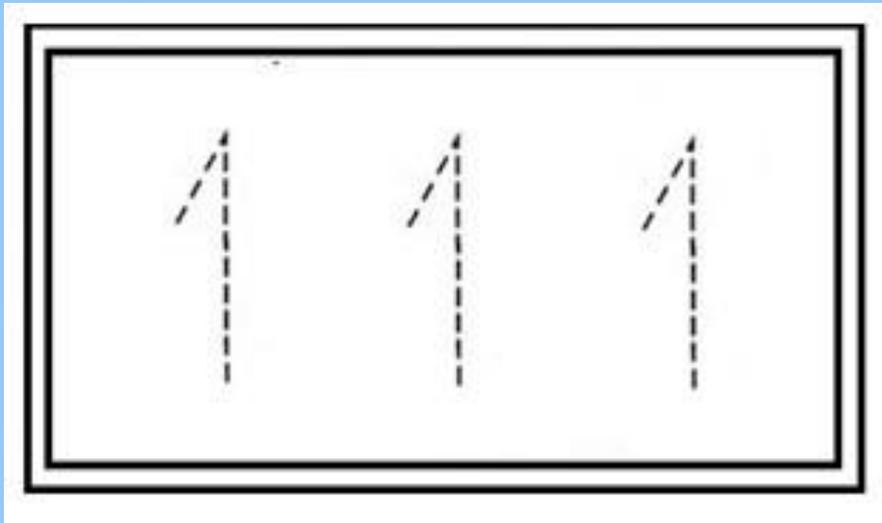
Disponível em:

<http://smeduquedecaxias.rj.gov.br/nead/Biblioteca/Produ%C3%A7%C3%B5es%20SME/Cadernos%20de%20Atividades%20Pedag%C3%B3gicas/Matem%C3%A1tica%20-%201%C2%BA%20ano.pdf> Acesso: 13/01/2018.

**Princípio da Sinalização** – De acordo com esse princípio, a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando texto ou imagem essenciais para o objetivo da atividade forem sinalizados. Veja a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Observe o quadro e cubra os tracejados do numeral 1.” (ver Figura 3).

**Figura 3- Atividade 2 (esquema1)**

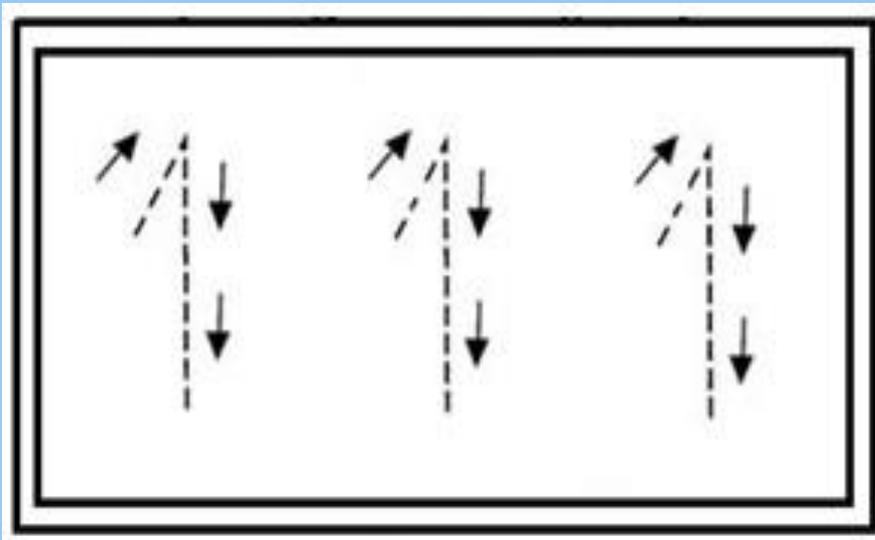


**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

Na Figura 3 é apresentada uma atividade para auxiliar o estudante a identificar, bem como a escrever o número 1. A atividade é de “cobrir”, mas não orienta por onde o estudante deve começar, ou seja, não sinaliza com uma informação essencial de modo a promover a compreensão correta para a execução da atividade. Desse modo, a atividade não leva em consideração o Princípio da Sinalização. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Sinalização.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos, entretanto, a professora explica que os alunos devem começar a cobrir seguindo a orientação da seta: “Observe o quadro apresentado no desenho. Cubra os tracejados do numeral 1 seguindo a direção das setas”. (ver Figura 4).

**Figura 4 – Atividade 2 (esquema 2)**



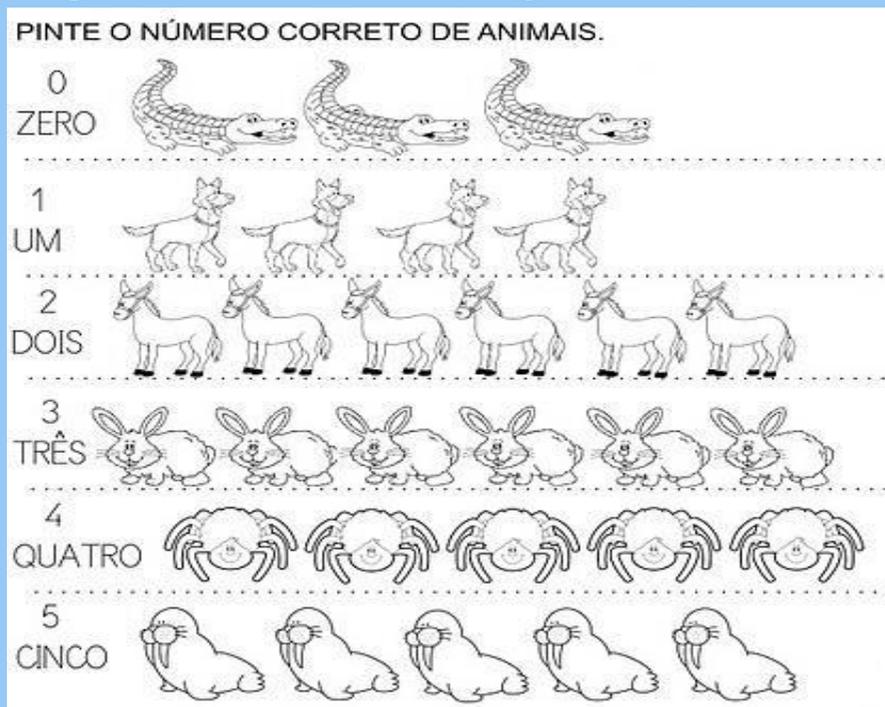
Na Figura 4, há a presença de setas que orientam os estudantes por onde devem começar a cobrir. Dicas como esta, conduzem o estudante a perceber a estrutura organizacional do conteúdo essencial, tornando mais fácil construir esquemas mentais no momento da aprendizagem.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

**Princípio de Redundância** - Para este princípio a aprendizagem ocorre de forma mais eficiente quando as informações são apresentadas por meio de imagem e narração do que por meio de imagem e texto, sendo o texto narrado. Isso porque, conforme já discutido, o uso de textos e imagens para apresentar uma mesma informação aumenta a carga cognitiva e pode sobrecarregar o canal visual, tendo em vista que texto e imagem são captados pelo mesmo canal: visual. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha da atividade para os alunos: “Prestem atenção nos números que vou falar. Em seguida, pintem a quantidade de animais que correspondem aos números falados por mim: pintem zero jacaré, pintem um cachorrinho, pintem dois burrinhos, pintem três coelhinhos, pintem quatro aranhas e pintem cinco leões marinhos” (ver Figura 5).

### Figura 6- Atividade 3 (esquema 1)

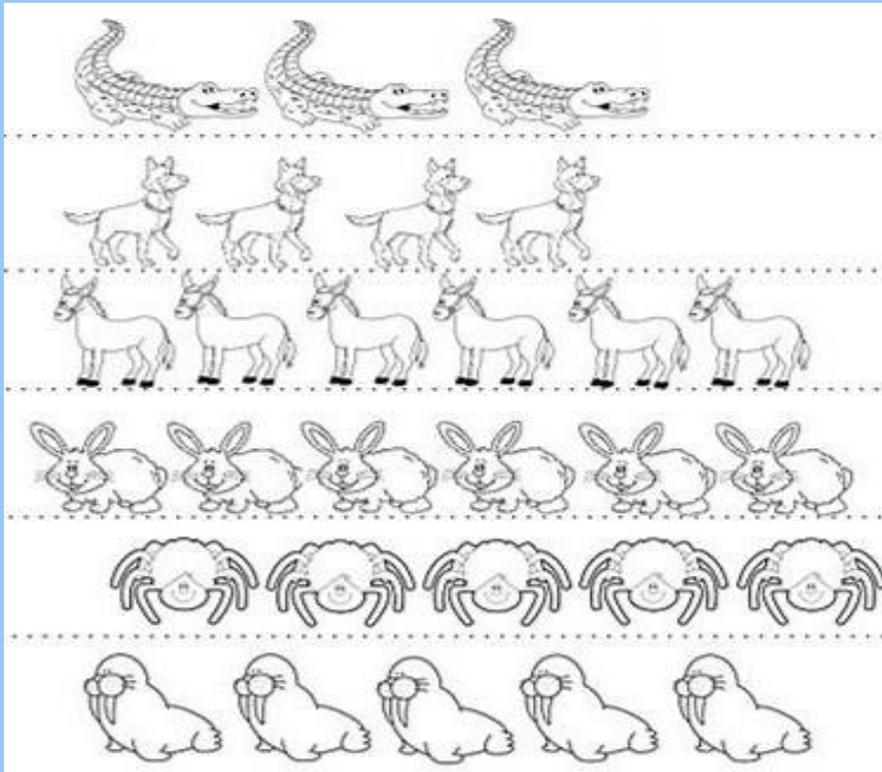


**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://altograu.blogspot.com/2012/01/atividades-de-matematica-1-ano.html> Acesso: 13/01/2018.

Na Figura 6, a atividade proposta tem o objetivo de avaliar as habilidades dos estudantes em identificar a quantidade de animais equivalente aos números indicados pela professora para cada animal. No desenvolvimento desta atividade é possível gerar sobrecarga na memória, já que esta não está de acordo com o Princípio da Redundância, pois há a presença de imagem, texto escrito e texto falado. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio de Redundância.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Prestem atenção nos números que vou falar. Em seguida, pintem a quantidade de animais que correspondem os números falados por mim: pintem zero jacaré, pintem um cachorrinho, pintem dois burrinhos, pintem três coelhinhos, pintem quatro aranhas e pintem cinco leões marinhos”.

**Figura 7– Atividade 3 (esquema 2)**



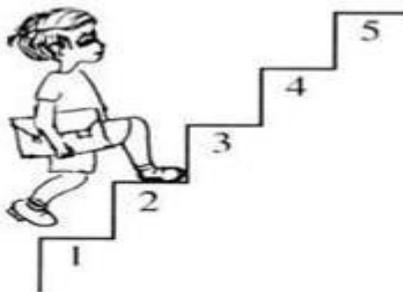
**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://altograu.blogspot.com/2012/01/atividades-de-matematica-1-ano.html> Acesso: 13/01/2018.

Na Figura 7, a atividade segue o princípio da redundância. É possível identificar que as informações são apresentadas por meio de imagem e texto narrado, sem gerar sobrecarga na memória, exigindo um esforço menor do canal visual em captar as informações, o que facilita a compreensão do estudante para resolução da atividade.

**Princípio da Contiguidade Espacial-** Este princípio propõe que a aprendizagem ocorre com maior facilidade quando textos e imagens são colocados perto um do outro no momento em que são exibidos. Vejamos a atividade a seguir. Após entregar a folha da resposta para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente. Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.” (ver Figura 8).

**Figura 8- Atividade 4 (esquema 1)**

Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente.



Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.

7	9	12	8	5	3	1

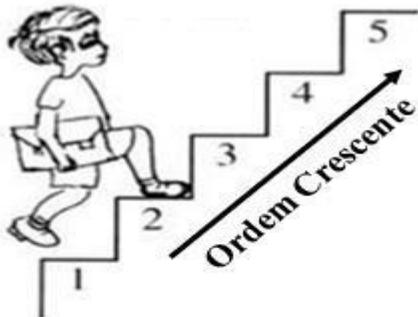
Na Figura 8, é apresentada uma atividade que visa testar as habilidades dos estudantes em ordenar em ordem crescente os numerais indicados. É possível identificar que a atividade não está de acordo com o Princípio da Contiguidade Espacial. A gravura encontra-se distante da informação essencial (ordem crescente), dificultando que o estudante consiga estabelecer correlações diretas entre a imagem e a informação essencial. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Contiguidade Espacial.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <https://www.nainternet.biz/atividades-de-matematica-para-1-ano-do-fundamental/> Acesso: 13/01/2018.

Após entregar a folha da resposta para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente. Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.” (ver Figura 9).

### Figura 9 – Atividade 4 (esquema 2)

Observe a figura. A escada ilustrada na figura está enumerada em ordem crescente.



Agora distribua os números em ordem crescente em cada uma das caixas abaixo.

7	9	12	8	5	3	1

Na Figura 9, a atividade está de acordo com o princípio da continuidade espacial, tendo em vista que o texto essencial se encontra perto da imagem, oferecendo uma associação imediata da imagem com o texto e eliminando maior esforço cognitivo.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <https://www.nainternet.biz/atividades-de-matematica-para-1-ano-do-fundamental/> Acesso: 13/01/2018.

**Princípio da Contiguidade Temporal** - Neste princípio, aprende-se de forma mais eficiente quando a imagem e a narração são apresentadas ao mesmo tempo do que de forma separada. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “No Jardim de Dona Rosa apareceu outro dia um montão de ratinhos. Ratos no jardim... Quem diria! Quantos Ratinhos você vê?”. Em seguida, apresenta a folha de resposta aos alunos (ver Figura 10).

**Figura 10 - Atividade 5 (esquema 1)**



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://www.ideiacriativa.org/2011/10/atividade-animais-de-jardim-matematica.html> Acesso: 13/01/2018.

Na Figura 10, a atividade inicia com a apresentação oral do comando da atividade realizada pelo docente. Em seguida, após a entrega do material impresso, os estudantes terão que analisar a imagem contida no mesmo para poder resolver a questão. Conforme a orientação do Princípio da Contiguidade Temporal, tal estrutura de atividade pode gerar sobrecarga na memória do estudante, pois o mesmo terá que se lembrar do comando da atividade lido pelo professor anteriormente. Vejamos, agora, a mesma atividade considerando o Princípio da Contiguidade Temporal.

Após entregar a folha de resposta para cada um dos alunos, a professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade: “No Jardim de Dona Rosa apareceu outro dia um montão de ratinhos. Ratos no jardim... Quem diria! Quantos Ratinhos você vê?”

**Figura 11 - Atividade 5(esquema 2)**



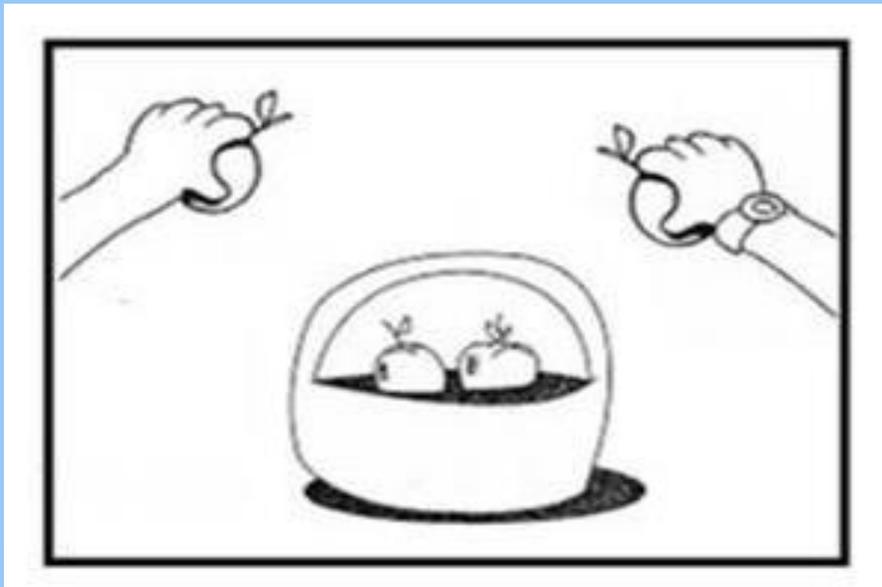
Na atividade da Figura 11 (que é a mesma Figura 10) é apresentada aos estudantes a imagem “Jardim da Dona Rosa”, só que com a narração do comando da questão feita ao mesmo tempo. Tal configuração satisfaz o Princípio da Contiguidade Temporal. Desse modo, na aprendizagem multimídia é importante que os conteúdos visuais e auditivos sejam apresentados ao mesmo tempo, do contrário, complicaria a organização e estruturação para a construção de esquemas mentais dos assuntos, dificultando que o aluno consiga fazer conexões entre as informações auditivas e visuais.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://www.ideiacriativa.org/2011/10/atividade-animais-de-jardim-matematica.html> Acesso: 13/01/2018.

**Princípio da Segmentação** - A aprendizagem ocorre de forma mais eficiente, quando as informações são apresentadas de forma fragmentada, por partes. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente uma imagem em uma folha de papel impresso para os alunos: “Observem a imagem e respondam a seguinte pergunta na folha de papel: Se mais duas maçãs forem adicionadas na cesta, qual o total de maçãs que terá dentro da mesma?” (ver Figura 12).

**Figura 12 – Atividade 6 (esquema 1)**

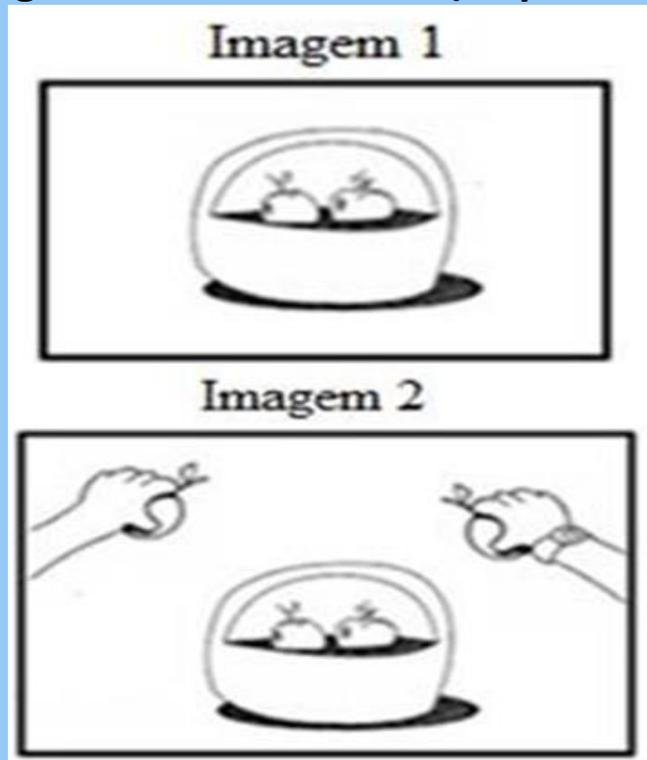


**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/2012/09/matematicaprobleminhasatividades.html> Acesso: 13/01/2018.

O esquema de atividade da Figura 12 apresenta uma atividade de adição, no qual o estudante deve solucionar o problema correlacionando o comando da atividade as imagens. Entretanto, a atividade apresenta a informação principal para resolução da questão toda de uma só vez, sem estabelecer um caminho para o raciocínio. Desse modo, a atividade acima não leva em consideração o Princípio da Segmentação. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Segmentação.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente uma imagem em uma folha de papel impresso para os alunos: “Observem a primeira imagem (Imagem1) e respondam a seguinte pergunta na folha de papel: Quantas maçãs há na cesta? Agora, observem a segunda imagem (Imagem 2). Se mais duas maçãs forem adicionadas na cesta, qual o total de maçãs que terá dentro da mesma?” (ver Figura 13).

**Figura 13 – Atividade 6 (esquema 2)**

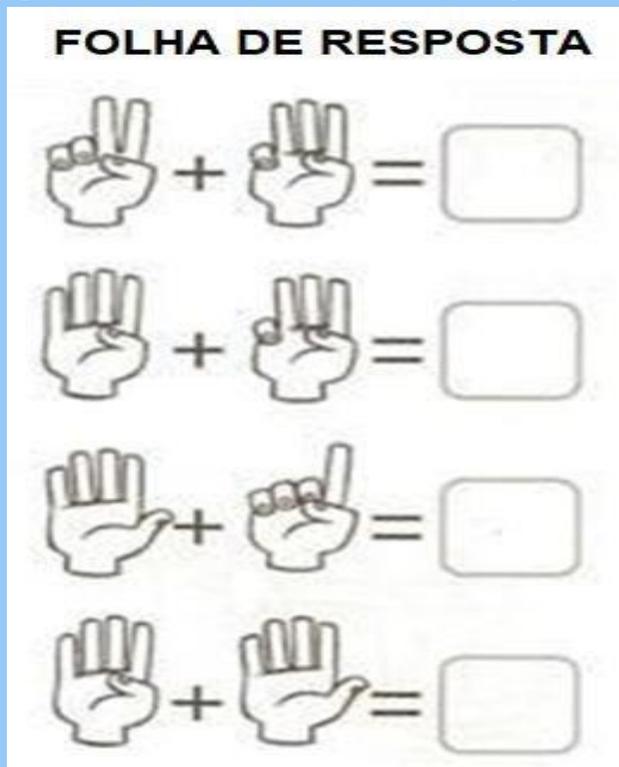


Observem que a atividade relacionada com a Figura 13 é realizada em duas etapas: a primeira com a identificação da quantidade de maçãs na cesta; a segunda com a adição de mais duas maçãs na cesta. O esquema da atividade da Figura 13 exprime a ideia para o raciocínio em etapas, quando as informações são segmentadas no material didático. Assim o estudante consegue ter maior domínio sobre a atividade.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/2012/09/matematicaprobleminhasatividades.html> Acesso: 13/01/2018.

**Princípio do Pré-treinamento** - A aprendizagem ocorre de forma mais eficiente por meio de treinamento, apresentando pontos principais do conteúdo. Vejamos a atividade a seguir. A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Observe os desenhos dos dedos e descubra a operação adequada para cada desenho.” (ver Figura 14).

**Figura 14 – Atividade 7(esquema 1)**

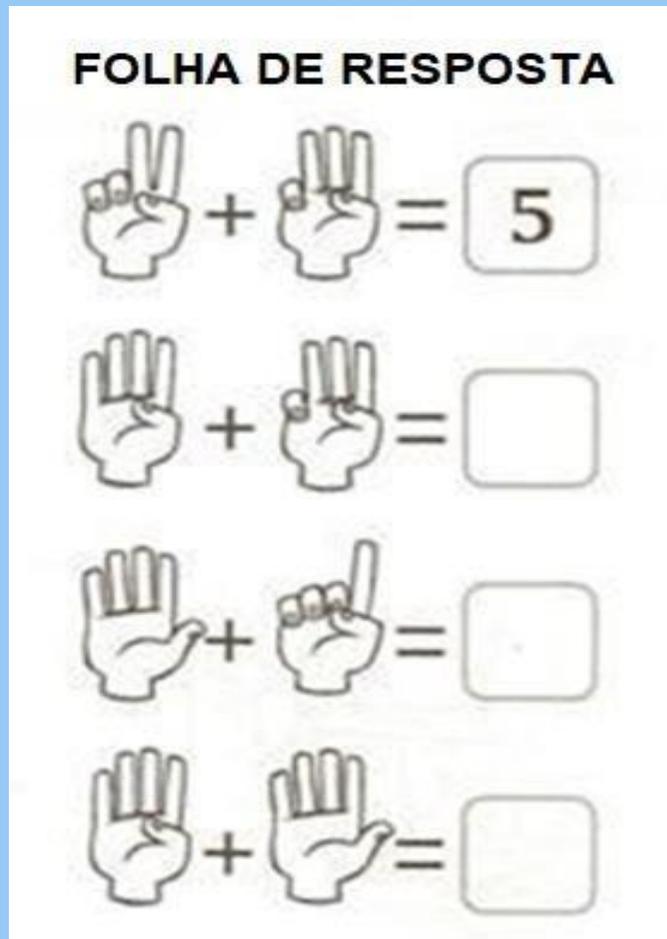


No esquema da atividade da Figura 14 espera-se que os estudantes consigam resolver as somatórias. Entretanto, a resolução da atividade pode ser prejudicada devido à atividade não oferecer aos estudantes nenhum treinamento ou exemplo para que os mesmos saibam como realizar esse tipo de atividade. Na atividade, são exibidas apenas as imagens necessárias para a resolução a partir das orientações da professora. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Pré-treinamento.

Fonte: A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <https://rosangelaprendizagem.blogspot.com/p/alfabetizacao-matematica.html> Acesso: 13/01/2018.

A professora inicia a dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Observe os desenhos dos dedos e descubra o resultado da soma. Percebam que a primeira conta já foi solucionada, juntos vamos observar e verificar como esta foi resolvida. Em seguida, deverão resolver individualmente as restantes.” (ver Figura 15).

**Figura 15- Atividade 7 (esquema 2)**



No esquema da atividade da Figura 15, além do comando da atividade é apresentada ao estudante a resolução de uma das questões da atividade com o intuito de ajudar ao estudante a resolver o restante das questões. Vale destacar que o alto grau de complexidade inerente ao material multimídia pode dificultar a compreensão dos alunos e, desse modo, o pré-treinamento torna-se um recurso válido para ajudar o estudante a realizar a construção de esquemas mentais dos assuntos.

**Princípio da Modalidade** - A aprendizagem ocorre de maneira mais eficiente por meio de imagens e palavras narradas do que imagens e palavras escritas, pois cada tipo de informação será processado por um canal diferente. Vejamos a atividade a seguir.

**Figura 16 – Atividade 8 (esquema 1)**



MAGALI ADORA OS DOCES DELICIOSOS QUE SUA TIA NENA FAZ. POR ISSO, PEDIU QUE ELA PREPARASSE ALGUNS BOLOS DE ANIVERSÁRIO. QUE TAL DESENHAR AS VELINHAS QUE ESTÃO FALTANDO, CONFORME AS OPERAÇÕES, E COMPLETAR A ADIÇÃO?

**A**



$1 + \square = 5$

**B**



$2 + \square = 5$

Na atividade da Figura 16, é apresentada aos alunos uma folha de papel, no qual o texto e as imagens são exibidos. Na realização desta atividade não é apresentado nenhum estímulo auditivo, e ignorando, portanto, o Princípio da Modalidade. Vejamos, agora, a mesma atividade considerando o Princípio da Modalidade.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://www.rota83.com/atividades-turma-da-monica-numeros-e-matematica.html> Acesso: 13/01/2018.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “A Magali adora os doces deliciosos que sua tia Nena Faz. Por isso, pediu que preparasse alguns bolos de aniversário. Que tal desenhar as velinhas que estão faltando conforme as operações e completar a adição?” (ver Figura 17).

**Figura 17 – Atividade 8 (esquema 2)**



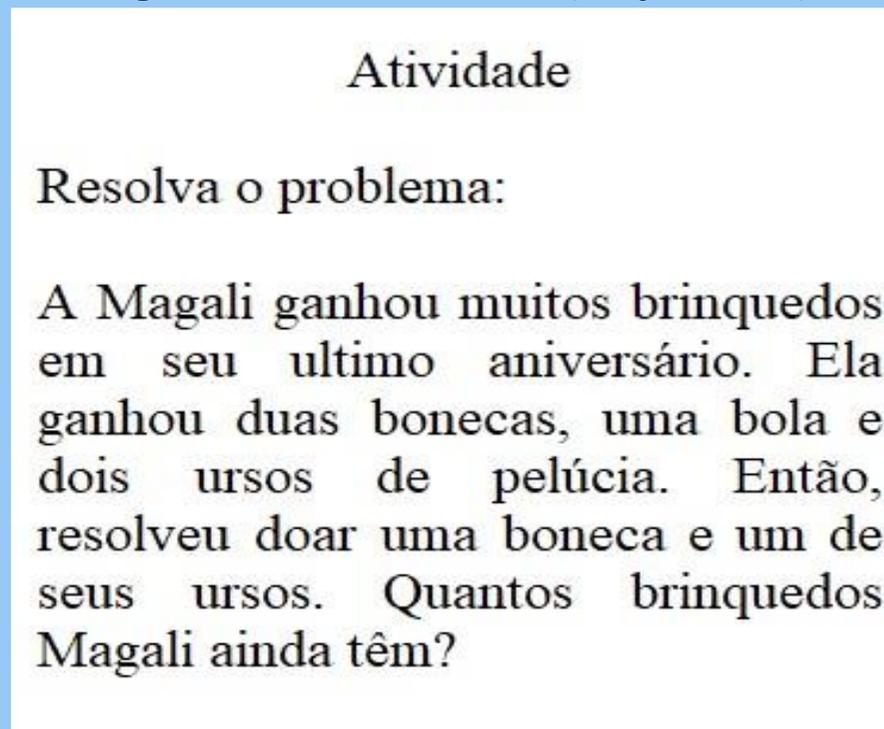
Na Figura 17, a dinâmica da atividade é realizada de forma diferente do esquema 1 exposto na Figura 16, a cada estudante é dado um material impresso, com as informações visuais necessárias para compreensão e resolução da atividade. O contexto da atividade e o comando da questão são narrados pelo professor. Desse modo, há vantagem na utilização de materiais com narração e imagens, pois é eliminada a possibilidade de haver sobrecarga da memória visual, facilitando o processo de aprendizagem.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://www.rota83.com/atividades-turma-da-monica-numeros-e-matematica.html> Acesso: 13/01/2018.

**Princípio Multimídia-** Para este princípio, a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz, quando textos e imagens são exibidos juntos do que de forma isolada. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Resolva o problema: a Magali ganhou muitos brinquedos em seu último aniversário. Ela ganhou duas bonecas, uma bola e dois ursos de pelúcia. Então, resolveu doar uma boneca e um de seus ursos. Quantos brinquedos Magali ainda têm?”.

**Figura 18 – Atividade 9 (esquema 1)**



Fonte: A construção da ilustração é baseada em figuras retiradas da web.

Na Figura 18, a atividade propõe que os estudantes resolvam um problema que envolve adição e subtração. Para tanto, a atividade é apresentada apenas através de texto. Não apresentando nenhuma imagem que possa ajudar o estudante a construir uma representação imagética mental do comando da atividade. Neste sentido, a atividade não considera as orientações do Princípio Multimídia, pois somente o comando da atividade representado em forma de texto escrito pode não ser suficiente para ajudar o estudante a entender a informação essencial para resolução da atividade.

Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio Multimídia. A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: Resolva o problema: a Magali ganhou muitos brinquedos em seu último aniversário. Ela ganhou duas bonecas, uma bola e dois ursos de pelúcia. Então, resolveu doar uma boneca e um de seus ursos. Quantos brinquedos Magali ainda têm? Marque com um X o quadradinho que corresponde à alternativa correta.

**Figura 19 – Atividade 9 (esquema 2)**

**FOLHA DE RESPOSTA**

$2 \text{ bonecas} + 1 \text{ bola} + 2 \text{ ursos} - 1 \text{ boneca} - 1 \text{ urso} = 2 \square$   
 $2 \text{ bonecas} + 1 \text{ bola} + 2 \text{ ursos} - 1 \text{ boneca} - 1 \text{ urso} = 3 \square$   
 $2 \text{ bonecas} + 1 \text{ bola} + 2 \text{ ursos} - 1 \text{ boneca} - 1 \text{ urso} = 4 \square$

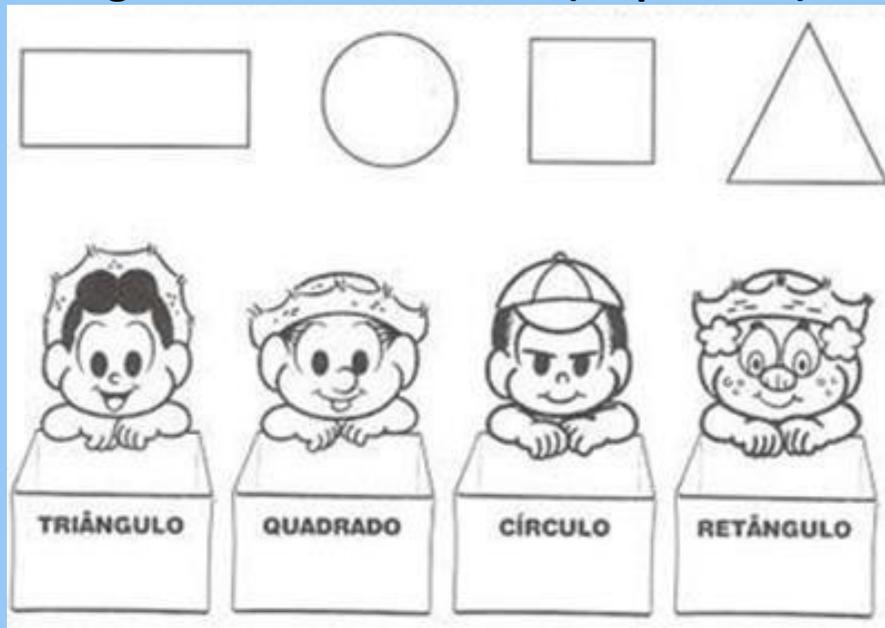
Fonte: A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web.

Na Figura 19, é apresentado aos estudantes as imagens que correspondem as alternativas de possíveis resoluções do problema proposto na atividade, ajudando aos estudantes a construir uma representação visual do problema. É importante destacar novamente que o Princípio Multimídia não está restrito somente a textos e imagens, mas sim, a toda mídia escrita ou falada e também todo tipo de imagem, vídeos, animações, ilustrações, entre outros.

**Princípio da Personalização** - A aprendizagem é mais consistente quando as informações são exibidas de forma dialógica do que formal. Vejamos a atividade a seguir:

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “As formas Geométricas estão posicionadas na direção incorreta das caixas, ligue cada caixa às formas geométricas correspondentes.” (ver Figura 20).

**Figura 20 – Atividade 10 (esquema 1)**

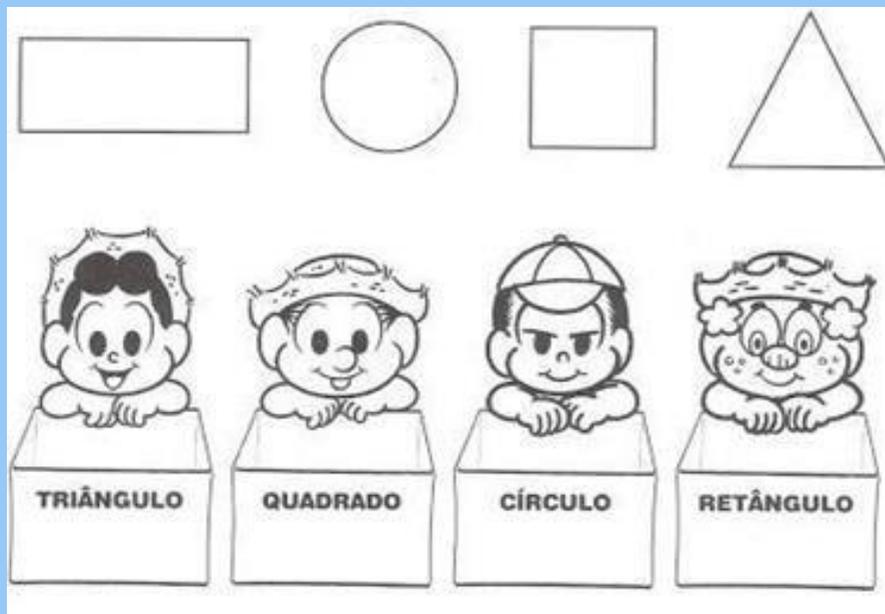


Na Figura 20 é apresentada uma atividade cujo objetivo é identificar as figuras geométricas apresentadas no material impresso, associando as figuras geométricas aos seus respectivos nomes. Embora o comando da atividade seja objetivo, este é apresentado com uma linguagem formal, podendo dificultar a compreensão do aluno. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Personalização.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://tiahelainy.blogspot.com.br/2011/01/algumas-atividades-de-matematica.html> Acesso: 17/01/2018.

A professora inicia dinâmica da atividade lendo para toda a turma o comando da atividade e apresenta simultaneamente a folha de resposta para os alunos: “Precisamos ajudar o Hino, Zé da Roça, Zé Lelé e Chico Bento a organizar as formas Geométricas em suas caixas”. Veja só que Bagunça! Então, mãos à obra! “Ligue cada forma à caixa correta.” (ver Figura 21).

**Figura 21 – Atividade 10 (esquema 2)**



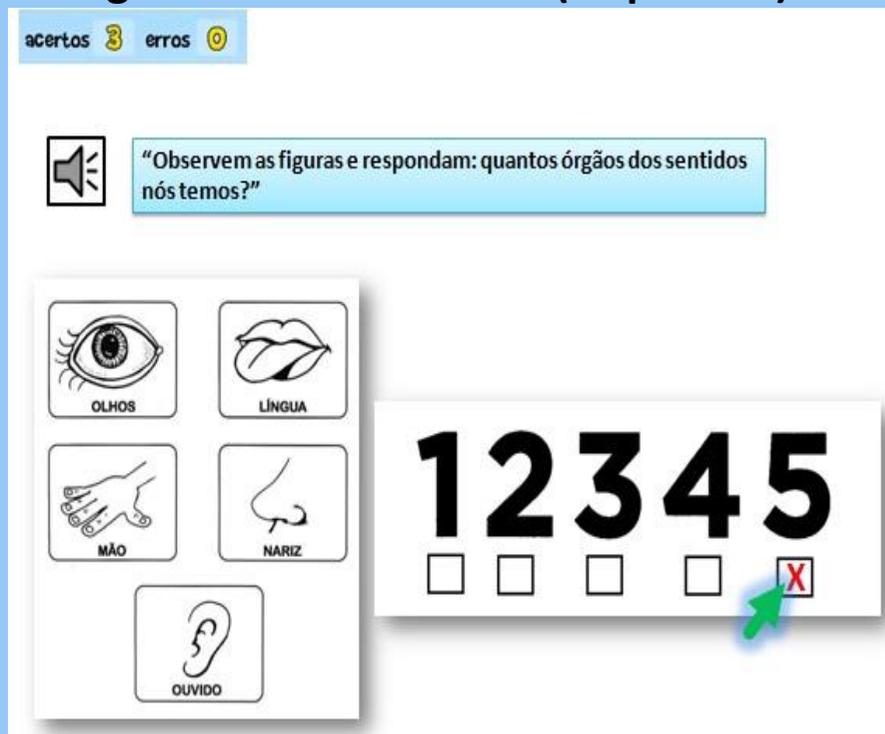
Na Figura 21, o comando é apresentado com uma linguagem informal, mais acessível à compressão. Entretanto, é necessário ter cuidado com o excesso, pois pode acabar servindo de distração para o aluno, não ajudando o mesmo a compreender a finalidade da tarefa.

**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: <http://tiahelainy.blogspot.com.br/2011/01/algumas-atividades-de-matematica.html> Acesso: 17/01/2018.

**Princípio da Voz** - Para este princípio, aprende-se com maior facilidade com uma narração com voz humana natural do que uma voz mecanizada. É válido ressaltar que este princípio só é aplicável no uso de certos recursos tecnológicos. Vejamos a atividade a seguir.

A professora inicia a dinâmica apresentando aos estudantes uma ferramenta computacional (ilustrada na Figura 22), orientando os estudantes como esta deve ser usada.

**Figura 22 - Atividade 11 (esquema1)**



Fonte: A construção da ilustração é baseada em figuras retiradas da web.

Na Figura 22, temos um jogo hipotético de perguntas e respostas cujo objetivo é a contagem de objetos apresentados na tela. Para iniciar a atividade, os estudantes devem clicar no ícone de alto-falante para ativar a narração do comando da atividade. Entretanto, a voz é computadorizada, ou seja, a voz do narrador é mecanizada, o que não é recomendável, pois a forma como é usada à voz e suas especificidades podem repercutir na condição emocional do estudante. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Voz.

## Figura 23 - Atividade 11 (esquema 2)

acertos 3 erros 0

“Observem as figuras e respondam: quantos órgãos dos sentidos nós temos?”

OLHOS LÍNGUA

MÃO NARIZ

OUVIDO

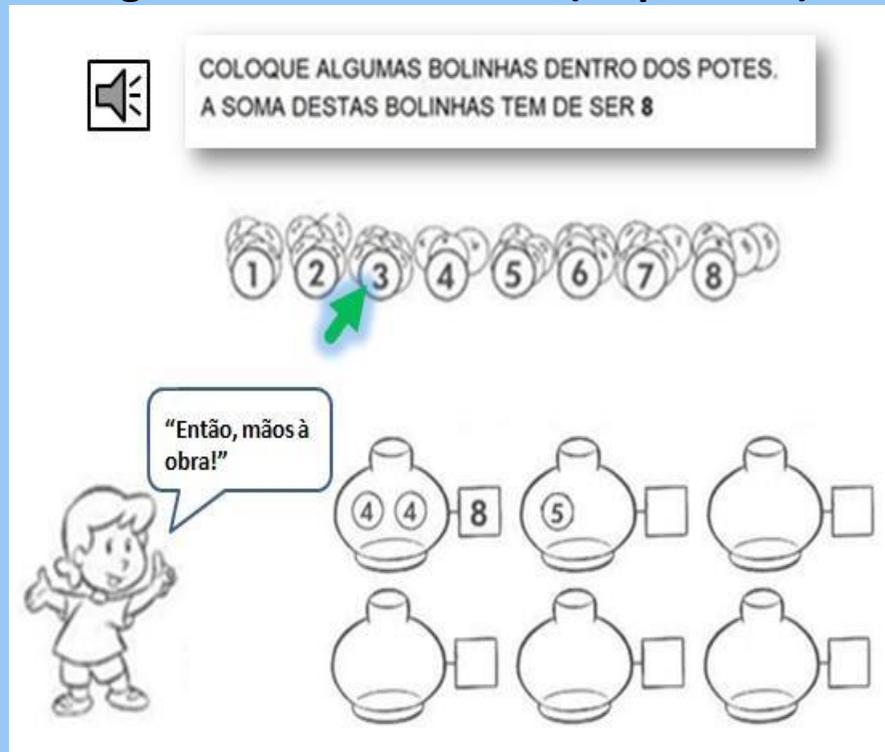
12345

Fonte: A construção da ilustração é baseada em figuras retiradas da web.

Na Figura 23, a narração é utilizada com voz humana, dando ao personagem uma identidade. Percebe-se que embora em ambas as atividades haja a presença de uma narração, ou seja, apresentando estímulos tanto visuais quanto auditivo, a atividade da Figura 23 fornece maior envolvimento dos estudantes na tarefa devido ao fato de promover maior familiaridade com a narração com voz natural (humana).

**Princípio da Imagem** - Para este princípio a aprendizagem não ocorre necessariamente melhor com o uso de personagens falantes apresentados na instrução Multimídia. É válido ressaltar que este princípio só é aplicável no uso de certos recursos tecnológicos. Vejamos a atividade a seguir.

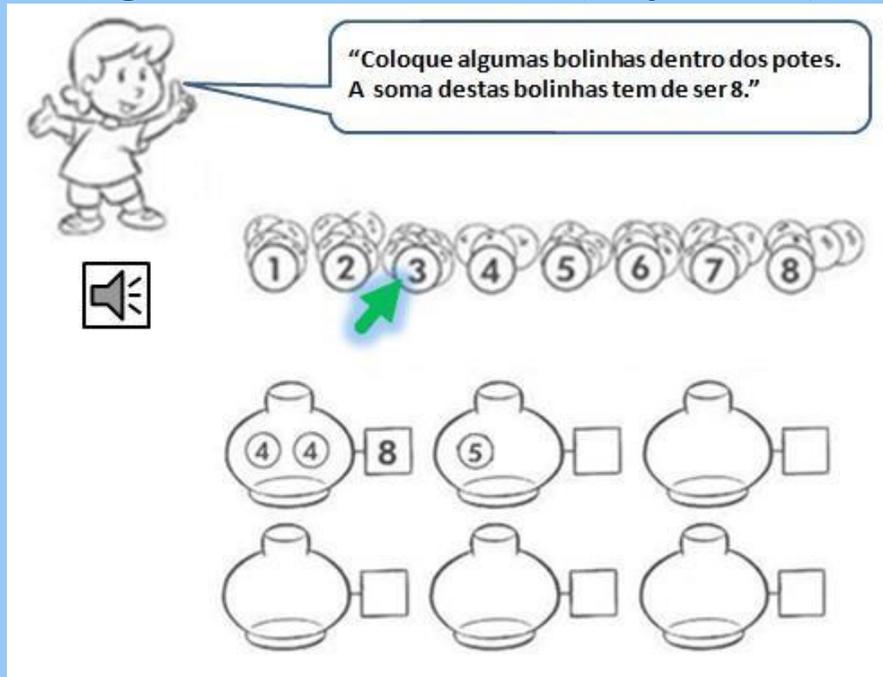
**Figura 24 – Atividade 12(esquema 1)**



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: [http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica\\_9580.html](http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica_9580.html) Acesso: 17/01/2018.

Na Figura 24, ilustramos um jogo hipotético que tem como objetivo completar os potes inserindo bolinhas, cujas somatórias dos valores que estas representam seja equivalente a 8. Para iniciar a atividade os estudantes devem clicar no ícone de alto-falante para ativar a narração do comando da atividade. Há a presença de um personagem que não se encontra exercendo nenhuma função na atividade, o que pode desviar a atenção dos estudantes, resultando em um processamento cognitivo estranho no decorrer da aprendizagem. Desse modo, a atividade apresentada na Figura 24 não considera o Princípio da Imagem. Vejamos, a seguir, a mesma atividade considerando o Princípio da Imagem.

**Figura 25 – Atividade 12 (esquema 2)**



**Fonte:** A construção da atividade é baseada em atividade retirada da web. Disponível em: [http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica\\_9580.html](http://atividades-infantisonline.blogspot.com/2012/10/atividades-de-alfabetizacao-matematica_9580.html) Acesso: 17/01/2018.

Na Figura 25, temos a presença de um personagem que dialoga sobre o que deverá ser feito pelo estudante na atividade. Desse modo, na atividade o personagem oferece uma informação importante para o uso do material. A existência de um personagem é eficiente quando ele orienta o estudante na organização para a construção do aprendizado. Além disso, a presença de personagens pode construir uma comunicação familiar com a ferramenta multimídia, como uma comunicação social.

# Considerações Finais

Diante dos estudos apresentados, é possível concluir que os conhecimentos sobre os processamentos cognitivos devem fazer parte do desenvolvimento de práticas pedagógicas. Desse modo, considera-se nesta obra que tais conhecimentos devam fazer parte da realidade do processo de ensino e aprendizagem nas séries iniciais, tendo em conta que é nesta etapa que os estudantes estão sendo alfabetizados e letrados, e que todo conhecimento construído nesta etapa da formação escolar influenciará no desempenho dos estudantes nas próximas etapas de sua formação.

Assim, também é possível perceber que independentemente do tipo de material, sendo tecnológico ou não, a forma como são exibidas as informações, seja visual ou auditiva, durante a execução das atividades em sala de aula, é determinante no desempenho dos estudantes. Destacou-se para tanto que a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia é um conhecimento primordial para a orientação no desenvolvimento de estratégias pedagógicas para a realização de atividades em sala de aula, haja vista que esta estabelece princípios que visam otimizar a construção de estruturas cognitivas para a elaboração de modelos mentais de conhecimentos que poderão futuramente oferecer subsídios para a construção de novos conhecimentos.

# Referências

BADDELEY, Alan. **Working Memory**. Science, 1992.

BADDELEY, Alan; EYSENCK, A. W.; ANDERSON, Michael C. **Memory. Motivated Forgetting**. 2009.

COWAN, Nelson. **The magical Mystery Four: how is working memory capacity limited, and why**. Current Directions in Psychological Science, 2009.

FELDMAN, Robert S. **Introdução à Psicologia**. AMGH Editora, 2015.

IZQUIERDO, Iván. **Memória**. Rev. e ampl. Porto Alegre: Artmer, 2011.

J. D. BRANSFORD, A. L. BROWN E R. R. **Cocking, How People Learn: Brain, Mind, Experience and School**. The National Academies Press, Washington, 1999.

MAYER, R. E. **Multimedia Learning: Second Edition**. University of California: Santa Barbara, 2009.

MAYER, Richard E. **Based Principles For Designing Multimedia Instruction**. Acknowledgments and Dedication, p. 59, 2014.

MATSUMOTO, D. **The Cambridge Dictionary of Psychology**. Cambridge,UK: Cambridge University Press, 2009.

MILLER, George. **The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: some limits on our capacity for processing information**. Psychological Review, 1956.

SANTOS, Leila Maria Araújo; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. **A importância do Estudo da Teoria da Carga Cognitiva em uma Educação Tecnológica**. RENOTE, v. 5, n. 1, 2007.

SCHNOTZ, Wolfgang; LOWE, Richard. **External and Internal Representations in Multimedia Learning**. 2003.

SOUZA, Nelson. **Investigando o Efeito do Deslocamento do Olhar: implicações para o Princípio da Atenção Dividida**. Tese de Doutorado - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, 2015.

\_\_\_\_\_. **Teoria da Carga Cognitiva: origem, desenvolvimento e aplicações.** Dissertação de Mestrado - Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará, 2010.

SWELLER, John; VAN MERRIENBOER, Jeroen JG; PAAS, Fred GWC. **Cognitive Architecture and Instructional Design.** Educational psychology review, v. 10, n. 3, p. 251-296, 1998.

SWELLER, John; AYRES, Paul; KALYUGA, Slava. **Cognitive Load Theory.** Springer Science & Business Media, 2011.