

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática**

**SEGMENTAÇÃO DO TEXTO DE BIOLOGIA POR MEIO  
DA INSERÇÃO DE QUESTÕES E SEUS EFEITOS  
SOBRE A APRENDIZAGEM.**

**Danielle Dias Novais Pinto**

**Belo Horizonte**

**2011**

**Danielle Dias Novais Pinto**

**SEGMENTAÇÃO DO TEXTO DE BIOLOGIA POR MEIO  
DA INSERÇÃO DE QUESTÕES E SEUS EFEITOS  
SOBRE A APRENDIZAGEM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Andréa Carla Leite Chaves

**Belo Horizonte**

**2011**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

P659s Pinto, Danielle Dias Novais  
Segmentação do texto de biologia por meio da inserção de questões e seus efeitos sobre a aprendizagem / Danielle Dias Novais Pinto. Belo Horizonte, 2011. 85 p.

Orientadora: Andréa Carla Leite Chaves  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

1. Biologia - Formação de professores. 2. Biologia - Ensino. 2. Biologia - Ensino 3. Aprendizagem cognitiva. I. Chaves, Andréa Carla Leite. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 574:371.1




Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática

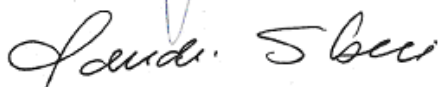
FOLHA DE APROVAÇÃO

DANIELLE DIAS NOVAIS PINTO

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:

  
Prof.ª Dr.ª Andréa Carla Leite Chaves – Orientadora – (PUC Minas)  
Doutorado em Bioquímica / Imunologia – (UFMG)

  
Prof. Dr. Francisco Ângelo Coufínho – (UFMG)  
Doutorado em Educação – (UFMG)

  
Prof.ª Dr.ª Cláudia de Vilhena Schayer Sabino – (PUC Minas)  
Doutorado em Química – (UFMG)

Belo Horizonte, 24 de fevereiro de 2011.

*A José Edgard e Jeanne – meus pais – que  
sempre acreditaram, orgulharam,  
emocionaram, encaminharam, amaram.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço

À Deus pela força espiritual e por colocar em meu caminho pessoas tão especiais;

Um agradecimento especial aos meus pais José Edgard e Jeanne, ao meu irmão Edy, minha irmã Gracielle e minha sobrinha Júlia que sempre me apoiaram em tudo que precisei e em tudo que quis fazer. Muito obrigada pelos momentos de carinho e pela alegria com as minhas vitórias;

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa Carla Leite Chaves pela dedicação, carinho, incentivo, competência profissional e por ter me aceitado como orientanda em um momento de grande dificuldade desse trabalho. Obrigada de coração!

Ao Prof. Dr. Francisco Ângelo Coutinho por ter me apresentado temas tão interessantes e importantes para o processo de ensino e aprendizagem como a Teoria da Aprendizagem Multimídia e pelas ideias que nortearam este trabalho. A todos os outros professores do mestrado que com certeza contribuíram com esse trabalho através de seus ensinamentos durante o curso;

A Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Sabino pela atenção em fazer a análise estatística dos dados;

Ao Tio Cizim, Tia Vera, Fabíola e Mariana minha família de Belo Horizonte, que mais uma vez me acolheu para realização dos meus estudos e me deram todo apoio que precisava;

Ao Colégio Atenas e Escola Estadual Affonso Roquette pelo suporte e também por serem os locais das pesquisas dessa dissertação,

Aos colegas e amigos da 4<sup>a</sup> turma de mestrado em Ensino de Biologia, em especial: A Paty pelo companheirismo e a grande amizade que nasceu durante o curso, Ao Otávio, grande amigo por trazer tanta alegria para esse curso; A Cris pelas conversas e companhia de viagem; Lud e Luana pelas dicas e conversas sem fim (no MSN), na qual pude aprender muito; e Ao Tio Cloves um exemplo de pessoa e profissional;

Ao Gefoni pelo incentivo e carinho na reta final desse trabalho.

Muito

Obrigada!!

*Se pensarmos pequeno...  
coisas pequenas teremos,  
mas, se desejarmos fortemente o melhor,  
principalmente, lutarmos pelo melhor...  
o melhor vai se instalar em nossa vida.*

Carlos Drummond de Andrade

## RESUMO

A Biologia é uma disciplina complexa que exige o processamento de um grande número de informações pelos alunos, o que pode acarretar dificuldades na aprendizagem. O excesso de informação, às vezes até mesmo desnecessário, pode ser evidenciado nos livros didáticos de Biologia. No presente trabalho foi desenvolvida uma estratégia metodológica visando melhorar o processamento de informações de um conteúdo de Biologia de forma a contribuir com a aprendizagem. A estratégia elaborada envolveu a modificação de um texto de um livro didático de Biologia, para modificar esse texto foi usado um dos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), chamado princípio da segmentação. O texto foi segmentado através da inserção de questões de acordo com Graesser, León e Otero (2002). O texto segmentado foi estudado pelos alunos que foram submetidos a um teste de retenção sobre o conteúdo abordado. O teste mostrou que o texto segmentado comparado ao original minimizou a sobrecarga cognitiva intrínseca e melhorou a aprendizagem. Em uma segunda etapa deste trabalho, uma oficina com professores de Biologia foi feita, onde a metodologia utilizada na segmentação de textos foi aplicada e discutida. Os professores que participaram da oficina consideraram a metodologia eficiente e fácil de ser empregada na prática docente. Isso mostra que a metodologia aqui proposta poderá ser útil na redução de dificuldades relacionadas ao ensino-aprendizagem de Biologia.

Palavras-chave: Segmentação de texto. Sobrecarga cognitiva. Ensino-aprendizagem de Biologia. Formação de professores.



## **ABSTRACT**

Biology is a complex discipline that requires processing a large amount of information by students, which can lead to learning difficulties. Too much information, sometimes even unnecessary may be evidenced in Biology textbooks. In this paper it was developed a methodology to improve the processing of information from a Biology content to contribute to learning. The strategy developed involved the modification of a text from a Biology textbook. To modify this text it was used one of the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) principles, called the principle of segmentation. The text has been segmented by the insertion of questions according to Graesser, León and Otero (2002). The segmented text was studied by the students who underwent a retention test on the content addressed. The test showed that the segmented text compared to the original minimized the intrinsic cognitive overload and improved learning. In the second stage of this work, a workshop with Biology teachers was made, where the methodology used in the segmentation of texts was applied and discussed. The teachers who participated in the workshop considered the methodology efficient and easy to be employed in teaching practice. This shows that the methodology proposed here may be useful in reducing problems related to teaching and learning of Biology.

**Keywords:** Segmentation of text, Cognitive load, Teaching and learning of Biology. Teacher training.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: Fluxo da informação do meio externo para o processo cognitivo de interpretação da informação proposto por Atkinson e Shiffrrin.....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 2: Percurso da informação para a memória operacional .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 3: Foto dos alunos da Turma A fazendo o estudo do texto original.....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA 4: Foto dos alunos da Turma B fazendo o estudo do texto modificado.....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 5: Foto dos alunos da Turma B fazendo o teste avaliativo sobre o texto estudado .....</b>	<b>39</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1: Notas alcançadas pela turma A no teste .....</b>	<b>40</b>
<b>TABELA 2: Notas alcançadas pela turma B no teste.....</b>	<b>41</b>
<b>TABELA 3: Teste comparativo entre as notas das Turmas A e B.....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1: Relação Número de aluno/ Nota do teste obtida pelos alunos da Turma A. ....</b>	<b>40</b>
<b>GRÁFICO 2: Relação Número de aluno/ Nota do teste obtida pela Turma B. ....</b>	<b>41</b>
<b>GRÁFICO 3: Barra de Erros - Média de Notas Turmas A e B. ....</b>	<b>42</b>
<b>GRÁFICO 4: Distribuição normal das notas dos alunos da Turma A. ....</b>	<b>43</b>
<b>GRÁFICO 5: Distribuição normal das notas dos alunos da Turma B. ....</b>	<b>43</b>
<b>GRÁFICO 6: Frequência das notas dos alunos da Turma A. ....</b>	<b>44</b>
<b>GRÁFICO 7: Frequência das notas dos alunos da Turma B. ....</b>	<b>45</b>
<b>GRÁFICO 8: Comparação entre o número de questões inseridas para segmentar o texto pelos professores participantes da oficina e no texto modificado na no nossa pesquisa. ....</b>	<b>51</b>

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**PNLEM** – Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio

**TCAM** – Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). ....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Efeito Cognitivo da Inserção de Questões em um Texto.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1 O papel da inserção de perguntas na compreensão do texto.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.2 Processos cognitivos de perguntas e respostas na memória .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3 O processo cognitivo do texto baseado em pergunta e resposta ....</b>	<b>30</b>
<b>3 O PRODUTO.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 A Modificação do Texto .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Aplicação dos Textos e Testes para os Alunos .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Análise dos Resultados da Aplicação do Teste para os alunos .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 Realização da Oficina com os Professores .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5 Resultados da Avaliação da Oficina pelos Professores.....</b>	<b>49</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É objeto de estudo da Biologia o fenômeno *vida* em toda sua diversidade de manifestações. Esta ciência se debruça sobre as características e comportamento dos organismos, a origem de espécies e indivíduos, e a forma como estes interagem uns com os outros e com o seu ambiente.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), o aprendizado da Biologia deve permitir: a compreensão da natureza viva e dos limites dos diferentes sistemas explicativos; a contraposição entre os mesmos; e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma das suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar.

A Biologia é uma disciplina que possui o que Mayer (2005) chama de sobrecarga cognitiva intrínseca, ou seja, é uma disciplina com certa complexidade e quantidade de informação maior que a capacidade de processamento da memória (carga cognitiva). Além disso, o material didático utilizado no seu estudo pode conter a chamada sobrecarga cognitiva extrínseca quando há um excesso de informações inerentes a compreensão do conteúdo que acaba sendo processada pela memória.

Um fator que agrava o processo de ensino aprendizagem da Biologia é o ensino para concursos como o vestibular, que cobram do aluno uma grande quantidade de informação e raramente a aplicação do conhecimento. Isso mudou a postura de várias escolas em relação à forma de ensino, hoje vemos que a preocupação com a quantidade de informação passada para o aluno é cada vez maior sem considerar se estas informações estão sendo processadas.

Durante minha trajetória docente, cerca de 12 anos na rede pública e particular de educação na cidade de Paracatu, Minas Gerais, foi possível constatar em todas as escolas que trabalhei a dificuldade dos alunos em lidar com o excesso de informação da disciplina. Para ratificar minhas constatações, e sustentar o objetivo desse trabalho, foi feita uma pesquisa preliminar com professores e alunos do ensino médio da rede pública e particular de escolas de Paracatu, MG, onde para cada grupo foi perguntado, aos professores:

*Qual(is) sua(s) maior(es) dificuldade(s) no ensino de Biologia?;* e aos alunos: *Qual(is) sua(s) maior(es) dificuldade(s) para aprender Biologia?*

As dificuldades apontadas pelos dois grupos foram semelhantes, a maior parte dos alunos citou como maior dificuldade para aprender biologia o excesso de detalhes da disciplina e o fato de ser necessário decorar uma grande quantidade de nomes; entre os professores a dificuldade apontada com maior frequência foi o excesso de nomes do conteúdo. Para ambos os grupos as dificuldades residem no excesso de informação inerente ao conteúdo. Percebe-se então a necessidade de se buscar metodologias que visam diminuir a sobrecarga cognitiva para melhorar o ensino/aprendizagem.

Consideramos sobrecarga cognitiva quando há uma quantidade de informação que ultrapassa a carga cognitiva da memória operacional. A memória operacional representa um armazenamento de capacidade limitada que retém informações por um curto período para realizar operações mentais com o conteúdo armazenado (GAZZANIGA, 2006). Há um limite de quanta informação pode ser encaminhada para a memória operacional e que pode ser realmente processada, levando ao aprendizado. A sobrecarga cognitiva ocorre quando esse limite é ultrapassado. (SWELLER, 2005 apud MAYER, 2005).

A sobrecarga cognitiva intrínseca é derivada do conteúdo em si e não pode ser reduzida, a não ser pela segmentação do material utilizado como objeto de aprendizagem (SWELLER, 2005 apud MAYER, 2005). A sobrecarga cognitiva extrínseca pode ser mais facilmente reduzida, uma vez que está diretamente relacionada ao material didático utilizado e estes materiais são constantemente reformulados. (TAROUCO ; CUNHA, 2006).

Mayer (2005) enuncia que as pessoas aprendem mais com o uso de imagens e palavras, que somente o de palavras ou imagens. Baseado nesta premissa, estudar meios que descrevem os caminhos de como se aprende melhor utilizando-se de figuras e palavras constituem a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM). Para orientar como utilizar imagens e palavras, quando utilizar e para quem devem ser utilizadas de forma a alcançar melhores resultados no aprendizado a TCAM dispõe de princípios que quando seguidos para elaboração de material instrucional poderão estar reduzindo a sobrecarga cognitiva desse material.



Diante do exposto, o foco deste trabalho será propor formas de diminuir a sobrecarga cognitiva relacionada ao excesso de informações do material didático. Consideramos que o emprego de materiais didáticos adequados pelo professor facilita a aquisição e o processamento de informações pelos alunos e conseqüentemente incrementa a aprendizagem.

Os materiais didáticos utilizados atualmente são muito diversificados. Com a introdução da tecnologia na sala de aula, foi possível planejar aulas cada vez mais atrativas com recursos multimídias, mas, mesmo assim, na hora de estudar, de aprofundar seus conhecimentos tanto o professor quanto o aluno recorrem ao livro didático, ou seja, ele é muito utilizado como fonte bibliográfica (NETO ; FRANCALANZA, 2003). Principalmente depois que o acesso a ele foi facilitado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que oferece ao aluno da rede pública o acesso aos livros didáticos de todos os conteúdos do Ensino Médio.

A indiscutível importância do livro didático no cenário da educação pode ser compreendida em termos históricos, através da relação entre este material educativo e as práticas constitutivas da escola e do ensino escolar. Esta importância é atestada, entre outros fatores, pelo debate em torno da sua função na democratização de saberes socialmente legitimados e relacionados a diferentes campos de conhecimento; pela polêmica acerca do seu papel como estruturador da atividade docente; pelos interesses econômicos em torno da sua produção e comercialização; e pelos investimentos de governos em programas de avaliação (MARTINS, 2006).

Para ser considerado *didático*, um livro precisa ser usado, de forma sistemática, no ensino-aprendizagem de um determinado objeto do conhecimento humano, geralmente já consolidado como disciplina escolar. Além disso, o livro didático caracteriza-se ainda por ser passível de uso na situação específica da escola, isto é, de aprendizado coletivo e orientado por um professor (LAJOLO, 1996).

Nos livros didáticos de Biologia encontramos vários exemplos de textos com muita sobrecarga cognitiva, o que dificulta o aprendizado do conteúdo. Sendo assim neste trabalho propomos um método para aprimorar a utilização de textos científicos presente em livros didáticos ou outras fontes, procurando reduzir as sobrecargas cognitivas e favorecendo o processamento das

informações pela memória operacional e conseqüentemente, a aprendizagem (MAYER, 2005).

Portanto, a presente dissertação tem por objetivo principal testar e discutir a técnica de segmentação de texto com alunos e professores.

Assim como objetivos específicos nos propusemos a:

- a) buscar na literatura referenciais teórico-metodológico sobre a compreensão de textos científicos;
- b) modificar, utilizando a segmentação, um texto de um livro didático de Biologia;
- c) experimentar o texto modificado com os alunos;
- d) desenvolver uma oficina com professores para avaliar e divulgar a metodologia de segmentação de textos.

Para isso, organizamos nosso trabalho em cinco capítulos descritos da seguinte forma:

- a) este capítulo introdutório, onde fizemos o levantamento da nossa problemática, argumentamos sobre a importância do tema e apresentamos nossos objetivos;
- b) o segundo capítulo que traz o referencial teórico adotado, sendo de grande importância para a fundamentação e estruturação da dissertação;
- c) o terceiro capítulo que apresenta a metodologia utilizada na elaboração dos produtos educacionais, que consistem em um texto modificado por segmentação e uma oficina dirigida aos professores; e analisa os resultados obtidos com aplicação do produto educacional;
- d) o quarto e último capítulo que traz as considerações finais baseadas na análise dos capítulos apresentados anteriormente.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).**

As pessoas aprendem melhor por meio de palavras e imagens do que através apenas de palavras, esta é à base do princípio multimídia proposto por Mayer (2005).

O termo multimídia é muito amplo e pode ter diversas conotações. Mayer (2005) considera como multimídia qualquer comunicação contendo palavras e figuras que possa levar à aprendizagem, essas palavras podem ser impressas ou faladas; nas figuras podem incluir gráficos estáticos – tais como ilustrações e fotos – ou dinâmicos – como animações e vídeos. Essa definição é ampla o suficiente para incluir capítulos de livros, lições online contendo animações e narrações e jogos de simulação interativos como multimídia.

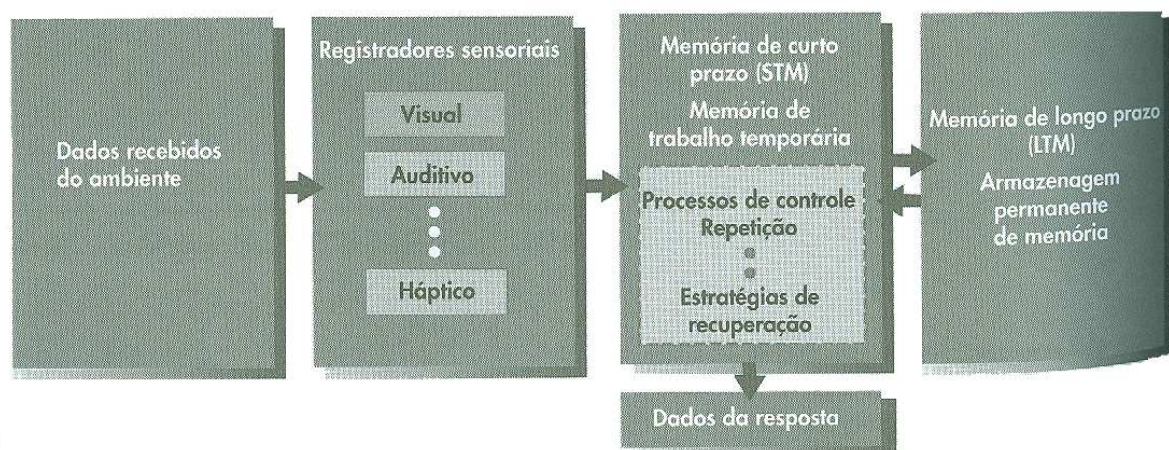
O objetivo da ciência multimídia, do ponto de vista da psicologia, é a combinação da compreensão de texto e figura. Isso não requer necessariamente alta tecnologia, é possível com livros ou quadro-negro ao invés de telas de computador, ou simplesmente com a voz no lugar de alto-falantes (MAYER, 2005). Portanto, se um livro didático de Biologia, como o usado para extrair os textos desse trabalho, possui textos e figuras ele pode ser incluído como multimídia.

O aprendizado é o processo de aquisição de informações, enquanto memória refere-se à persistência do aprendizado em um estado que pode ser evidenciado posteriormente (SQUIRE, 1987 apud GAZZANIGA, 2006, p.320). O aprendizado, então, tem um resultado ao qual chamamos de memória. Colocando isso de outra maneira, o aprendizado acontece quando uma memória é criada ou reforçada pela repetição (GAZZANIGA, 2006).

Segundo Gazzaniga (2006), o aprendizado e a memória podem ser divididos hipoteticamente nos seguintes estágios: codificação, armazenamento e evocação. A codificação refere-se ao processamento da nova informação a ser armazenada e envolve duas fases: aquisição e consolidação. A aquisição registra as informações em arquivos sensoriais e estágios de análise sensorial,

enquanto a consolidação cria uma forte representação da informação através do tempo. O armazenamento, resultado da aquisição e da consolidação, cria e mantém um registro permanente. A evocação utiliza a informação armazenada para criar uma representação consciente ou executar um comportamento aprendido como um ato motor.

Há vários modelos diferentes e importantes de memória; Mayer (2005), para explicar a TCAM, destaca o modelo, onde a memória é dividida com base no período de tempo que ela é retida. Esse modelo, representado na Figura 1, proposto por Richard Atkison e Richard Shiffrin (1968), divide a memória em três tipos: *memória sensorial*, *memória de curto prazo* e *memória de longo prazo* (STERNBERG, 2008).



**FIGURA 1: Fluxo da informação do meio externo para o processo cognitivo de interpretação da informação proposto por Atkinson e Shiffrin**

**Fonte: STERNBERG, 2008.**

A *memória sensorial* é um repositório inicial de muita informação que mais tarde entrará nas armazenagens de curto e médio prazo (STERNBERG, 2008). Tem grande capacidade de armazenagem, mas sua duração é muito curta, medida em milissegundos ou segundos e não é diretamente acessível à consciência. É dividida em dois tipos de acordo com o canal de entrada de informação: memória sensorial icônica – registros provenientes da visão – e memória sensorial auditiva – registros provenientes da audição. A memória icônica guarda informações por um período muito curto de tempo; essa

informação pode ser transferida a outra armazenagem ou pode ser apagada quando uma nova informação se sobrepõe antes que haja tempo suficiente para a transferência de informações à outra armazenagem da memória (STERNBERG, 2008). A memória sensorial auditiva pode durar 10 segundos. As informações que são selecionadas da memória sensorial icônica e da memória sensorial auditiva são passadas para a memória de curto prazo (GAZZANIGA, 2006).

A *memória de curto prazo* é muito limitada em capacidade, tem uma duração de segundos a minutos e está acessível ao processamento consciente. Os primeiros estudos sobre memória de curto prazo levaram a modelos importantes que propunham a existência de estágios distintos de processamento durante o aprendizado e a memória. Um deles é “o modelo modal”, proposto por Atkinson e Shiffrin (1968), segundo o qual a informação é inicialmente armazenada na memória sensorial, os itens selecionados pelos processos atencionais podem ser transferidos para o armazenamento de curto prazo, uma vez na memória de curto prazo, se o item for repetido, ele poderá ser transferido para a memória de longa duração.

Esse modelo ainda sugere que, a cada estágio, a informação pode ser perdida por destruição, interferência ou pela combinação dos dois métodos, e formaliza a ideia de que existem estágios distintos da memória e de que eles têm características diferentes e uma forte estrutura serial: a informação que atinge o registro sensorial pode ser passada para o armazenamento de curto prazo e, só então para a memória de longa duração. (GAZZANIGA, 2006).

À medida que os estudos e pesquisas na área de neurocognição progrediram, surgiram outros modelos para a memória de curto prazo, nos quais foram encontradas falhas assim como no modelo modal. Para resolver as várias falhas existentes no modelo de memória de curto prazo foi desenvolvido por Baddeley (1970) o modelo de memória operacional (GAZZANIGA, 2006).

A *memória operacional* representa um armazenamento de capacidade limitada de reter informação por um curto período e de realizar operações mentais com o conteúdo armazenado. O conteúdo da memória operacional pode ser originário das aferências sensoriais, através da memória sensorial, mas também pode ser evocada da memória de longa duração. Em cada caso, a memória operacional contém informação que poderá ser trabalhada e

processada e não simplesmente mantida para repetição, embora esse seja um aspecto da memória operacional (GAZZANIGA, 2006). A memória operacional destina-se a fornecer ao indivíduo a capacidade de reter informações durante um tempo mínimo necessário para a realização das operações do dia-a-dia: compreensão dos fatos, raciocínio, resolução de problemas, ação comportamental e muitas outras (LENT, 2005).

A vantagem da concepção de memória operacional sobre a ideia de memória de curto prazo, representada no modelo modal, é que explica alguns detalhes sobre a relação entre as memórias de longo e de curto prazo, além disso, o conceito de memória operacional, não supõe um armazenamento unitário de curto prazo, ao contrário, favorece o esquecimento de curto prazo e o processamento de nova informação (GAZZANIGA, 2006).

A *memória de longo prazo* é a informação mantida por um longo período de tempo ou talvez para sempre, dependemos muito da memória de longo prazo, pois é onde se guardam informações necessárias no cotidiano (GAZZANIGA, 2006).

Quase toda atividade cognitiva humana é determinada pela informação retida na memória de longo prazo. Aprendizagem é definida como uma alteração na memória de longo prazo. Se nada foi alterado na memória de longo prazo nada foi aprendido (MAYER, 2005 p.20).

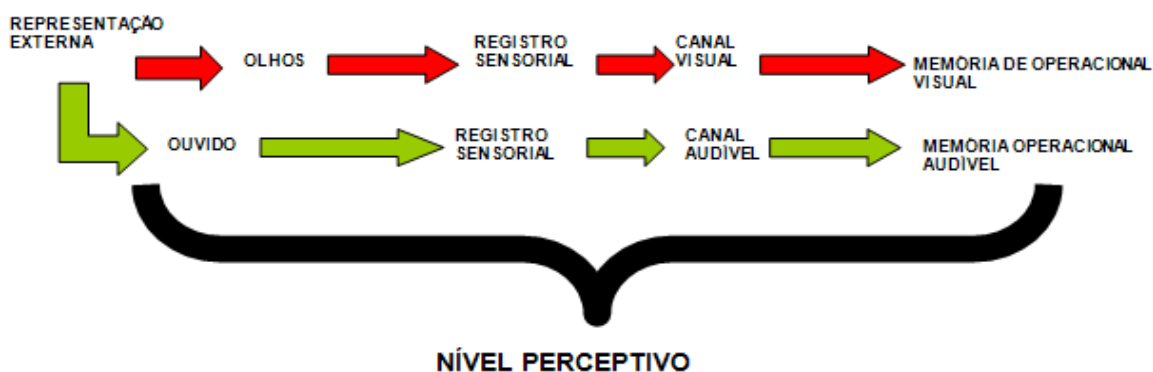
Relações entre memória operacional e memória de longo prazo podem ser usadas para explicar a compreensão. Compreensão ocorre quando todos os elementos relevantes da informação podem ser processados simultaneamente na memória operacional. Quando elementos são organizados e combinados com esquemas retidos na memória de longo prazo, a construção e automação dos esquemas progredem ao ponto em que todos os elementos essenciais à compreensão podem ser processados na memória operacional, a compreensão ocorreu. (MAYER, 2005).

Segundo Mayer (2005) a arquitetura da cognição humana tem evoluído com um conjunto de relações entre memória de longo prazo e memória operacional. A natureza dessas relações provê uma peça central do funcionamento da cognição humana e é crítica para qualquer teoria de desenvolvimento instrucional. A altura intelectual que os humanos têm

alcançado e pela qual eles aspiram são feitas possivelmente pela maneira em que a informação na memória em longo prazo altera as características da memória operacional.

Na aprendizagem multimídia os aprendizes entendem o texto e as figuras e constroem múltiplas representações mentais no sistema cognitivo, por isso a psicologia cognitiva sugere que arquitetura da cognição humana inclui os múltiplos sistemas de memória (memória sensorial, memória operacional e memória de longo prazo) (MAYER, 2005).

A informação entra na memória operacional através de canais sensoriais, um texto escrito é geralmente linguagem visual lida com os olhos, mas pode algumas vezes também ser lida com os dedos (pessoas cegas lendo em Braille), o texto falado é geralmente percebido pelos ouvidos, essas informações (verbais e pictóricas), portanto, podem entrar na memória operacional por diferentes canais sensoriais, como está representado na Figura 2. Nesse caso, são considerados dois canais sensoriais: o canal visual, que converte a informação do olho para a memória operacional visual e o canal audível, que converte a informação dos ouvidos para a memória operacional audível. Para que ocorra a compreensão dos textos e figuras cujas informações entraram pelo sistema sensorial é necessário que exista um conhecimento prévio que fica armazenado na memória de longo prazo. (MAYER, 2005).



**FIGURA 2: Percurso da informação para a memória operacional**  
 Fonte: GOMES, 2009.

Para que ocorra a compreensão de um texto escrito como o que foi utilizado neste trabalho, a informação verbal visual entra pelo registro visual através dos olhos e é encaminhada através do canal visual para a memória

operacional. Um filtro verbal seleciona as informações verbais da memória operacional visual e segue através do canal verbal para a memória operacional proposicional, onde desencadeia a informação da proposição, que na volta desencadeia a construção ou a elaboração de um modelo mental. Quando o material verbal entrar, através do canal visual, as palavras tomam um caminho complexo através do sistema, e competem pela atenção com a ilustração que o aprendiz também está processando através do canal visual (MAYER, 2005).

A utilização de textos escritos proporciona um maior controle sobre o processamento cognitivo, pois estes possibilitam que o aprendiz volte atrás quantas vezes for necessário para reler passagens difíceis ou que não foram compreendidas em uma primeira leitura, o que não é possível quando um texto é falado. Esta vantagem do texto escrito sobre o falado é chamada de *princípio do controle do processamento*, este é especialmente importante quando os textos são de difícil compreensão e o tempo de aprendizado não é limitado, pois permite que o aprendiz tenha controle do seu ritmo de processamento cognitivo (MAYER, 2005).

Para que ocorra aprendizado significativo quando se utiliza uma ferramenta multimídia, o aprendiz deve se engajar em cinco processos cognitivos: selecionar palavras relevantes para processar na memória operacional verbal; selecionar imagens relevantes para processar na memória operacional visual; organizar as palavras selecionadas dentro de um modelo verbal; organizar as imagens selecionadas dentro de um modelo pictorial; e integrar as representações verbais e pictoriais com conhecimento anterior. Esses processos não ocorrem necessariamente na ordem apresentada, um aprendiz deve se mover de processo em processo de formas diferentes (MAYER, 2005).

A aprendizagem ocorre quando as informações dos conteúdos ministrados são processadas na memória operacional, como esta é limitada, existe uma quantidade de informação que, ao ser encaminhada para a memória operacional, será realmente processada levando ao aprendizado. Esta quantidade de informação que pode ser processada pela memória operacional é denominada *carga cognitiva efetiva* (MAYER, 2005, p.27). Há situações em que a complexidade e a quantidade de informação do conteúdo ministrado é maior que a carga cognitiva da memória operacional, nesses



casos denomina-se *sobrecarga cognitiva intrínseca*, deve-se salientar que essa sobrecarga cognitiva pode ser inerente ao conteúdo ou devido ao pouco conhecimento prévio da pessoa que está no processo de aprendizagem. Na Biologia a sobrecarga intrínseca ocorre com frequência devido ao grande número de informações necessárias para se compreender determinados conteúdos.

Existe também a chamada *sobrecarga cognitiva extrínseca* que está relacionada ao tipo de material didático utilizado, no qual pode existir um excesso de informações inerentes à compreensão do conteúdo, que acabam sendo processadas pela memória operacional (MAYER, 2005 p.26, 184). Este tipo de sobrecarga cognitiva é muito comum nos livros didáticos de Biologia usados atualmente, influenciando diretamente na aprendizagem dos alunos.

Tomando como base este conhecimento, foram criados e testados princípios que visam diminuir a sobrecarga extrínseca dos materiais didáticos e, conseqüentemente, amenizar a sobrecarga intrínseca para melhorar o processamento de informações na memória operacional e favorecer a aprendizagem. Estes princípios são denominados princípios da TCAM. O princípio da TCAM utilizado neste trabalho para diminuir a sobrecarga cognitiva e que será aqui destacado é o *princípio da segmentação*.

O *princípio da segmentação* considera que uma pessoa aprende mais quando a mensagem multimídia é apresentada em segmentos (em pequenas partes) ao invés de uma unidade contínua. A razão teórica da segmentação é que a informação é fragmentada, assim o aprendiz, a adquire de forma mais lenta e tem o tempo necessário para assimilar novas informações e compreendê-las, cumprindo todas as etapas do processo cognitivo (MAYER, 2005).

Segmentar um texto retirado de um livro didático de Biologia pode ajudar muito na sua compreensão e na memorização de informações importantes. Os textos desses livros são longos e com excesso de informação, ou seja, grande quantidade de sobrecarga cognitiva extrínseca. A sua segmentação, além de dar ao aprendiz um tempo maior para o processamento das informações, pode selecionar aquelas mais importantes que vão realmente influenciar na aprendizagem e diminuir a sobrecarga cognitiva.

## 2.2 Efeito Cognitivo da Inserção de Questões em um Texto

Graesser, León e Otero (2002) definem texto científico como um material preparado por um autor com o papel primordial da difusão de novos conhecimentos sobre a ciência. Portanto, podem ser incluídos nesta definição livros didáticos, artigos científicos, manuais técnicos, revistas, folhetos informativos para o público e multimídia eletrônica na web e em CD-ROM. A leitura desse tipo de texto demanda esforço e concentração, não é uma leitura rápida. A maior parte dos alunos precisa gastar horas concentrados no conteúdo dos livros didáticos até que dominem os difíceis conceitos e mecanismos essenciais em uma ciência.

O conteúdo de textos científicos tem múltiplos níveis de representação, mas a mais importante divisão está entre o conhecimento superficial e o profundo. Conhecimento superficial consiste em ideias mencionadas explicitamente em um texto, que se refere a: listas de conceito, fatos simples, definições simples de termos chave e principais passos em procedimento. Conhecimento profundo consiste em explicações coerentes do material que fortalece o aprendiz para que ele possa gerar inferências, resolver problemas, tomar decisões, integrar ideias e aplicar o conhecimento em aplicações práticas (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

A maior parte das teorias sobre aprendizagem através de textos afirma que a compreensão resulta da interação entre o conteúdo proposto de um texto e o conhecimento prévio do aprendiz. Mas não se pode deixar de considerar que fatores contextuais que influenciam a natureza da interação do texto com o leitor têm relação com a compreensão. Entre estes fatores está a forma em que a situação de estudo é designada e, especialmente, o objetivo que motiva o estudo de um texto (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

A compreensão de textos instrucionais complexos requer uma estratégia elaborada de estudo. Quando os textos são muito específicos, é necessário estratégias ainda mais elaboradas, o que frequentemente é um problema para os alunos, por causa do conhecimento requerido para processar a informação

em múltiplos níveis dentro de uma memória operacional limitada. (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

A teoria proposta por Kintsch e Van Dijk (1983) quantifica os processos psicológicos que ocorrem quando um estudante tenta ler e entender um texto científico. O texto é compreendido através de uma série de ciclos de processo, durante cada ciclo o leitor adquire uma pequena quantidade de informação, aproximadamente correspondendo a uma sentença. Isto envolve construir proposições semânticas que formam uma base para o significado da sentença, conectando as proposições através de vários tipos de ligações e manter uma pequena quantidade de proposições na memória operacional, com o objetivo de conectá-las para um próximo ciclo de processamento. Este processo continua durante cada ciclo subsequente, permitindo ao leitor construir progressivamente uma rede de contato interconectada de proposições semânticas, ou um “texto base” na terminologia de Kintsch e Van Dijk (1978).

A compreensão do texto também envolve a recuperação do conhecimento na memória de longo prazo do leitor. Esta recuperação é sinalizada pelos conceitos e proposições encontrados no ciclo que está sendo processado. O conhecimento recuperado da memória de longo prazo é integrado com a informação do texto e se torna parte da representação do leitor na memória de longo prazo (KINTSCH, 1998; KINTSCH ; VAN DIJK, 1978; KINTSCH ; VAN DIJK, 1983 apud GRAESSER; LEON; OTERO, 2002, p. 419-420).

Um leitor que possui uma densa rede de contatos interconectados de conceitos relevantes prévios para ler um texto será capaz de usá-lo como um sistema de sinal. Este irá assegurar a difusão da ativação através de uma quantidade maior de conceitos na memória de longo prazo, portanto maximizando a integração da informação do texto com o conhecimento prévio do leitor. Inversamente, para leitores com um baixo nível de conhecimento prévio, a probabilidade de ativação de informação prévia ocorre em um grau suficientemente baixo. Por essa razão, estudantes com baixo conhecimento vão encontrar maiores dificuldades na compreensão de textos científicos. (McNAMARA & KINTSCH, 1996 apud GRAESSER; LEON; OTERO, 2002, p.420).

Muitos alunos possuem sérias dificuldades para adquirir novo conhecimento a partir de um texto pelo fato de não possuírem muito conhecimento prévio sobre o tópico, assim, não conseguem integrar informação textual com sua rede conceitual. Como resultado, a representação deles do texto é gradual e eles não podem estabelecer conexões entre pedaços distantes de informação. Mais tarde, tais estudantes podem ter problemas de lembrar a informação que leram, conseqüentemente, podem não ser capazes de usar esta informação com objetivo de responder questões, resolver problemas, ou transferir e gerá-la em novas situações. Em outras palavras, parte das dificuldades do entendimento de textos científicos é atribuída a vários processos de compreensão textual (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

Psicólogos e cientistas instrucionais propuseram vários meios para aliviar as dificuldades de compreensão de texto pelo aluno. Uma delas consiste em guiar a atividade do aluno através da informação apropriada e/ou níveis de processamento. A orientação é geralmente fornecida pela inserção de questões no texto ou pelo pedido aos estudantes para realizar tarefas específicas ao ler o texto. (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

### ***2.2.1 O papel da inserção de perguntas na compreensão do texto***

Allen e Tânia (2002) afirmam que as perguntas são ferramentas chave para o acesso a aprendizagem do aluno. Quando praticadas adequadamente, perguntas podem ter um papel fundamental no desenvolvimento das habilidades intelectuais do estudante.

O papel das perguntas na compreensão e na aprendizagem é extensivamente estudado. Perguntas são um meio de estimular e guiar atividades que promovem aprendizagem, pois focam a atenção do leitor em aspectos específicos de materiais a ser aprendido, ou formas específicas de argumentação ou geração conclusiva. Elas atuam similarmente a outros complementos, por exemplo, direções de estudo e objetivos instrucionais. Há

uma ampla evidência de que uma informação complementar influencia no processo de aprendizagem. (ROUET et al, 2001).

O efeito dos complementos instrucionais (perguntas) varia qualitativamente em função de um número de parâmetros. Um primeiro parâmetro, elucidado por Rickards (1979), foi à *direção do efeito* das perguntas (para frente ou para trás) e o tipo de *processamento* que elas causaram (específico ou geral). *Perguntas para trás* (no fim da informação) motiva a revisão mental do texto previamente lido; podem ser utilizadas como um guia para revisar informações importantes. As *perguntas para frente* (antes da informação) foca a atenção do aluno em uma informação específica que estará naquela porção do texto. *Perguntas específicas* focam em um simples pedaço de informação, enquanto que *perguntas gerais* podem envolver a passagens de todo o texto. *Perguntas gerais* ou “de alto nível” facilitam a compreensão mais profunda, isto é, a integração dos elementos do texto e a produção de conclusão enquanto *perguntas específicas* aumentam a memória para aquela determinada informação. (RICKARDS, apud ROUET et al, 2001).

Kinniburgh e Shaw Jr.(2009) ressaltam que, além de auxiliar os alunos em saber como relacionar as perguntas para suas respostas, a estratégia de relação pergunta-resposta fornece uma estrutura para a instrução estratégica de compreensão. As perguntas colocadas antes, durante e após a leitura requer dos estudantes o uso de múltiplas estratégias de compreensão. Por exemplo, os estudantes deverão recordar a informação, fazer previsões, sintetizar a informação, fazer conexões e usar estruturas textuais ao responder as perguntas. Eles irão aprender que bons leitores usam estratégias múltiplas, frequentemente simultaneamente, na leitura de um texto para encontrar a informação.

Uma boa vantagem de usar a estratégia de relação pergunta-resposta é que os professores têm que formular as perguntas com antecedência e são direcionados a criarem perguntas divergentes e bem variadas. No início isso requer um tempo maior de planejamento e estudo, mas os professores podem usar o mesmo texto e perguntas com estudantes futuros. (KINNIBURGH e SHAW JR. 2009).

### **2.2.2 Processos cognitivos de perguntas e respostas na memória**

Segundo Cerdán e outros (2009), responder perguntas baseadas em informações do texto requer processos internos e externos, isto é, processos de pesquisa de memória e de documentos.

Quando um estudante lê um determinado texto e logo após a leitura se faz uma pergunta específica sobre o texto lido, que tipos de processos o estudante tentará utilizar para fornecer uma resposta a tal questão? O processo depende em parte da organização da tarefa. Se o estudante é solicitado a responder somente da memória, o processo consistirá em inspecionar a representação mental do texto, recuperando a informação relevante e construindo uma resposta. Se, entretanto, for permitido ao estudante rever o texto com o objetivo de localizar informação relevante para a pergunta, o processo consistirá tanto da pesquisa da memória quanto da pesquisa do texto. (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

Estudos psicológicos sugerem que responder perguntas de memória é um processo complexo. De acordo com o modelo QUEST, de Graesser e Franklin (1990), é necessário primeiramente identificar o *tipo* de pergunta, seu *foco* e *fontes* de informação relevantes contidas nela para que se possa formular uma resposta. No caso de perguntas sobre conceitos recentemente aprendidos, a identificação do foco da pergunta pode ser afetada pelo processo de baixo nível, por exemplo, reconhecimento correto de palavras-chave (GRAESSER E FRANKLIN apud GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

Em uma pesquisa sobre memória, as *fontes de informação* são estruturas de conhecimento que podem ser exploradas para responder às perguntas. Se a pesquisa ocorre após ler um texto científico que apresenta uma informação complexa ou não familiar, o sujeito pode ter que decidir se pesquisará somente a sua representação do texto, se usará outra fonte de informação disponível, ou se usará uma base mais ampla de conhecimento.

Novamente, a seleção de uma fonte relevante na memória pode ser um problema para leitores iniciantes. Por exemplo, foi pedido a alunos do sexto e do oitavo ano para ler um texto de Biologia sobre tubarões e responder a uma série de perguntas de compreensão. Inesperadamente, algumas respostas

continham detalhes dramáticos (e irrelevantes), por exemplo, tamanho grande, inteligência e temperamento vingativo dos tubarões, uma tentativa de explicação foi encontrada quando se descobriu que o filme *Tubarão* foi assistido na TV pela maioria dos sujeitos na noite anterior ao experimento. Somente um participante do oitavo perguntou se era “obrigatório responder baseado no texto ou se eles poderiam usar seus próprios conhecimentos também”. A observação posterior sugere que a seleção de uma fonte de informação apropriada pode depender da habilidade metatextual do estudante, por exemplo, o conhecimento deles de que várias fontes existem e que elas não são igualmente úteis ou relevantes. (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

De acordo com o modelo QUEST, perguntas diferem no tamanho pela necessidade da estrutura conceitual para construir uma resposta. Perguntas simples focam em um simples conceito ou proposição semântica, enquanto que perguntas complexas focam numa estrutura conceitual mais ampla.

Para responder a uma questão segundo o modelo QUEST tudo se inicia com a ativação do seu conhecimento, que na maior parte das vezes ocorre a partir da identificação de algum termo familiar na pergunta, posteriormente, continua através de um mecanismo de radiação chamado *processo de busca de arco*. A busca de arco permite a propagação da ativação através de uma rede de contatos de conhecimento, baseada nas restrições específicas, para cada tipo de pergunta, por exemplo, perguntas com “como” chama pela pesquisa de antecedentes causais ou objetivos subordinados. A busca de arco reduz o espaço da pesquisa através da identificação dessas juntas de conhecimento que pode ser escolhido por uma resposta. O espaço da pesquisa é mais reduzido pela propagação da restrição e regras pragmáticas.

Modelos como o QUEST mostram o efeito de perguntas inseridas no texto na aprendizagem, pois, devido às limitações do conhecimento dos estudantes e dos recursos de processos delineado na sessão prévia, uma simples leitura do texto científico pode não ser o suficiente para estabelecer conexões entre as informações distantes no texto. As perguntas nos textos permitem aos estudantes reativar seletivamente parte da informação (a informação atua como um sinal de recuperação), e para reforçar a conexão entre os pedaços de informação necessários para responder. (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

### **2.2.3 O processo cognitivo do texto baseado em pergunta e resposta**

Dependendo do tipo da pergunta utilizada como complemento instrucional, a pesquisa pode envolver processos de compreensão superficiais ou profundos. Imagine que alguém pede a um estudante para pesquisar o texto do modelo atômico com o objetivo de localizar “o tipo de partículas usadas no experimento de Rutherford”, baseado na análise do foco da pergunta, o estudante pode esperar que o alvo seja um nome ou um código que irá aparecer mais provavelmente ao lado da palavra *partícula*. Isto define um critério bastante preciso que pode ser encontrado sem o uso da leitura profunda e dos processos de compreensão (pelo menos quando a resposta está explícita no texto).

Por outro lado, usar a informação do texto para comparar os modelos atômicos de Rutherford e de Thompson irá requerer do estudante a reconstrução de representações coerentes das propriedades respectivas dos dois modelos através de uma cuidadosa releitura de passagens relevantes do texto. Quanto mais cedo o estudante perceber que será necessário estabelecer conexões entre os dois macro componentes da representação mental, ele fará uma leitura do texto com maior atenção para absorver todas as informações necessárias (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

Há evidências que analisar o texto com o objetivo de responder perguntas é uma atividade de aprendizagem efetiva. Pesquisas evidenciaram que estudantes que reviram o texto com o objetivo de checar a correção de suas respostas obtiveram melhores pontuações na mesma questão repetida mais tarde, comparado a estudantes que receberam retorno externo ou nenhum retorno em suas respostas. Uma importante condição para que a pesquisa do texto seja efetiva é que uma resposta explícita tem que ser construída pelo aluno utilizando as informações contidas no texto e quando possível relacionando com as informações que já possui e estão armazenadas em sua memória (conhecimento prévio) (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).



Perguntas e respostas como parte de uma tarefa de estudo do texto é um eficiente meio para melhorar a compreensão dos estudantes e, pesquisar um texto para encontrar informação relevante, pode ser uma atividade bem complexa dependendo do tipo de questões, comprimento, complexidade do texto a ser pesquisado e outros fatores (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

A distinção entre perguntas de alto nível versus as de baixo nível tem sido usada frequentemente na literatura. Perguntas de alto nível são frequentemente definidas como perguntas que focam em uma ampla quantidade de conceitos, por exemplo, um parágrafo ou uma seção de um texto, enquanto perguntas de baixo nível focam em uma simples proposição ou sentença. Outra forma de olhar para a distinção entre perguntas de alto e de baixo nível é a quantidade de argumentação ou conclusão por parte do leitor. Algumas perguntas podem ser respondidas pelo uso de informação encontrada explicitamente no texto, enquanto outras requerem que o leitor projete a informação textual e o conhecimento prévio dele. Na prática, perguntas de alto e baixo nível frequentemente diferem de acordo com a quantidade de informação, tipo de informação e o tipo de processamento requerido, sem a tentativa de isolar estas distinções (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

Cerdán e outros (2009) definem questões de alto nível como sendo aquelas nas quais a resposta não está explicitamente estabelecida no texto, mas requerem integração através de vários parágrafos; perguntas de baixo nível são aquelas nas quais a resposta pode ser localizada em segmentos específicos do texto e pode ser extraída por uma cópia ou fazendo inferências mínimas através de frases fechadas.

As diferenças de processos entre perguntas de alto e de baixo nível são mais bem avaliadas através da medida de suas respectivas demandas de atenção. Halpain e outros (1985) conduziram cinco experimentos com o objetivo de estudar a influência do tipo de questão na distribuição dos recursos cognitivos durante a leitura. Eles apresentaram a estudantes universitários um texto explícito de mil e duzentas palavras em que as perguntas de alto e baixo nível, de acordo com os conteúdos de cada parágrafo, foram inseridas.

Usando um segundo método de tarefa, Halpain e outros descobriram que ler um parágrafo introduzido por perguntas de alto nível necessitou de perguntas de baixo nível. O autor também descobriu que, quando as perguntas

foram apresentadas após o parágrafo correspondente, a leitura de perguntas de alto nível usa mais recursos do que a de perguntas de baixo nível. Esta diferença desapareceu quando perguntas foram apresentadas antes dos parágrafos relevantes. Assim, quando os estudantes não tiveram oportunidades de ler o texto antes das perguntas, a quantidade de recursos destinada a perguntas de alto e baixo nível não se diferenciaram.

Estas descobertas confirmam a visão de que a colocação de perguntas de alto nível posteriormente requer do leitor, revisar e integrar vários elementos do texto, criando mais conexões na memória de longo prazo. De acordo com esta visão, o processo de responder texto baseado em perguntas de alto nível requer mais consumo de informação, mas promove uma compreensão mais profunda, e que as questões de baixo nível são também importantes, pois, promovem uma melhoria na memória do estudante para os pontos principais do texto (GRAESSER; LEON; OTERO, 2002).

Para que um aluno responda uma pergunta de baixo nível será necessário que ele consulte um número menor de trechos do texto, porém, estes trechos são analisados por um período de tempo maior para que ele consiga achar a informação alvo. Rouet e outros (2001), afirmam que nessa situação o aluno utiliza uma estratégia de localização e memorização, na qual os alunos tentam extrair de um pedaço específico do texto a informação e então memorizá-la antes de formularem a resposta.

Os benefícios das questões de alto nível podem aparecer apenas quando o leitor é solicitado a realizar tarefas cognitivamente exigentes, tais como uma compreensão aprofundada. (CERDÁN et al., 2009).

Rouet e outros (2001) sugerem que a localização de informação e a compreensão da leitura são dois aspectos de uma categoria mais geral que pode ser chamada de tarefas de informação, ou tarefas que exigem que os indivíduos utilizem uma fonte de informação externa para responder uma pergunta ou solucionar um problema.

Saber quando e como utilizar um texto para responder uma pergunta é uma habilidade que pode ser treinada através de instrução direta. Supondo que o aprendiz esteja consciente das demandas da tarefa, algumas tarefas promovem processos de revisão e integração que facilitam a compreensão aprofundada. Quando utilizamos textos para fins instrucionais, tais tarefas

podem ser usadas para organizar as estratégias de compreensão dos estudantes.

Existe, portanto, uma ampla evidência de que quando se utiliza perguntas inseridas em um texto, estas facilitam sua compreensão e memorização de novas informações, principalmente quando elas promovem a produção de inferências ou de integração de elementos do texto.

A incorporação das habilidades de compreensão de leitura e estratégias na instrução científica através de uso da estratégia de perguntas e resposta para estudantes tornarão os alunos leitores mais estratégicos de textos científicos e de outros tipos de textos usados na sua vida escolar o que certamente, contribuirá para a melhoria da sua aprendizagem.

### 3 O PRODUTO

De acordo com os objetivos propostos, foi escolhido um texto de um livro didático que foi modificado, ou seja, foi segmentado com a introdução de questões. Este texto foi aplicado aos alunos, que o utilizaram como fonte de estudo para um teste. Os resultados obtidos com o estudo do texto e os testes feitos pelos alunos após analisados serviram de base para a elaboração de uma oficina para professores, a fim de apresentar e discutir a metodologia utilizada.

#### 3.1 A Modificação do Texto

O primeiro passo para iniciar o trabalho foi escolher o livro didático e o texto que seria utilizado. O livro foi “Biologia”- Volume Único da Sônia Lopes e Sérgio Rosso. Esse livro foi escolhido porque faz parte do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e por ser o adotado na maioria das escolas públicas da cidade de Paracatu, MG.

O texto utilizado deste livro foi sobre aves (ANEXO A) e será denominado doravante *texto original*. A escolha foi motivada pelo seguinte fator: de acordo os referenciais teóricos adotados neste trabalho, é importante considerar o conhecimento prévio do aluno no processo de compreensão de um texto, assim era necessário que se escolhesse um assunto que os alunos já conhecessem. Como na época em que o texto foi aplicado eles estudavam sobre aves, foi feita a opção por usar um texto que abordava este tema.

Uma vez escolhido o texto, foi feita uma análise, para detectar a ocorrência de sobrecarga cognitiva, e identificar as informações mais importantes, aquelas essenciais para os alunos aprenderem o conteúdo. O objetivo ao modificar o texto era que estas informações importantes ficassem retidas na memória dos alunos, e que informação desnecessária fosse desconsiderada, reduzindo assim a sobrecarga cognitiva.

Para reduzir a sobrecarga cognitiva do texto, optamos por segmentá-lo, pois, de acordo com Mayer (2005), quando a informação é fragmentada, o aprendiz adquire esta de forma mais lenta, e tem o tempo necessário para assimilar novas informações e compreendê-las, cumprindo todas as etapas do processo cognitivo, princípio da segmentação da TCAM.

A segmentação foi feita através da inserção de questões ao longo do texto. Essas foram inseridas nos locais onde existiam as informações que julgamos ser importantes no texto, ou seja, informações essenciais para compreensão daquele assunto de acordo com minha experiência docente ao trabalhar este conteúdo em sala de aula. A opção por segmentar o texto utilizando questões foi feita com base em artigos que constam no referencial teórico do trabalho, que afirmam que a introdução de perguntas é um meio de estimular e guiar atividades que promovem aprendizagem, pois focam a atenção do aluno em aspectos específicos do texto a ser aprendido.

Ainda de acordo com o referencial teórico adotado, as perguntas podem ser inseridas de duas formas no texto: antes ou depois da informação que se deseja que seja armazenada na memória. Na minha experiência de docência sempre observo que quando se fornece uma pergunta a um aluno previamente e se pede a ele para procurar a resposta em um texto, na maioria das vezes o ele não faz a leitura de todo o texto, tenta simplesmente localizar a informação que necessita para responder a pergunta. Esse tipo de atitude pode prejudicar a compreensão do texto. Por esse motivo, optamos por inserir as questões sempre após a informação que desejamos que seja armazenada, isso permite ao aluno uma revisão mental do texto que já foi lido e faz com releia determinados trechos onde estão as respostas quase que automaticamente, e sabemos que esta releitura da informação facilitará sua assimilação.

De acordo com referencial teórico consultado, as perguntas utilizadas podem ser de dois tipos: *Perguntas específicas* ou de baixo nível, que focam em uma informação simples favorecendo sua entrada na memória, ou *perguntas gerais* ou de alto nível, que podem envolver passagens de todo o texto e facilitam a compreensão mais profunda, isto é, a integração dos elementos do texto e a produção de conclusão. Optamos por utilizar os dois tipos de perguntas, mas a maior parte delas foi específica ou de baixo nível, o

que permitiu que pudéssemos avaliar a capacidade de retenção da informação na memória (memorização).

O texto alterado por segmentação é apresentado no APÊNDICE A e será denominado *texto modificado*. É importante salientar que nenhuma informação foi retirada do texto, apenas segmentamos o mesmo utilizando questões.

Para exemplificar a segmentação, apresentamos a seguir um trecho do texto original e como ele foi segmentado através da inserção de uma questão:

O esqueleto das aves atuais é formado em grande parte por ossos ocos (ossos pneumáticos), que são pouco densos e delicados. Há redução e fusão de ossos, o que torna o corpo compacto. A cauda é reduzida e as cinturas escapular e pélvica são fundidas à coluna vertebral. (LOPES; ROSSO, 2005).

Pergunta introduzida após este parágrafo:

**Qual a importância dos ossos pneumáticos?**

Com a introdução da questão “qual a importância dos ossos pneumáticos?” pretendíamos que, em um parágrafo onde são mencionados vários ossos e modificações do esqueleto da ave, fosse destacado que a ave tem um tipo especial de estrutura óssea bem como sua importância para o voo e que esta informação fosse armazenada pelo aluno.

### **3.2 Aplicação dos Textos e Testes para os Alunos**

A aplicação dos textos (original e modificado) e do teste de retenção para avaliar a aprendizagem foi realizada com alunos com idades entre 15 e 17 anos da segunda série do Ensino Médio do Colégio Atenas. O Colégio Atenas faz parte da rede particular de ensino da cidade de Paracatu, MG. É uma instituição de referência na cidade que atende da Educação Infantil ao Ensino Médio, onde os alunos em sua maioria são de classe média. Com apenas 13 anos de existência, esse colégio propõe à cidade de Paracatu uma educação de qualidade, não se constituindo em mero estabelecimento de informações e

sim, preocupando-se com a formação geral do aluno e com a formação continuada dos seus professores. Esta escola foi escolhida para realização do trabalho porque além de trabalhar na instituição por oito anos, ela forneceu todo suporte e incentivo necessários para conclusão deste trabalho.

O trabalho foi realizado em duas turmas da segunda série do Ensino Médio, turmas que, se comparado o desempenho geral de seus alunos, podem ser consideradas homogêneas. Essas turmas foram identificadas como *Turma A* e *Turma B*. Na Turma A 43 alunos participaram do trabalho e na B 45 alunos.

Em um primeiro momento foi distribuído para cada aluno uma cópia do texto sobre aves, é bom lembrar que os alunos já tinham conhecimento prévio do assunto do texto, pois o mesmo tinha sido trabalhado pelo professor na semana anterior ao nosso teste. Os alunos da Turma A receberam o texto original e os alunos da Turma B receberam o texto modificado.

Em ambas as turmas o procedimento foi o mesmo, foi pedido que eles estudassem o texto recebido, como se fossem estudar para uma avaliação, sem limite de tempo. Foi informado que, após o estudo, fariam uma avaliação sobre o texto estudado.



**FIGURA 3:** Foto dos alunos da Turma A fazendo o estudo do texto original

Fonte: Arquivo pessoal.

O estudo do texto transcorreu de maneira tranquila (Figuras 3 e 4), todos os alunos seguiram exatamente as instruções que foram dadas. O tempo gasto por eles no estudo foi variável, um aluno da Turma A ficou apenas dez minutos com o texto, enquanto outro da Turma B gastou cerca de uma hora e quinze minutos. A média de tempo de estudo dos textos para as duas turmas foi de 50 minutos.



**FIGURA 4: Foto dos alunos da Turma B fazendo o estudo do texto modificado**  
**Fonte: Arquivo pessoal.**

Após fazerem o estudo de texto e julgarem estarem prontos para fazer uma avaliação sobre ele, os alunos foram organizados na sala conforme o procedimento da escola para avaliação. Todos foram submetidos a um teste (APÊNDICE B) que constou de sete questões, e para cada resposta correta foi atribuída um ponto totalizando, portanto, o valor de sete pontos para o teste. Vale ressaltar que as questões do teste eram todas discursivas e eram idênticas as questões utilizadas no texto modificado.

Os alunos fizeram o teste (Figura 5) com seriedade e responsabilidade, como se estivessem fazendo uma avaliação da própria escola.





**FIGURA 5: Foto dos alunos da Turma B fazendo o teste avaliativo sobre o texto estudado**  
**Fonte: Arquivo Pessoal.**

### **3.3 Análise dos Resultados da Aplicação do Teste para os alunos**

Os textos foram estudados por um total de 88 alunos da segunda série do Ensino Médio, 43 alunos da Turma A estudaram o texto original e 45 alunos da Turma B estudaram o texto modificado, ou seja, segmentado pela inserção de questões. O teste aplicado aos alunos após estudo dos textos foi o mesmo para as duas turmas (APÊNDICE B), conforme colocado na metodologia, cada questão do teste foi valorizada em 1,0 ponto e, portanto, a nota máxima para o teste foi de 7,0 pontos.

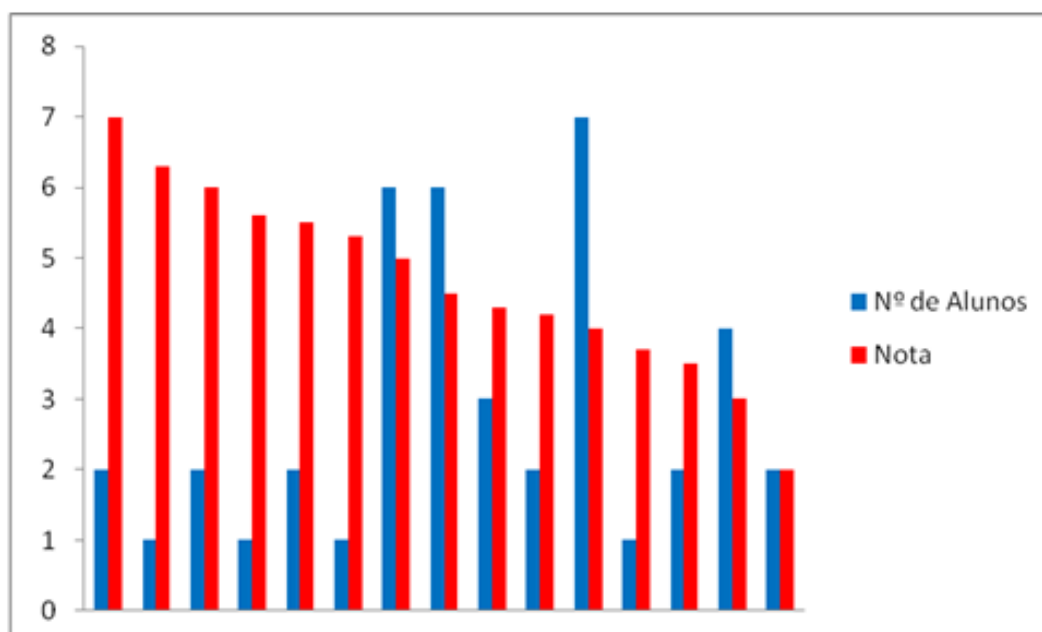
A Tabela 1 mostra as notas alcançadas pelos alunos da Turma A (texto original) no teste. É possível perceber que a maior parte da turma (46,5%) atingiu nota próxima da média de 60% exigida pelo colégio (4,2 pontos), 17 alunos (em azul) atingiram nota inferior à média exigida e apenas dois alunos conseguiram acertar 100% do teste (em vermelho).

**TABELA 1**  
Notas alcançadas pela turma A no teste

Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota
1	4,0	9	4,0	17	6,2	25	4,2	33	4,5	41	3,0
2	5,0	10	3,5	18	2,0	26	5,6	34	4,0	42	4,0
3	5,0	11	5,0	19	4,2	27	6,0	35	4,3	43	4,0
4	6,3	12	4,0	20	4,3	28	3,7	36	5,3		
5	3,2	13	3,5	21	5,0	29	2,0	37	3,0		
6	7,0	14	3,0	22	4,0	30	5,5	38	4,3		
7	5,0	15	4,5	23	4,5	31	4,5	39	5,5		
8	4,0	16	4,5	24	3,0	32	7,0	40	5,0		

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

As informações da Tabela 1 estão apresentadas no Gráfico 1 que permite uma melhor visualização da relação entre o número de alunos e as notas alcançadas pelos alunos da Turma A que estudaram o texto original.



**GRÁFICO 1:** Relação Número de aluno/ Nota do teste obtida pelos alunos da Turma A.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

A Tabela 2 mostra as notas alcançadas pela Turma B (texto modificado) no teste. É possível perceber que as notas obtidas pelos alunos da turma B foram superiores as da Turma A. Verifica-se que mais da metade da turma (57,7%) atingiu nota acima de 80% (5,6 pontos), cinco alunos acertaram 100%

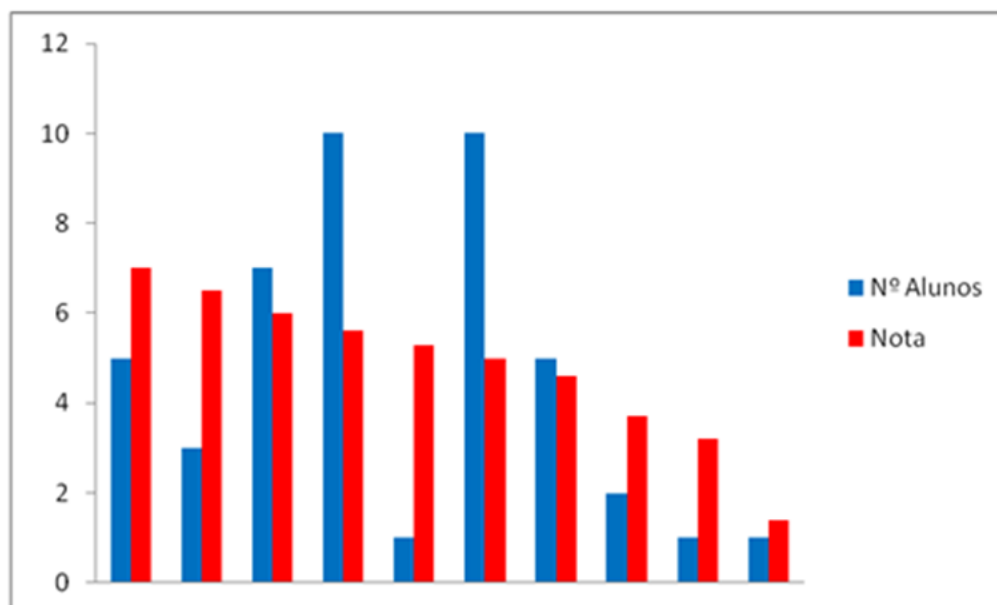
do teste (em vermelho) e apenas quatro alunos ficaram com nota inferior a 60% média (4,2 pontos) (em azul).

**TABELA 2**  
Notas alcançadas pela turma B no teste.

Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota
1	5,6	9	1,4	17	7,0	25	5,0	33	5,6	41	5,0
2	7,0	10	6,5	18	6,0	26	5,6	34	6,0	42	4,6
3	5,6	11	6,5	19	4,6	27	3,7	35	6,0	43	5,6
4	5,6	12	5,6	20	5,6	28	5,3	36	6,0	44	3,7
5	5,6	13	5,0	21	5,0	29	3,2	37	4,6	45	5,0
6	5,6	14	7,0	22	7,0	30	5,6	38	4,6		
7	6,0	15	6,0	23	5,0	31	5,0	39	5,0		
8	6,0	16	4,6	24	6,5	32	7,0	40	5,0		

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

O Gráfico 2 permite ter uma melhor visualização da relação entre o número de alunos e as notas alcançadas pelos alunos da Turma B, que estudaram o texto modificado, condensando as informações da Tabela 2.

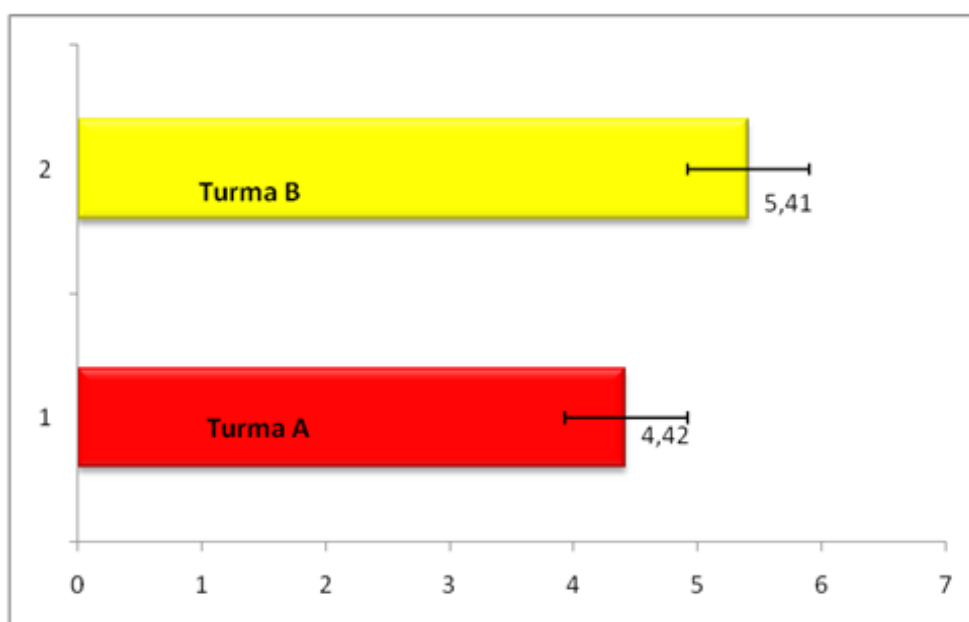


**GRÁFICO 2:** Relação Número de aluno/ Nota do teste obtida pela Turma B.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Foi feito o cálculo da média final obtida pelas turmas: a média da Turma A foi de 4,42 e a da Turma B foi de 5,41. A partir desses resultados foi feito um

gráfico (Gráfico 3) comparativo com a inserção das barras de erros de cada média. As barras do erro podem ser utilizadas para comparar valores, para determinar se a diferença entre eles é estatisticamente significativa. Como pode ser visto pelas barras de erro apresentadas no gráfico 3, a diferença das médias das Turmas A e B é significativa.

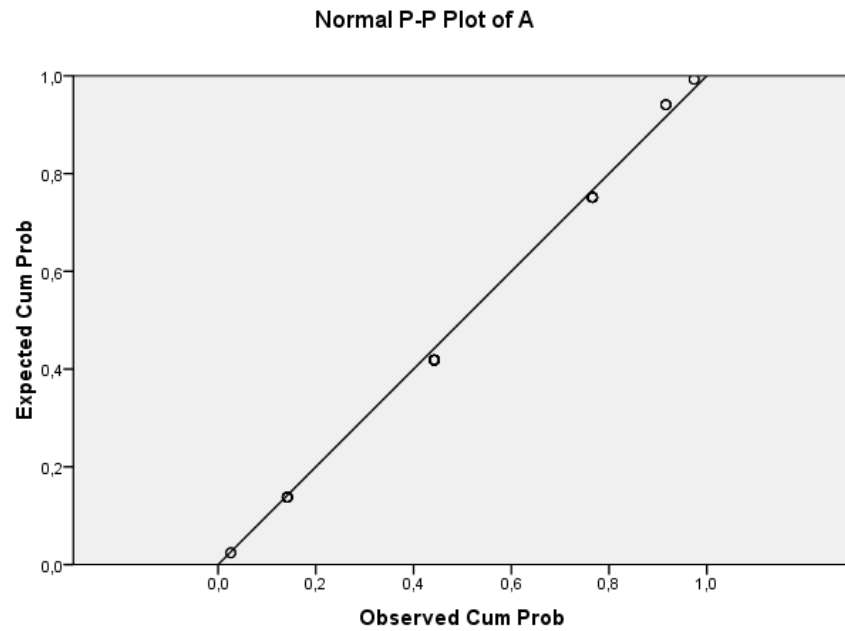


**GRÁFICO 3: Barra de Erros - Média de Notas Turmas A e B.**  
Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

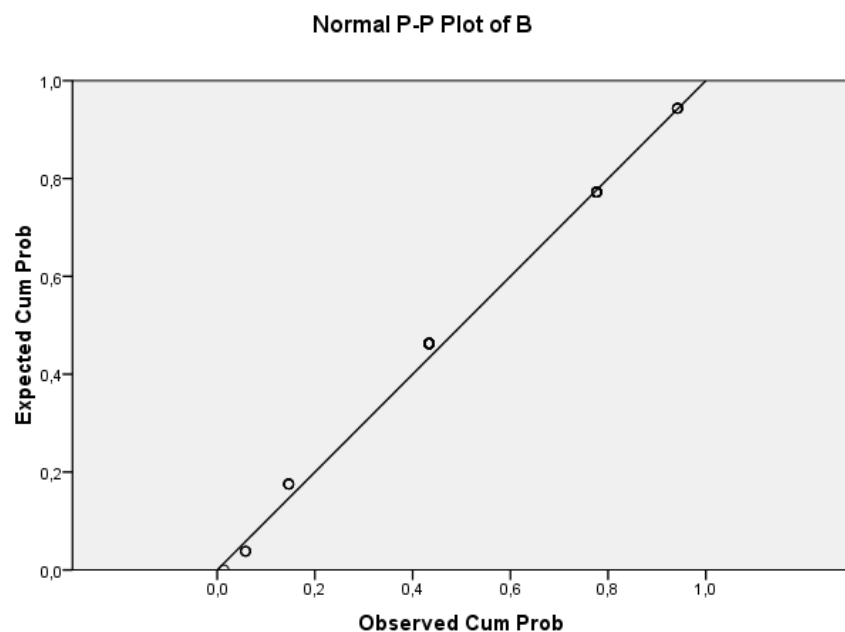
Para comprovar que a diferença entre os resultados do teste foi realmente significativa foram realizados testes estatísticos utilizando o programa SPSS<sup>1</sup>, salientamos que como o programa usa a língua inglesa, os gráficos apresentados a seguir estão em inglês.

As notas dos testes dos alunos das Turmas A e B apresentam distribuição normal como se pode observar nos Gráficos 4 e 5.

<sup>1</sup> SPSS – Statistical Package for the Social Sciences - Programa para análise estatística nas Ciências Sociais



**GRÁFICO 4: Distribuição normal das notas dos alunos da Turma A.**  
**Fonte: Dados da pesquisa, 2009.**



**GRÁFICO 5: Distribuição normal das notas dos alunos da Turma B.**  
**Fonte: Dados da pesquisa, 2009.**

O fato de a distribuição ser normal permite a utilização do Teste t para a análise dos dados. Quando o valor de Sig (2-tailed) é menor do que 0,05 as amostras são diferentes e, quando o valor de Sig (2-tailed) é maior do que 0,05, as amostras são iguais. A análise dos dados utilizando a média das notas

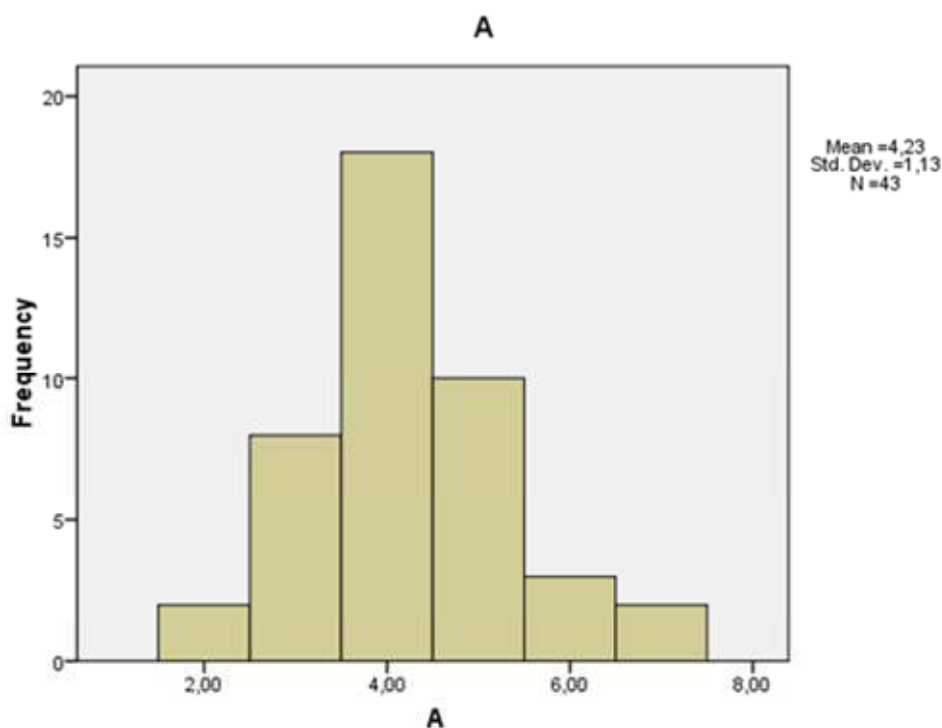
obtidas nos testes mostrou uma diferença estatisticamente significativa entre elas, pois, o valor de Sig (2-tailed) foi menor do que 0,05 (destaque em vermelho). O Teste t (Tabela 3) indica que as amostras são diferentes.

**TABELA 3**  
**Teste comparativo entre as notas das Turmas A e B.**

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
					A	24,552
B	28,781	44	0,00	5,11111	4,7532	5,4690

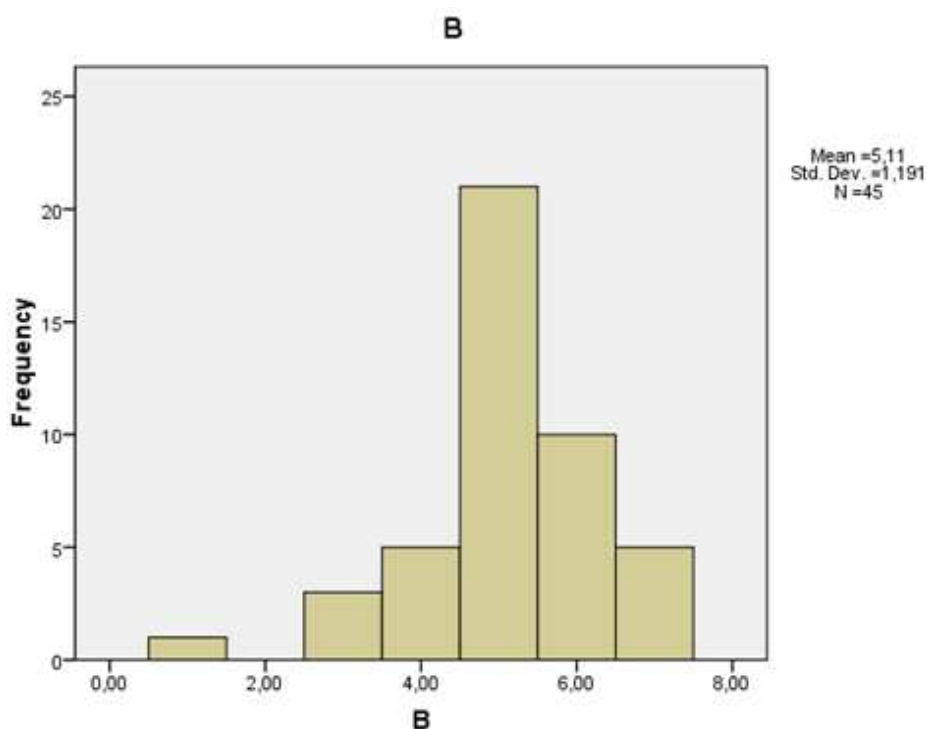
Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Em outro estudo estatístico foi feita a distribuição das frequências das notas das Turmas A e B, como mostrado nos Gráficos 6 e 7. Observa-se que a frequência de notas acima da média do teste (4,2) da Turma B foi superior a da Turma A.



**GRÁFICO 6: Frequência das notas dos alunos da Turma A.**

Fonte: Dados da Pesquisa, 2009



**GRÁFICO 7: Frequência das notas dos alunos da Turma B.**

**Fonte: Dados da Pesquisa, 2009**

Os resultados dos estudos estatísticos apresentados acima mostram que as notas dos testes da Turma B foram superiores às notas dos testes da Turma A. Como o teste aplicado se tratava de um teste de retenção, os resultados obtidos permitem inferir que os alunos que estudaram o texto segmentado pela inserção de questões conseguiram reter melhor as informações do texto em sua memória.

Segundo Gazzaniga (2006), a aprendizagem está diretamente ligada à aquisição de informações, desde que essas sejam processadas na memória operacional. O aprendizado, então, tem um resultado ao qual chamamos de memória. Colocando isso de outra maneira, o aprendizado acontece quando uma memória é criada ou reforçada pela repetição.

A maior retenção de informações na memória verificada pelos alunos da Turma B provavelmente se deve ao fato deles terem obtido as informações fragmentadas (segmentadas) e as questões os fizeram reler os mesmos trechos várias vezes, como um exercício de repetição. Isso permitiu aos alunos um tempo maior para o processamento das informações e também para a seleção das informações mais importantes do texto, o que vai contribuir para a redução da carga cognitiva e influenciar diretamente na aprendizagem.

Ao final da aplicação do teste para a Turma B, foi solicitado aos alunos que escrevessem sua opinião sobre o estudo de um texto segmentado com a inserção de questões. A seguir apresentamos alguns relatos com as impressões dos alunos.

A aluna 1 acha que o método ajuda na memorização, interpretação, mas acha que se todo material didático fosse assim poderia se tornar cansativo.

É muito interessante, porque durante as aulas eu e uns alunos conversamos com o outro professor sobre o texto, e chegamos à seguinte conclusão: As perguntas, do modo como vieram dispostas, fizeram com que os alunos criassem o hábito de voltar ao texto para buscar as respostas. O que incita o aluno a aprender sobre interpretação, fundamental em qualquer matéria. Eu acredito que, naquele ato de memorização "rápida", e pra quem percebeu que as respostas estavam atrás das perguntas, o método foi muito útil. Entretanto não sei se gostaria de ter um material didático dessa forma, porque ficaria um pouco cansativo ou até confuso para quem lê à medida que essa pessoa já sabe interpretar. (Aluna 1).

Outro aluno frisou que gostou principalmente porque o texto segmentado com questões ajuda a fixar atenção e diminui a dispersão durante a leitura.

[...] as perguntas daquele exercício ficou muito bom do jeito que você colocou lá no meio do texto, pois em alguns textos (especialmente os mais extensos) qualquer pessoa às vezes se distrai ou pensa em algo quando esta estudando o parágrafo e deixa informações passarem despercebidas, se as perguntas ficassem no final acho que não daria o mesmo resultado do que como você fez. Assim quando alguém lê a pergunta no meio já olha o que não prestou atenção ou não apreendeu e lê novamente para responder a pergunta. (Aluno 2)

A maior parte dos alunos destacou em seus depoimentos que o texto segmentado com questões facilitou a memorização e melhorou a fixação da sua atenção e compreensão do texto.

### **3.4 Realização da Oficina com os Professores**

Utilizando o referencial teórico deste trabalho e a análise dos resultados do teste realizado com os alunos, foi desenvolvida uma oficina com professores



de Biologia para apresentar e discutir a metodologia de segmentação de textos através de perguntas.

Segundo Afonso (2006), oficina é um termo aplicado às situações mais diversas, designando, geralmente, cada encontro em um trabalho em grupo. É um trabalho estruturado com grupos, independente do número de participantes e do número de encontros, onde foca-se em torno de uma questão central que o grupo se propõe a elaborar. Um ponto importante das oficinas, ainda segundo a autora, é que durante o desenvolvimento desse tipo de trabalho ocorre a exposição de laços afetivos e de vivências com o tema a ser discutido.

As oficinas pedagógicas constituem uma metodologia voltada para a formação de profissionais, de um modelo epistemológico que promova a transformação da realidade e para a construção criativa coletiva do conhecimento pelos estudantes e educadores (MOITA; ANDRADE, 2006).

Bazin (1998) esclarece que as oficinas devem ser utilizadas como ferramentas para ensinar com respeito, favorecendo a aprendizagem de cada aluno e em interação com eles.

O tema geral da oficina é chamado de foco e é essencial que este tenha relação com o cotidiano do grupo e que não seja apresentado de forma intelectualizada, utilizando linguagem estranha ao envolvidos (AFONSO, 2006). Por isso optamos em realizar a oficina com professores de Biologia atuantes no Ensino Médio, que lidam no seu cotidiano com o tema a ser abordado.

A oficina foi realizada nas dependências da Escola Estadual Affonso Roquette no dia 02 de setembro de 2010. Participaram da oficina quatro professores, três da Escola Estadual Affonso Roquette e um do Colégio Atenas (Figura 6).

O tema da oficina foi "*Segmentação do Texto de Biologia Através da Inserção de Questões de Biologia: efeitos sobre a aprendizagem*". A oficina teve duração de cerca de quatro horas e foi dividida em três momentos:

- a) 1º momento: início da oficina, onde foi colocado aos professores toda base teórica na qual se apoia o trabalho. Posteriormente foi falado sobre o texto modificado através da segmentação com a introdução de perguntas. Foram explicados os passos para a elaboração do texto modificado e, para finalizar este momento, foi apresentado o

resultado do teste feito pelos alunos após o estudo dos textos original e modificado por segmentação. A apresentação e discussão foram apoiadas em slides confeccionados em PowerPoint® (APÊNDICE C);

- b) 2º momento: foi entregue a cada professor texto original que foi trabalhado com os alunos. Foi solicitado que eles analisassem o texto a fim de selecionarem as informações que julgassem realmente importante para que os alunos aprendessem o conteúdo do texto em questão. Depois foi solicitado que, usando os critérios que já haviam sido expostos, fizessem a segmentação do texto utilizando perguntas com o objetivo de trabalhar o texto com seus alunos em sala aula. Por ser um grupo pequeno houve muita discussão durante as atividades, principalmente, durante a seleção das informações que julgavam importantes. E após cada professor segmentar seu texto, comparam as formas como cada um fez a segmentação e discutiram a melhor forma de segmentar o texto para ser utilizado por seus alunos;
- c) 3º momento: os professores responderam a um questionário (APÊNDICE D) com o objetivo de coletar opiniões, impressões e sugestões sobre oficina e sobre a metodologia apresentada.



**FIGURA 6: Foto dos professores participando da oficina.**

**Fonte: Arquivo pessoal.**

### **3.5 Resultados da Avaliação da Oficina pelos Professores**

A oficina *SEGMENTAÇÃO DO TEXTO DE BIOLOGIA ATRAVÉS DA INSERÇÃO DE QUESTÕES: EFEITOS SOBRE A APRENDIZAGEM* teve a participação de quatro professores de Biologia. Estes professores, possuem em média dez a doze anos de experiência em docência e, portanto, já possuem grande bagagem sobre os problemas enfrentados no ensino-aprendizagem de Biologia.

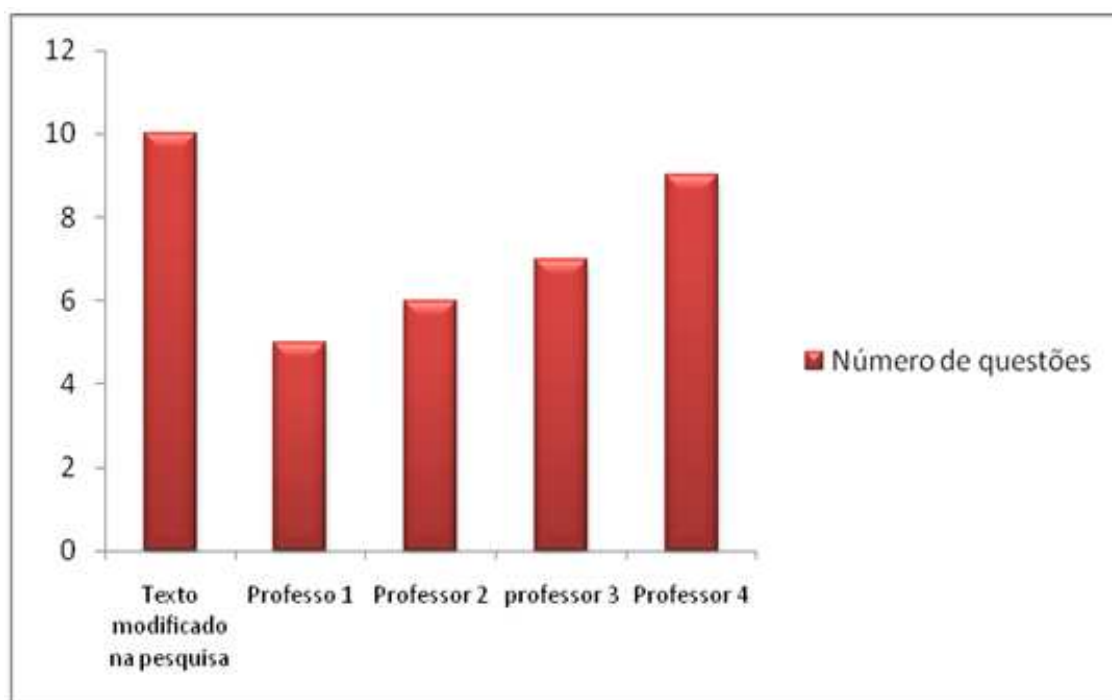
No primeiro momento da oficina, quando foram expostas as bases teóricas do trabalho, os motivos que levaram a sua origem e foi ensinada a metodologia utilizada para fazer a segmentação do texto com questões, houve uma grande participação dos professores, com discussões sobre o assunto, sugestões, críticas e troca de vivências entre eles. Foi um momento muito agradável onde todos com certeza aprenderam um pouco mais e ficaram muito

entusiasmados quando os resultados do teste aplicado aos alunos foram apresentados.

O segundo momento da oficina foi também muito participativo, os professores individualmente receberam o texto original sobre aves e, aplicando o que havia sido ensinado no primeiro momento da oficina, o segmentaram introduzindo questões. Cada professor primeiro fez uma leitura atenta do texto original e todos, sem exceção, comentaram que algumas informações eram totalmente desnecessárias para um aluno da segunda série do Ensino Médio, mostrando que visualizaram no texto sobrecarga cognitiva. A seguir, discutiram quais as informações eram mais relevantes no texto e que deveriam ser assimiladas pelos alunos. A partir dessas discussões cada um passou a fazer a segmentação do texto através da inserção de questões.

Interessante ressaltar que cada professor segmentou o texto de maneira diferente, usando questões muitas vezes semelhantes, mas, em nenhum momento, idênticas. Levaram de sessenta minutos a uma hora meia para executar a segmentação do texto e utilizaram tanto questões específicas quanto gerais que foram adicionadas sempre após a informação que as respondia. O número de questões inseridas no texto, e conseqüentemente o número de segmentos, também variou para cada professor e se diferenciou do texto modificado utilizado na nossa pesquisa, como podemos observar no Gráfico 8.

O fato de cada professor ter segmentado o texto de forma diferente, significa que cada um tem uma maneira diferente de abordar o mesmo assunto, essa forma muitas vezes está ligada ao tipo de aluno e escola que trabalham. Todos conseguiram fazer a segmentação com tranquilidade, sem grandes dificuldades, o que sugere que esta metodologia é fácil de ser aplicada na prática docente.



**GRÁFICO 8: Comparação entre o número de questões inseridas para segmentar o texto pelos professores participantes da oficina e no texto modificado na no nossa pesquisa.**

**Fonte: Dados da pesquisa, 2010.**

A oficina foi finalizada com a aplicação de um questionário (APÊNDICE D), respondido por todos os professores participantes, para coletar opiniões, impressões e sugestões sobre oficina e a metodologia utilizada. A partir das respostas avaliamos a metodologia de segmentação de texto apresentada.

Quando questionados sobre a frequência com que utilizam textos para trabalhar com seus alunos, todos responderam que sempre trabalham, que é um tipo de atividade comum e, entre os tipo de textos trabalhados por eles, foram mencionados, em primeiro lugar, citado por 100% dos professores, os textos dos livros didáticos, textos informativos de revistas de circulação nacional, apenas um professor citou textos de revistas especializadas.

A pergunta seguinte do questionário se referia aos critérios utilizados por eles para inserir as questões no texto utilizado na oficina, e todos responderam de forma semelhante. Relatam que o principal critério utilizado foi a seleção dos pontos do texto onde julgavam ter as informações mais importantes e relevantes para os alunos.

Posteriormente foram feitas perguntas diretamente relacionada à metodologia de segmentação de texto pela inserção de questões. Todos os

professores concordaram que essa metodologia pode ajudar no seu trabalho e facilitar a aprendizagem dos alunos. Abaixo exemplificamos duas justificativas:

O aluno estará sempre revisando o conteúdo, isto é, sempre que se depara com uma nova questão, isto faz com que ele memorize melhor e não tenha uma sobrecarga de informação. (Professor 1)

Facilitará na compreensão das informações e ajudará os alunos a reter melhor as informações. O aluno absorverá com facilidade, fazendo com que ele volte várias vezes no texto para obter a resposta. (Professor 2)

Estas respostas mostram que alguns conceitos trabalhados na primeira etapa da oficina como retenção de informações na memória, sobrecarga cognitiva e compreensão de texto foram assimilados pelos professores.

Quando questionados sobre a possibilidade da adoção da segmentação de texto com a inserção de questões pelos livros didáticos, todos concordaram, justificando que poderia facilitar a utilização do livro pelos alunos. Com a segmentação o aluno teria a ideia que os textos dos livros são mais curtos, o que facilitaria sua leitura e entendimento, pois é comum os alunos reclamarem que os textos são muito extensos e se perdem na hora da leitura.

O último questionamento feito aos professores foi se eles utilizariam essa metodologia de segmentação do texto em sala de aula. Todos disseram que sim, que irão utilizá-la e alguns justificaram a utilização da seguinte forma:

Eu já trabalho muito com texto, e se é para melhorar a aprendizagem, eu utilizaria sim. Facilita a compreensão do aluno. (Professor 3)

É um método prático e até mesmo para o professor, facilitaria nos debates, uma vez que ao responder as questões, os alunos teriam que colocar respostas baseadas no contexto e no conhecimento prévio, instigando o professor e provando que ele conseguiu reter as informações. (Professor 1)

A avaliação final da oficina foi muito satisfatória, ou seja, conseguimos atingir nosso objetivo que era apresentar aos professores uma metodologia para segmentar textos de Biologia, minimizando principalmente a sobrecarga cognitiva intrínseca, no sentido de melhorar o processo ensino-aprendizagem de Biologia.

Os professores saíram animados, disseram que gostaram da oficina e acharam a metodologia útil, fácil de ser aplicada e eficiente para melhorar a aprendizagem do aluno. Isso pode ser evidenciado em um relato feito por um dos professores no final do seu questionário.

A melhoria do ensino aprendizagem se dá através de métodos de ensino com esse; as tentativas são valiosas, apesar de não existir uma receita pronta; estamos sempre no caminho certo. (Professor 1)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa nasceu de uma dificuldade enfrentada durante minha trajetória docente; constantes reclamações dos alunos sobre a quantidade e complexidade das informações no ensino de Biologia, associada ao fato dos conteúdos possuírem uma grande sobrecarga cognitiva intrínseca, como ressaltado neste trabalho. Dificuldade compartilhada por vários professores que trabalham com esta disciplina. Isto motivou a busca por uma metodologia que pudesse minimizá-la e facilitar o processo ensino- aprendizagem da Biologia.

O alvo da pesquisa foram os textos dos livros didáticos, esta escolha se deu porque, apesar da grande quantidade de recursos tecnológicos utilizados no ensino atualmente, o livro didático ainda é o recurso mais usado pelos professores e alunos. Estudos mostram que os livros didáticos apresentam limitações e que muitas vezes seus textos são longos, complexos e com excesso de informações, ou seja, apresentam sobrecarga cognitiva extrínseca.

Diante desse quadro, essa dissertação se dedicou à modificação de um texto de um livro didático, usando o princípio da segmentação proposto na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) desenvolvida por Mayer (2005), visando reduzir a sobrecarga cognitiva do material. A segmentação foi feita através da inserção de questões no texto, seguindo referencial de Graesser, Leon e Otero (2002) nos locais onde foi julgado haver as informações mais importantes para os alunos aprenderem o conteúdo trabalhado.

Foi observado, durante a leitura e o estudo dos textos utilizados nesta pesquisa, que os alunos que estudaram o conteúdo, neste caso as aves, com o texto modificado pela inserção de questões conseguiram fixar melhor a atenção durante estes processos do que aqueles que utilizaram o original, retirado do livro didático sem modificações. Constatamos, através da análise de um teste de retenção aplicado após o estudo dos textos, que os alunos que utilizaram o modificado obtiveram média de notas significativamente maior do que aqueles que utilizaram o original. Esse resultado mostrou que a segmentação do conteúdo do texto através da introdução de questões, pode ter contribuído para



uma diminuição da sobrecarga cognitiva. Isto ocorreu provavelmente porque as informações fragmentadas são levadas de forma mais lenta para a memória operacional cumprindo assim o tempo necessário para assimilação e compreensão das mesmas pelo aprendiz. Conclui-se também que o fato da segmentação ter sido feita com questões foi importante, porque o ato de buscar respostas no texto para as perguntas inseridas requer a reativação do conhecimento da memória, isso aumenta a integração do aluno com a informação e melhora sua habilidade para utilizá-la posteriormente.

Em outra etapa do trabalho foi elaborada e aplicada uma oficina junto a professores de Biologia para avaliar a aplicabilidade da metodologia aqui proposta. A realização da oficina foi de grande importância para o trabalho, pois, foi possível obter um retorno rápido e positivo da metodologia da segmentação de textos pela inserção de questões. Todos os professores que participaram da oficina assimilaram bem a metodologia e suas bases teóricas e se mostraram interessados em utilizar o método em suas aulas. Eles se identificaram com as dificuldades e problemas enfrentados pelos alunos e professores no ensino e aprendizagem da Biologia e viram no método apresentado uma forma de minimizar essas dificuldades.

Esperamos que esta dissertação e os materiais produzidos durante sua realização possam contribuir com a prática profissional dos professores de Biologia, uma vez que estes devem se manter atualizados sobre os novos recursos metodológicos que possam levar para sala de aula, buscando despertar um maior interesse dos alunos e conseqüentemente melhorar sua aprendizagem .

Os resultados do nosso trabalho mostram a importância da associação dos conhecimentos no campo cognitivo da aprendizagem na elaboração de recursos metodológicos, com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Sabemos que este trabalho não vai sanar todos os problemas que existem no ensino de Biologia, mas com certeza é um passo inicial para que novas pesquisas sejam realizadas nessa área e que assim surjam resultados ainda mais expressivos.

Finalmente, acreditamos que esse trabalho atingiu seu objetivo principal e também aos objetivos do Mestrado profissionalizante, propondo um novo recurso metodológico e o levando ao conhecimento dos professores para que

os mesmos possam aplicá-los no cotidiano das suas salas de aula.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, M.L.M. **Oficinas em dinâmica de grupo**: um método de intervenção psicossocial. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006. 171p.

ALLEN, D.; TANNER, K. Approches to cell biology teaching: question about question. **Cell Biology Education**, Bethesda, MD, v.1. Set. 2002. Disponível em: <<http://www.lifescied.org/cgi/content/full/1/3/63>> Acesso em: 30 jul. 2009.

BAZIN, M. Ciência Nossa Cultura? Uma práxis de educação em Ciências e matemática: oficinas participativas. **Educar**, Curitiba, n. 14, p. 27-38, 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: SEF/MEC, 1998.

CÉRDAN, R.; VIDAL-ABARCA, E.; MARTINEZ, T.; GILABERT, R.; GIL, L. Impact of question-answering tasks on search processes and reading comprehension. **Learning and Instruction**, Maryland Heights, MO, v.19, n. 1. Feb. 2009.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva: a Biologia da mente**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 768 p.

GOMES, E. C. **Ensino do desenvolvimento embriológico do sistema cardinal baseado na teoria cognitiva de aprendizagem multimídia (TCAM)**: material didático para o professor e suas bases de apoio. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

HALPAIN, D. R.; GLOVER, J.A. e HARVEY, A. L. Differential effects of higher and lower order questions: attention hypotheses. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v.77, n. 6, Dec 1985.

KINNIBURG, L. H.; SHAW JR., E.L. Using question- answer relationships to build reading comprehension in science. **Science Activities**, Washington, v.45, n. 4, p.19-28, Dec. 2009.

LAJOLO, M.P. Livro didático: um (quase) manual didático. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 69, Jan/Mar, 1996. Disponível em: < [http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B5F8D6FDF-2BF0-476F-9271-88ADE36BAD1A%7D\\_Em\\_aberto\\_69.pdf](http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B5F8D6FDF-2BF0-476F-9271-88ADE36BAD1A%7D_Em_aberto_69.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2010.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência.** São Paulo: Atheneu, 2005. 698 p.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Biologia.** São Paulo: Saraiva, 2005 . 608p.

MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Pro-posições**, Campinas, v.17,n.1. Jan./Abr., 2006.

MAYER, R. E. **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning.** Santa Barbara: Cambridge, 2005. 663 p.

MOITA, F. M.; ANDRADE, F. C. Oficinas pedagógicas: o saber em produção. In: SANTOS, E.; ALVES, L. **Práticas Pedagógicas e Tecnologias Digitais.** Rio de Janeiro: E-papers, 2006, p.287-301.

NETO, M.J.; FRACALANZA, H. O Livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/01.pdf>.> Acesso em: 03 jan. 2011.

OTERO, J.; LEÓN, J.; GRAESSER, A. C. Introduction to psychology of science text comprehension. In: OTERO, J.; LEÓN, J.; GRAESSER, A. C. **The psychology of science text comprehension.** New Jersey: Laurence Erlbaum, 2002. Chapter 1, p.2-15.

ROUET, J.F; VIDAL-ABARCA, E.; ERBOUL, A.B.; MILLOGO,V. Effects of information search tasks on the comprehension of instructional text. **Discourse Processes**, Philadelphia, v.31. n.2, p.163-186, 2001.

ROUET, J.F.; VIDAL-ABARCA, E. "Mining for Meaning": Cognitive effects of inserted questions in learning from scientific text. In: OTERO, J.; LEÓN, J.; GRAESSER, A. C. **The psychology of science text comprehension.** 1.ed. New Jersey: Laurence Erlbaum, 2002. Chapter 17, p.417-436.

STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva.** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 584 p.

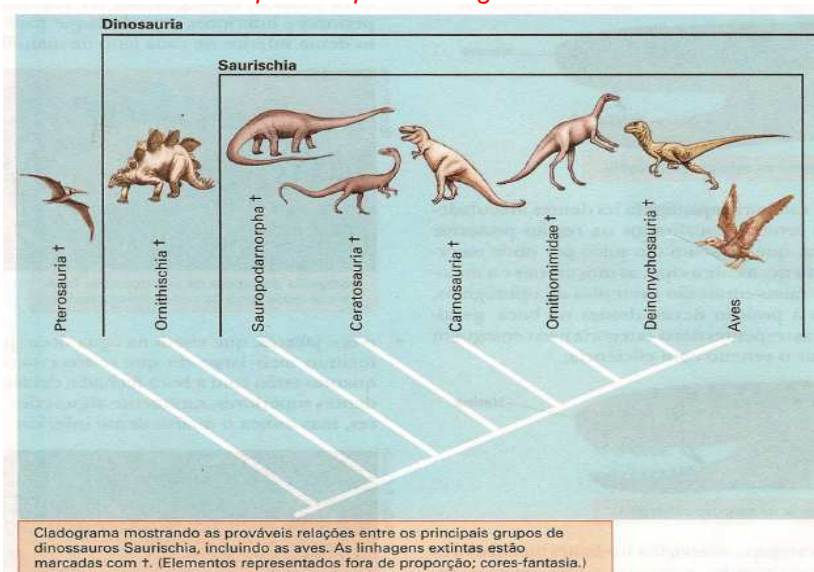
TAROUCO, L. M. R.; CUNHA, S. L. S. Aplicação de teorias cognitivas ao projeto objetos de aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.4, n. 2, Dez. 2006

## APÊNDICE A - Texto modificado

### Aves

As aves surgiram na Era dos Répteis, a partir de um grupo de dinossauros bípedes, predadores, que se deslocavam rapidamente sobre o solo utilizando as pernas traseiras. Elas **não** surgiram a partir dos répteis voadores do Mesozoico, como é o caso dos pterossauros.

*Que tipo de réptil deu origem às aves?*



Na linha evolutiva que partiu do grupo de dinossauros bípedes que deu origem às aves, surgiu sua característica mais marcante: as penas, estruturas que derivam das escamas dos répteis.

A análise desse cladograma permite notar que as aves são entendidas como dinossauros derivados. As semelhanças entre as aves e os deinonicossáurios, por exemplo, incluem pescoço alongado e móvel em forma de S, pé com três dedos, ossos pneumáticos ocos.

Uma descoberta da década de 1990 aproximou ainda mais esses dinossauros das aves. Foram encontrados na China fósseis de dinossauros com penas pertencentes a dois gêneros: *Caudipteryx* e *Protoarchaeopteryx*. Ambos possuíam membros anteriores curtos e não podiam voar. Apesar dessas características, esses dinossauros não foram considerados aves, pois há diferenças na distribuição das penas no corpo e na estrutura delas.

*Que evidências permitem afirmar que as aves se originaram a partir dos répteis?*

A ave mais antiga de que se tem notícia é *Archaeopteryx litographica*. Fósseis dessas aves são, no entanto, encontrados em depósitos mais antigos que os dos dinossauros com penas, o que sugere que esses animais não formam uma sequência de mudanças progressivas ao longo do tempo. O grupo das aves inclui apenas o *Archaeopteryx* (fóssil), as aves atuais e todos os descendentes do ancestral comum mais recente.



Fotografia de esqueleto fossilizado de *Archaeopteryx litographica*. Exemplar com cerca de 35 cm de comprimento.

As penas atuam como isolante térmico, o que contribuiu para o surgimento da endotermia nas aves.

### *O que é endotermia?*

Além disso, as penas mostraram-se extremamente úteis para o voo, pois são formadas por queratina, substância leve, e por terem arquitetura intrincada, que oferece boa resistência ao ar.

A importância das penas para o voo das aves veio associada a uma série de modificações no corpo desses animais, como a transformação dos membros anteriores em asas.

Ser aerodinâmico e manter o mínimo peso possível são atributos fundamentais para um animal voador. Na evolução das aves, as características que levaram à redução da sua densidade foram positivamente selecionadas.

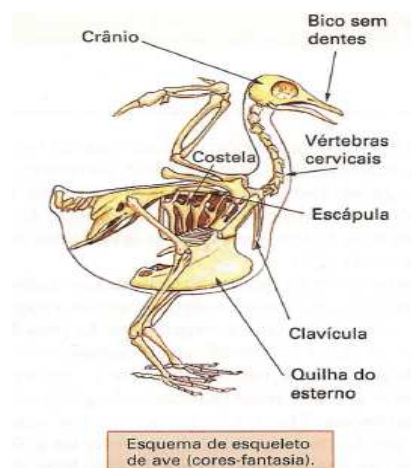
### *Quais características são fundamentais para um animal voador?*

O esqueleto das aves atuais é formado em grande parte por ossos ocos (ossos pneumáticos), que são pouco densos e delicados. Há redução e fusão de ossos, o que torna o corpo compacto. A cauda é reduzida e as cinturas escapular e pélvica são fundidas à coluna vertebral.

### *Qual a importância dos ossos pneumáticos?*

O osso esterno, que une ventralmente as costelas, apresenta nas aves voadoras uma projeção anterior denominada **quilha ou carena**. Nela se prendem os potentes músculos peitorais responsáveis pelo batimento das asas: os **pequenos peitorais**, que as levantam, e os **grandes peitorais**, que as abaixam. O bico das aves atuais é desprovido de dentes.

### *Qual a relação da quilha ou carena com o voo?*



Os pulmões são compactos, mas expandem-se em bolsas de ar, os **sacos aéreos**, que preenchem vários espaços do corpo, penetrando inclusive nos ossos pneumáticos. Os sacos aéreos contribuem para reduzir a densidade das aves, além de servirem como reserva de ar.

### *Quais são as características das aves relacionadas ao voo?*



Todas as aves são ovíparas, com ovos semelhantes aos dos répteis e que se desenvolvem sempre fora do corpo da fêmea. A oviparidade evita aumento de peso da fêmea, ao contrário do que ocorre com a viviparidade.

### *Cite duas características comuns a aves e répteis.*

A excreta nitrogenada é o ácido úrico, uma adaptação ao tipo de desenvolvimento embrionário. A visão e a audição são bem desenvolvidas nas aves. Além disso, possuem **siringe**, uma estrutura localizada na traqueia e responsável pela emissão de sons.

A pele é seca, sem glândulas, mas na maioria das espécies existe na região

caudal uma glândula denominada **glândula uropigiana**, que produz secreção oleosa. Essa secreção é retirada pelo animal com o bico e espalhada sobre as penas para mantê-las flexíveis e impermeáveis.

*Qual a importância da glândula uropigiana?*





Apesar de as características das aves atuais estarem relacionadas com o voo, existem exceções: o **quivi** (*Apteryx*), que

vive na Nova Zelândia, com asas atrofiadas; o **avestruz**, ave africana que pode chegar a 2,10 m de altura (a maior das aves); o **emu**, da Austrália e Nova Guiné; e a **ema**, ave sul-americana - todos possuem asas reduzidas e não voam. E os **pinguins**, que usam suas asas para o nado.

As aves que voam são chamadas coletivamente **carenatadas**, por possuírem carena. Os pinguins, embora não voem, também possuem carena.

As aves que não voam e não nadam, não possuem carena e são coletivamente chamadas **ratitas**

*O que são aves ratitas?*

Ratitas	Carenatas
 <p data-bbox="587 864 603 972" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fabio Colombini</p> <p data-bbox="352 1227 584 1272">Fotografia de ema. Mede cerca de 1,50 m de altura.</p>	 <p data-bbox="1031 864 1046 987" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Luciano Candisani</p> <p data-bbox="1046 1070 1267 1167">Fotografia de pinguim de Magalhães. Esta espécie às vezes chega até o litoral brasileiro. Medem cerca de 80 cm de altura.</p>
 <p data-bbox="611 1290 627 1335" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gedroc</p> <p data-bbox="331 1570 608 1615">Fotografia de quivi. Mede cerca de 40 cm de comprimento.</p>	 <p data-bbox="1149 1200 1165 1323" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Luciano Candisani</p> <p data-bbox="651 1570 979 1615">Fotografia de araras-vermelhas. Medem cerca de 60 cm de comprimento.</p>

**APÊNDICE B****Teste aplicado os Alunos**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

**Mestrado em Ensino de Biologia**

***Gostaria da colaboração de vocês para responder ao teste abaixo.  
Responda de forma clara de acordo com o texto estudado e seus conhecimentos.  
Os dados serão utilizados para pesquisas e elaboração de Dissertação de  
Mestrado em Ensino de Biologia na PUC-MG.  
Responsável: Danielle Dias Novais Pinto***

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Série:** \_\_\_\_\_

**Escola:** \_\_\_\_\_

1. Que evidências permitem afirmar que as aves se originaram a partir dos répteis? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Quais características são fundamentais para um animal voador?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Qual a importância dos ossos pneumáticos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Quais são as características das aves relacionadas ao voo? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Cite duas características comum a aves e répteis. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Qual a importância da glândula uropigiana? \_\_\_\_\_

7. O que são aves ratitas? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## APÊNDICE C

### Apresentação PowerPoint® – Bases Teóricas Oficina



Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

# SEGMENTAÇÃO DO TEXTO DE BIOLOGIA ATRAVÉS DA INSERÇÃO DE QUESTÕES: EFEITOS SOBRE A APRENDIZAGEM.

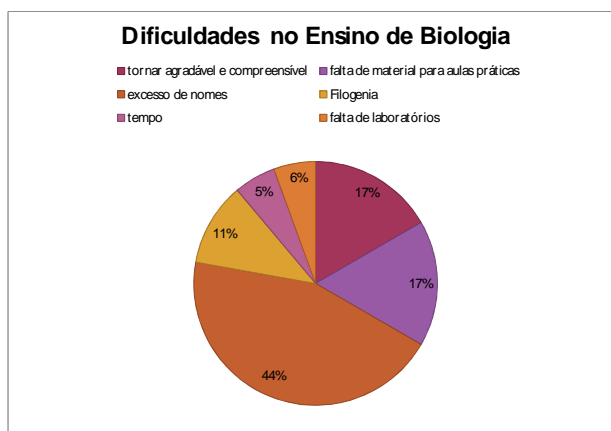
Mestranda: Danielle Dias Novais Pinto

Orientador : Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa Carla Leite Chaves

## Pesquisa Preliminar

Dificuldades no Ensino da Biologia

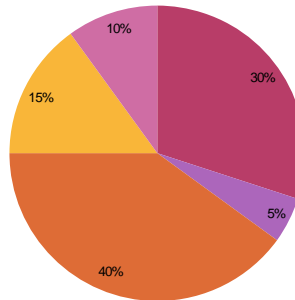
Professores Paracatu ( Ensino médio e fundamental)



Dificuldades na Aprendizagem  
- Alunos de Escolas de Paracatu ( Ensino Médio)

#### Dificuldades na Aprendizagem de Biologia

■ excesso de detalhes ■ falta de interesse ■ decorar nomes ■ ausência de práticas ■ tempo



#### **Problemas:**

- Excesso de conteúdo
- Memorização/ Compreensão

#### **Objetivos**

- Ênfase em conteúdos de maior importância
- Novas metodologias
- Melhorar a Aprendizagem




## **Principais Ferramentas Utilizadas no Ensino- Aprendizagem**


- Lousa/giz
- **Livro didático**
- Power-Point
- Laboratórios/ aulas práticas
- Internet

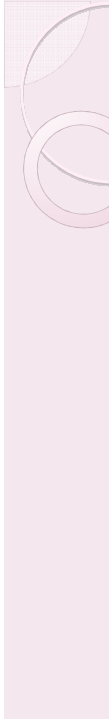


### Foco- Livro-didático

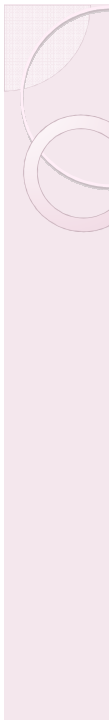
- Todos alunos hoje tem acesso.
- Distribuídos gratuitamente em escolas públicas.
- Textos longos/ Complexos/ excesso de informação.

- 
- Graesser, León e Otero (2002) definem texto científico como um material preparado por um autor com o papel primordial da difusão de novos conhecimentos sobre a ciência.
  - **livros didáticos**
  - artigos científicos
  - manuais técnicos
  - Revistas
  - folhetos informativos para o público
  - multimídia eletrônica na web
  - CD-ROM.

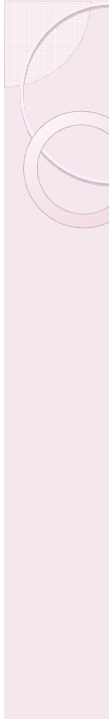
- 
- A leitura desse tipo de texto demanda esforço e concentração, não é uma leitura rápida.
  - A maior parte dos alunos precisa gastar horas concentrados no conteúdo dos livros didáticos até que dominem os difíceis conceitos e mecanismos essenciais em uma ciência.



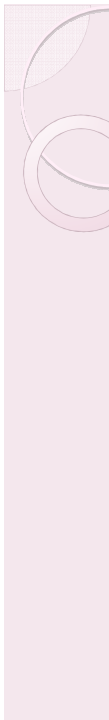
- O aprendizado é o processo de aquisição de informações, enquanto memória refere-se à persistência do aprendizado em um estado que pode ser evidenciado posteriormente (SQUIRE, 1987 apud GAZZANIGA 2006 p.320).
- O aprendizado, então, tem um resultado ao qual chamamos de memória. Colocando isso de outra maneira, o aprendizado acontece quando uma memória é criada ou reforçada pela repetição (GAZZANIGA, 2006).



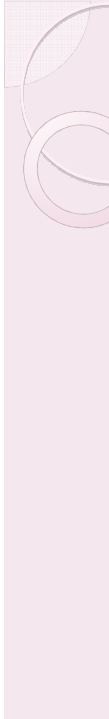
- A aprendizagem ocorre quando as informações dos conteúdos ministrados são processadas na memória operacional, como esta é limitada, existe uma quantidade de informação que ao ser encaminhada para a memória operacional será realmente processada levando ao aprendizado.
- Esta quantidade de informação que pode ser processada pela memória operacional é denominada **carga cognitiva efetiva** (MAYER, 2005 p.27).



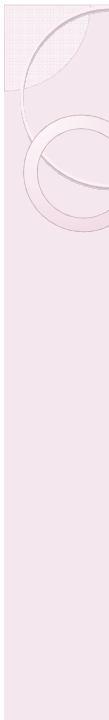
- Há situações em que a complexidade e a quantidade de informação do conteúdo ministrado é maior que a carga cognitiva da memória operacional, nesses casos denominamos **sobrecarga cognitiva intrínseca**
- Essa sobrecarga cognitiva pode ser inerente ao conteúdo (na biologia em especial acontece isso, é necessário muitas informações para compreender determinados conteúdos), ou devido ao pouco conhecimento prévio da pessoa que está no processo de aprendizagem.



- Existe também a chamada **sobrecarga cognitiva extrínseca** que está relacionada ao tipo de material didático utilizado, no qual pode conter um excesso de informações inerentes a compreensão do conteúdo que acaba sendo processada pela memória operacional (MAYER, 2005 p.26, 184).
- Este tipo de sobrecarga cognitiva é muito comum nos livros didáticos de biologia usados atualmente, influenciando diretamente na aprendizagem dos alunos.



- Tomando como base este conhecimento, foram criados e testados princípios que visam diminuir a sobrecarga extrínseca dos materiais didáticos e amenizar a sobrecarga intrínseca para melhorar o processamento de informações na memória operacional e favorecer a aprendizagem.
- O princípio utilizado para diminuir a sobrecarga cognitiva que será destacado é o ***princípio da segmentação***.



- **O princípio da segmentação** considera que uma pessoa aprende mais quando a mensagem multimídia é apresentada em segmentos (em pequenas partes) ao invés de uma unidade continua.
- A razão teórica da segmentação é que a informação é fragmentada, assim o aprendiz adquire esta de forma mais lenta, e tem o tempo necessário para assimilar novas informações e compreendê-las, cumprindo todas as etapas do processo cognitivo (MAYER, 2005).

## Segmentação do texto com questões.

- O papel das perguntas na compreensão e na aprendizagem é extensivamente estudado.
  - Perguntas são um meio de estimular e guiar atividades que promovem aprendizagem, pois, focam a atenção do leitor em aspectos específicos de materiais a ser aprendido, ou formas específicas de argumentação ou geração conclusiva.
- 
- As questões podem ser colocadas antes ou após a informação que deseja destacar e podem ser diversificadas:
  - *Perguntas para trás* (no fim da informação) motiva a revisão mental do texto previamente lido, podem ser utilizadas como um guia para revisarem informações importantes.
  - *As perguntas para frente* (antes da informação) foca a atenção do aluno numa informação específica que estará naquela porção do texto.



- *Perguntas específicas* ou de baixo nível focam em um simples pedaço de informação aumentam a memória para aquela determinada informação
- *Perguntas gerais* ou de alto nível podem envolver a passagens de todo o texto facilitam a compreensão mais profunda, isto é, a integração dos elementos do texto e a produção de conclusão.

## Atividade Desenvolvida

- Segmentar um texto de um livro didático de biologia usando questões
- Público Alvo: Alunos 2º ano ensino médio do Colégio Atenas.
- Texto escolhido: Aves ( Livro Bio Sonia Lopes – Volume único)





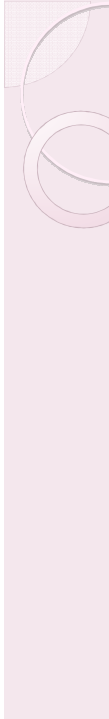
- 1- Leitura do texto
- 2- Inserir questões no texto em locais que julguei ter informações importantes a serem memorizadas.
- 3- Questões inseridas ao fim da informação
- 4- Questões de alto nível e baixo nível.

## Exemplo:

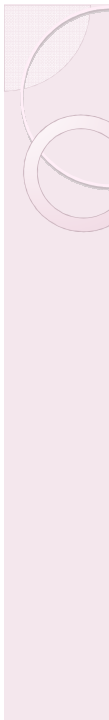
### **Aves**

As aves surgiram na Era dos Répteis, a partir de um grupo de dinossauros bípedes, predadores, que se deslocavam rapidamente sobre o solo utilizando as pernas traseiras. Elas **não** surgiram a partir dos répteis voadores do Mesozóico, como é o caso dos pterossauros.

- *Que tipo de réptil deu origem as aves?*



- Os textos foram distribuídos para os alunos
- Pedi que estudassem o texto, como se estivessem estudando para uma avaliação procurando absorver o máximo de informação. Sem limite de tempo.
- Turma A - 43 alunos: Utilizaram o texto original.
- Turma B – 45 alunos: Utilizaram o texto segmentado com as questões.



- Após o estudo do texto foi aplicado um teste sobre o mesmos que acabaram de estudar.
- Teste de retenção para analisar o quanto de informação conseguiram absorver.
- O teste aplicado foi o mesmo para ambos os grupos.
- O teste era constituído por 7 questões discursivas.
- Todas as questões do teste estavam no texto que foi segmentado.

• **Mestrado em Ensino de Biologia**

*Gostaria da colaboração de vocês para responder ao teste abaixo.*

Responda de forma clara de acordo com o texto estudado e seus conhecimentos.

*Os dados serão utilizados para pesquisas e elaboração de Dissertação de Mestrado em Ensino de Biologia na PUC-MG.*

*Responsável: Danielle Dias Novais Pinto*

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Escola: \_\_\_\_\_

- 1- Que evidências permitem afirmar que as aves se originaram a partir dos répteis?
- 2- Quais características são fundamentais para um animal voador?
- 3- Qual a importância dos ossos pneumáticos?
- 4- Quais são as características das aves relacionadas ao vôo?
- 5- Cite duas características comum a aves e répteis.
- 6- Qual a importância da glândula uropigiana
- 7- O que são aves ratitas?

## Resultados

### Turma A- Texto Original

Valor do teste- 7,0 pontos

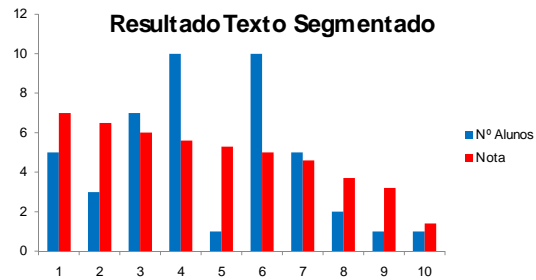
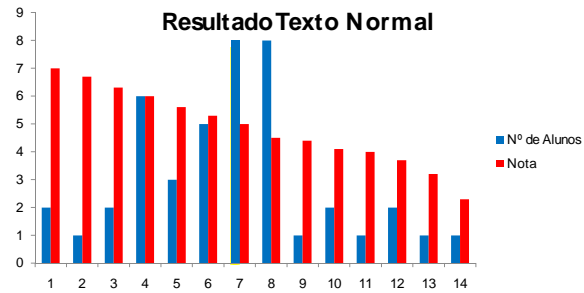
Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota
1	4.0	12	4.0	23	4.5	34	4.0
2	5.0	13	3.5	24	3.0	35	4.3
3	5.0	14	3.0	25	4.2	36	5.3
4	6.3	15	4.5	26	5.6	37	3.0
5	3.2	16	4.5	27	6.0	38	4.3
6	7.0	17	6.2	28	3.7	39	5.5
7	5.0	18	2.0	29	2.0	40	5.0
8	4.0	19	4.2	30	5.5	41	3.0
9	4.0	20	4.3	31	4.5	42	4.0
10	3.5	21	5.0	32	7.0	43	4.0
11	5.0	22	4.0	33	4.5		

### Turma B- Texto Segmentado

Valor do teste: 7,0 pontos

Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota	Aluno	Nota
1	5.6	10	6.5	19	4.6	28	5.3	37	4.6
2	7.0	11	6.5	20	5.6	29	3.2	38	4.6
3	5.6	12	5.6	21	5.0	30	5.6	39	5.0
4	5.6	13	5.0	22	7.0	31	5.0	40	5.0
5	5.6	14	7.0	23	5.0	32	7.0	41	5.0
6	5.6	15	6.0	24	6.5	33	5.6	42	4.6
7	6.0	16	4.6	25	5.0	34	6.0	43	5.6
8	6.0	17	7.0	26	5.6	35	6.0	44	3.7
9	1,4	18	6.0	27	3.7	36	6.0	45	5.0

	Turma A	Turma B
Alunos abaixo da média	16 ( 37,2%)	4 ( 8,8%)
Alunos acima da média	27 (62,8%)	41 ( 91,2%)
Alunos que atingiram 80% da nota	6 ( 13,9%)	25 (55,5%)
Alunos que atingiram 100% da nota	2 (4,6%)	5 ( 11,1%)



## Conclusões

- Metodologia Eficiente
- Aumentou rendimento
- Prendeu atenção dos alunos
- Melhorou Aprendizagem

## Depoimentos

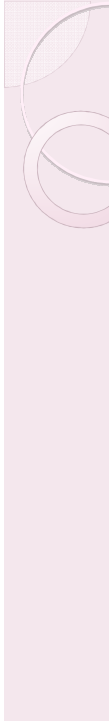
### Aluno 1

*“É muito interessante, porque durante as aulas eu e uns alunos conversamos com um outro professor sobre o texto, e chegamos à seguinte conclusão: As perguntas, do modo como vieram dispostas, fizeram com que os alunos criassem o hábito de voltar ao texto para buscar as respostas. O que incita o aluno a aprender sobre interpretação, fundamental em qualquer matéria. Eu acredito que, naquele ato de memorização “rápida”, e pra quem percebeu que as respostas estavam atrás das perguntas, o método foi muito útil.”*

### Aluno 2

*“Ahhh, sobre as perguntas daquele exercício ficou muito bom do jeito que você colocou la no meio do texto, pois em alguns textos (especialmente os mais extensos) qualquer pessoa as vezes se distrai ou pensa em algo quando esta estudando o parágrafo e deixa informações passarem despercebidas, se as perguntas ficassem no final acho que não daria o mesmo resultado do que como você fez. Assim quando alguém lê a pergunta no meio já olha o que não prestou atenção ou não apreendeu e lê novamente para responder a pergunta.”*





- Aluno 3

“ Achei legal aquele tipo de texto.As perguntas me fizeram refletir mais sobre o assunto.Prefiro que elas venham no meio do texto .”

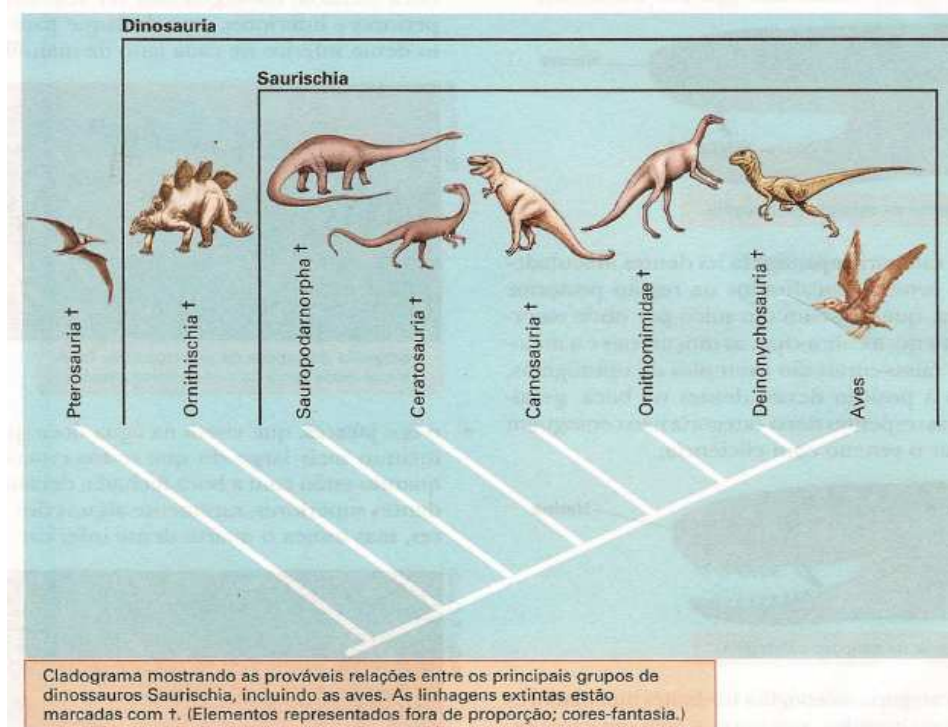


## ANEXO A

### Texto Original

# Aves

As aves surgiram na Era dos Répteis, a partir de um grupo de dinossauros bípedes, predadores, que se deslocavam rapidamente sobre o solo utilizando as pernas traseiras. Elas **não** surgiram a partir dos répteis voadores do Mesozóico, como é o caso dos pterossauros.



Na linha evolutiva que partiu do grupo de dinossauros bípedes que deu origem às aves, surgiu sua característica mais marcante: as penas, estruturas que derivam das escamas dos répteis.

A análise desse cladograma permite notar que as aves são entendidas como dinossauros derivados. As semelhanças entre as aves e os deinonicossáurios, por exemplo, incluem pescoço alongado e móvel em forma de S, pé com três dedos, ossos pneumáticos ocos.

Uma descoberta da década de 1990 aproximou ainda mais esses dinossauros das aves. Foram encontrados na China fósseis de dinossauros com penas pertencentes a dois gêneros: *Caudipteryx* e *Protoarchaeopteryx*. Ambos possuíam membros anteriores curtos e não podiam voar. Apesar dessas características, esses dinossauros não foram considerados aves, pois há diferenças na distribuição das penas no corpo e na estrutura delas.

A ave mais antiga de que se tem notícia é *Archaeopteryx litographica*. Fósseis dessas aves são, no entanto, encontrados em depósitos mais antigos que os dos dinossauros com penas, o que sugere que esses animais não formam uma sequência de mudanças progressivas ao longo do tempo. O grupo das aves inclui apenas o *Archaeopteryx* (fóssil), as aves atuais e todos os descendentes do ancestral comum mais recente.



As penas atuam como isolante térmico, o que contribuiu para o surgimento da endotermia nas aves.

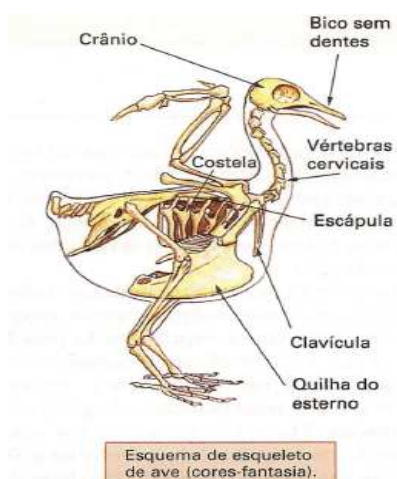
Além disso, as penas mostraram-se extremamente úteis para o voo, pois são formadas por queratina, substância leve, e por terem arquitetura intrincada, que oferece boa resistência ao ar.

A importância das penas para o voo das aves veio associada a uma série de modificações no corpo desses animais, como a transformação dos membros anteriores em asas.

Ser aerodinâmico e manter o mínimo peso possível são atributos fundamentais para um animal voador. Na evolução das aves, as características que levaram à redução da sua densidade foram positivamente selecionadas.

O esqueleto das aves atuais é formado em grande parte por ossos ocos (ossos pneumáticos), que são pouco densos e delicados. Há redução e fusão de ossos, o que torna o corpo compacto. A cauda é reduzida e as cinturas escapular e pélvica são fundidas à coluna vertebral.

O osso esterno, que une ventralmente as costelas, apresenta nas aves voadoras uma projeção anterior denominada **quilha ou carena**. Nela se prendem os potentes músculos peitorais responsáveis pelo batimento das asas: os **pequenos peitorais**, que as levantam, e os **grandes peitorais**, que as abaixam. O bico das aves atuais é desprovido de dentes.



Esquema de esqueleto de ave (cores-fantasia).

Os pulmões são compactos, mas expandem-se em bolsas de ar, os **sacos aéreos**, que preenchem vários espaços do corpo, penetrando inclusive nos ossos pneumáticos. Os sacos aéreos contribuem para reduzir a densidade das aves, além de servirem como reserva de ar.



Esquema do pulmão e dos sacos aéreos, vistos internamente no corpo da ave e pelo lado direito (cores-fantasia).

Todas as aves são ovíparas, com ovos semelhantes aos dos répteis e que se desenvolvem sempre fora do corpo da fêmea. A oviparidade evita aumento de peso da fêmea, ao contrário do que ocorre com a viviparidade.





A excreta nitrogenada é o ácido úrico, uma adaptação ao tipo de desenvolvimento embrionário. A visão e a audição são bem desenvolvidas nas aves. Além disso, possuem **siringe**, uma estrutura localizada na traqueia e responsável pela emissão de sons.

A pele é seca, sem glândulas, mas na maioria das espécies existe na região caudal uma glândula denominada **glândula uropigiana**, que produz secreção oleosa. Essa secreção é retirada pelo animal com o bico e espalhada sobre as penas para mantê-las flexíveis e impermeáveis.

Apesar de as características das aves atuais estarem relacionadas com o voo, existem exceções: o **quivi** (*Apteryx*), que vive na Nova Zelândia, com asas atrofiadas; o **avestruz**, ave africana que pode chegar a 2,10 m de altura (a maior das aves); o **emu**, da Austrália e Nova Guiné; e a **ema**, ave sul-americana - todos possuem asas reduzidas e não voam. E os **pinguins**, que usam suas asas para o nado.

As aves que voam são chamadas coletivamente **carenatas**, por possuírem carena. Os pinguins, embora não voem, também possuem carena.

As aves que não voam e não nadam, não possuem carena e são coletivamente chamadas **ratitas**.

Ratitas	Carenatas
 <p data-bbox="592 331 616 454" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Fábio Colombini</p> <p data-bbox="363 734 576 786">Fotografia de ema. Mede cerca de 1,50 m de altura.</p>	 <p data-bbox="1059 331 1083 472" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Luciano Candiani</p> <p data-bbox="1083 562 1315 667">Fotografia de pingüim de Magalhães. Esta espécie às vezes chega até o litoral brasileiro. Medem cerca de 80 cm de altura.</p>
 <p data-bbox="619 808 643 860" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Geobac</p> <p data-bbox="347 1122 596 1167">Fotografia de quivi. Mede cerca de 40 cm de comprimento.</p>	 <p data-bbox="1187 703 1211 844" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Luciano Candiani</p> <p data-bbox="683 1122 995 1167">Fotografia de araras-vermelhas. Medem cerca de 60 cm de comprimento.</p>

### Questões para Estudo

- 1- Cite as características relacionadas ao voo das aves.
- 2- Cite exemplos de aves que não voam e de aves que nadam.