

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

Camila Simões Machado Lopes

**PRODUÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO “EXPLORANDO O SISTEMA  
IMUNOLÓGICO” BASEADA NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA:**

uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 2º Ano  
do ensino médio.

Belo Horizonte  
2011

Camila Simões Machado Lopes

**PRODUÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO “EXPLORANDO O SISTEMA  
IMUNOLÓGICO” BASEADA NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA:**

uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 2º Ano  
do ensino médio.

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.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Costa Amaral

Belo Horizonte  
2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

L864p      Lopes, Camila Simões Machado  
Produção do livro paradidático “Explorando o Sistema Imunológico”  
baseada na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia: uma contribuição  
para o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 2º ano do ensino médio /  
Camila Simões Machado Lopes. Belo Horizonte, 2011.  
86f.: il.

Orientador: Fernando Costa Amaral  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Imunologia – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem cognitiva. 3. Ensino  
médio. 4. Ensino-aprendizagem. I. Amaral, Fernando Costa. II. Pontifícia  
Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino  
de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 576.8.097.3

Camila Simões Machado Lopes

**PRODUÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO “EXPLORANDO O SISTEMA  
IMUNOLÓGICO” BASEADA NA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM  
MULTIMÍDIA:**

uma contribuição para o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 2º Ano  
do ensino médio.

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.

---

Orientador: Prof. Dr. Fernando Costa Amaral

---

Profa. Dra. Andréa Carla Leite Chaves (Avaliadora interna) – PUC Minas

---

Prof. Dr. Paulo Eduardo Alencar de Souza (Avaliador externo) – PUC Minas

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2011.

Àqueles que são exemplos para a minha vida:

Deus, por seu cuidado e bênçãos a mim enviadas.

A minha mãe Patrícia e meu pai Ivan, pelo amor e respeito  
entre eles e para com seus filhos.

Aos meus irmãos, Lucas e Mariana, pelo total apoio e  
companheirismo.

A minha avó Cândida e meu avô Vicente, que, exemplarmente,  
educaram seus filhos e netos.

A toda a minha família e meus amigos, pelo carinho, apoio e  
paciência que tiveram comigo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os professores e funcionários do Programa de Mestrado em Ensino em Ciências da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, em especial ao professor Fernando Costa Amaral, pela atenção e competência no que se refere à orientação deste trabalho; aos professores Symone Fulgêncio Lima e Paulo Eduardo Alencar de Souza, pela colaboração na análise crítica do paradidático; a minha amiga Raquel Menezes, pelo exemplo de vida e companheirismo; aos meus familiares e amigos, pelo total apoio e incentivo para continuar os estudos; aos meus alunos, pela confiança e respeito. Em resumo, a todos que, cada um à sua maneira, deram-me incentivo e auxílio para a realização deste sonho.

“A educação tem raízes amargas,  
mas os frutos são doces.”

Aristóteles

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta, testada previamente, a partir da qual foi elaborado o livro paradidático “Explorando o Sistema Imunológico”, com a intenção de fornecer um recurso didático que possibilita trabalhar a Imunologia como uma unidade didática da Biologia. Para a elaboração do produto final desta Dissertação utilizamos como base alguns princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. E seguindo os pressupostos desse referencial teórico, produzimos um material não somente efetivo no processo de ensino-aprendizagem, mas também de franca aceitação pelos alunos, que o testaram, e também por dois Professores especialistas em Imunologia, que o avaliaram e deram suas contribuições. Importa ressaltar que os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, aqui utilizados, são considerados por muitos autores pressupostos fundamentais para que, levando em consideração a capacidade cognitiva humana na utilização de recursos multimodais, possam otimizar o processo ensino-aprendizagem. O Paradidático elaborado, após várias revisões e com incorporação de sugestões dos professores especialistas, foi testado em uma turma de 2º ano do ensino médio, ao passo que, em outra turma de 2º ano, lecionamos o mesmo conteúdo de forma tradicional, ou seja, utilizando aula expositiva. Após as aulas com as duas turmas, foram aplicados dois questionários sobre o conteúdo, sendo que um continha questões abertas e fechadas relacionadas à Imunologia, o qual foi respondido pelas duas turmas, para compararmos a eficiência das duas metodologias empregadas; e um outro questionário foi aplicado apenas na turma que utilizou o paradidático, a fim de verificar as opiniões dos alunos sobre o uso do material produzido. A partir da análise dos resultados desses questionários, pudemos verificar que, a turma que utilizou o Paradidático, obteve uma maior quantidade de respostas corretas, e que no caso das questões abertas, as respostas desta turma foram mais elaboradas e com maior embasamento científico, se comparadas com as da turma que trabalhou o conteúdo de forma tradicional. Por fim, gostaríamos de ressaltar que esta pesquisa retrata a importância e eficácia da utilização de recursos didáticos, alicerçados em teorias que se preocupam com a cognição humana, como ferramentas capazes de tornar a aula mais atraente, motivadora e de qualidade.



**Palavras-chaves:** Ensino de Imunologia. Paradidático. Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

## **ABSTRACT**

This paper presents a proposal, which was previously tested, and from of it was elaborated the textbook “Exploring the immune system” with the intention of provide a teaching resource that allows working Immunology as a didactic unit from Biology. For the preparation of the final product of this essay we rely with some principles of Cognitive Theory of Multimedia Learning. Following these theoretical assumptions produce a material not only effective in the teaching-learning process, but also frank acceptance by students, who tested it, and by two specialist professors in Immunology who evaluated it and gave their contributions. It is important to note that the principles of Cognitive Theory of Multimedia Learning, that we used here, are considered, by many authors, fundamental assumptions in order to optimize the teaching-learning process, taking into account the human cognitive ability in the use of multimodal resources. After these classes, two questionnaires about the content were applied. One of them contained open and closed questions related to Immunology which were answered by the students of the two classes to compare the efficiency of the two methodologies used. and one other questionnaire was applied only to the class that used the textbook in order to verify the views of the students about the use of the material produced. From de analysis of the results of these questionnaires we can verify that the group of students that used the textbook obtained a grater were elaborated and more scientific basis comparing with the group who worked the content in a traditional way. Finally, we would like to emphasize that this research reflects the importance and effectiveness of the use of the didactic resources, grounded in theories that are concerned with human cognition, as tools to make the lessons more attractive, motivating and quality.

**Keywords:** Teaching of Immunology. Textbook. Cognitive Theory of Multimedia Learning.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Ficha avaliação livro Biologia Ser Protagonista, volume 1.....	21
FIGURA 2 Ficha avaliação livro Biologia Ser Protagonista, volume 2.....	22
FIGURA 3 Ficha avaliação livro Biologia Hoje, volume 1.....	23
FIGURA 4 Ficha avaliação livro Biologia Hoje, volume 2.....	24
FIGURA 5 Ficha avaliação livro Biologia, volume 1.....	25
FIGURA 6 Ficha avaliação livro Biologia, volume 2.....	26
FIGURA 7 Modelo de balanceamento das cargas cognitivas.....	36
FIGURA 8 Exemplo de como foi seguido o princípio da Proximidade Espacial.....	37
FIGURA 9 Exemplo de como foi seguido o princípio da sinalização.....	38
FIGURA 10 Exemplo de como foi seguido o princípio da Não Divisão ou da Proximidade (Contiguidade) Temporal.....	39
FIGURA 11 Exemplo de como foi seguido o princípio da contiguidade.....	40
FIGURA 12 Exemplo de como foi seguido o princípio da segmentação.....	41
FIGURA 13 Exemplo de como foi seguido o princípio da representação múltipla (a).....	42
FIGURA 14 Exemplo de como foi seguido o princípio da representação múltipla (b).....	43
FIGURA 15 Exemplo de como foi seguido o princípio da Antecipação.....	43
FIGURA 16 Esquema da página 14, antes as correção .....	65
FIGURA 17 Esquema da página 14 após a correção.....	66

## LISTA DE TABELAS E QUADROS (GRÁFICOS)

GRÁFICO 1 Representação gráfica comparativa das turmas de segundo ano A e B referente à questão 1.....	59
GRÁFICO 2 Representação gráfica comparativa das turmas de segundo ano A e B referente à questão 2.....	62
GRÁFICO 3 Representação gráfica comparativa das turmas de segundo ano A e B referente às questões de múltipla escolha 3 a 12.....	64
GRÁFICO 4 Representação gráfica da categorização da questão I do questionário referente à metodologia empregada.....	68
GRÁFICO 5 Representação gráfica da categorização da questão II do questionário referente à metodologia empregada.....	69
GRÁFICO 6 Representação gráfica da categorização da questão III do questionário referente à metodologia empregada.....	70

## **LISTA DE SIGLAS**

PNLEM – PLANO NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO

CBC – CONTEÚDOS BÁSICOS COMUNS

TCAM – TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

PCNEM – PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO

TCC – TEORIA DA CARGA COGNITIVA

LD – LIVRO DIDÁTICO

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2.	RECURSO DIDÁTICO.....	17
2.1	Livro didático .....	18
2.1.1.	<i>Livro Didático e a abordagem do conteúdo de Imunologia.....</i>	19
2.2.	Livros paradidáticos.....	27
3	REFERENCIAIS TEÓRICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A PROPOSTA.....	31
3.1	Aprendizagem Multimídia.....	31
3.2.	Teoria da Carga Cognitiva.....	33
3.3.	Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM).....	37
4.	ELABORAÇÃO DO PARADIDÁTICO.....	45
4.1	Ideia do produto, escolha dos conteúdos e elaboração do paradidático.....	45
4.2.	Análise do paradidático pelo especialista.....	46
4.3.	Sistema Imunológico.....	46
5.	EXPERIMENTAÇÃO: APLICAÇÃO DO PARADIDÁTICO EM SALA DE AULA.....	54
6.	APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO A ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO.....	57
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS.....	77
	APÊNDICES.....	81

## 1 INTRODUÇÃO

A motivação para este trabalho surgiu em decorrência da vivência dentro da sala de aula, leituras, conversas com colegas de trabalho e análise de alguns livros didáticos que estão na lista do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Somados todos estes fatores, percebi a importância do livro didático no contexto escolar e, especialmente, do conteúdo de imunologia. A saber, o PNLEM configura um programa do governo federal, que prevê a distribuição gratuita de livros para estudantes do ensino médio e de escola pública de todo Brasil. Deve-se ressaltar que o referido programa analisa, avalia e recomenda os livros didáticos que serão distribuídos pelo governo. Contudo, mesmo analisando e avaliando a qualidade do livro didático, ainda assim encontramos temas, como o sistema imunológico, que são tratados de forma fragmentada, superficial e descontextualizada nesses livros recomendados.

Não obstante, cursando disciplinas no Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Biologia, foi possível constatar a importância da utilização de outros recursos didáticos (livros paradidáticos, slides, dentre outros) para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.

Sabe-se que, ainda nos dias atuais, o livro didático (L.D.) é o principal recurso utilizado pelo professor como apoio na organização de suas aulas. Aliás, segundo Xavier, Freire e Morais (2006), este recurso didático trata-se de uma ferramenta de ensino-aprendizagem que concede suporte para a organização do currículo em grande parte das instituições de ensino Fundamental e Médio do país. Certamente, concordamos com esta ideia e, diante da importância de tal recurso, defendemos a necessidade de que o L.D. aborde os principais assuntos de Biologia, dentre eles os aspectos ligados à saúde e à doença, como a abordagem do sistema imunológico. De modo mais específico, nos Conteúdos Básicos Comuns (CBC) de Biologia que compõem a matriz de competências básicas para a avaliação dos estudantes das Escolas da Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais, considera-se o tema Corpo Humano e Saúde, através do qual uma das habilidades a ser alcançada pelo discente é reconhecer que o organismo possui diferentes mecanismos de defesa: barreiras mecânicas e barreiras imunológicas, mostrando a importância de se estudar o conteúdo relativo a imunologia.

Nessa perspectiva, de acordo com Martins e outros (2008, p.9), “Os CBC não esgotam todos os conteúdos a serem abordados na escola, mas expressam os aspectos fundamentais de cada disciplina, que não podem deixar de ser ensinados e que o aluno não pode deixar de aprender.”

Todavia, apesar de ser um tema muito importante, que discorre, também, sobre a saúde humana, a abordagem do sistema imunológico nos L.D. ainda nos dias de hoje, não ocorre com a qualidade, completude e organização esperadas. Como exemplo, encontramos, no livro didático dos autores Paulino (2007) e Linhares e Gewandszajder (2008), uma abordagem resumida e superficial do sistema imunológico. Vale lembrar que, segundo Borges (2000), o L.D. assumiu um papel de direcionador da prática pedagógica, sendo esse material didático a expressão visível do processo de mediação pedagógica. Nesses termos, se o L.D. não trata ou se refere ao assunto de modo inadequado, possivelmente, o professor não abordará em sala de aula. Caso o faça, será de forma superficial, resumida, incompleta ou descontextualizada.

Pensando nesse problema e considerando os objetivos do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, acreditamos em nossa capacidade de oferecer ao professor outros recursos, como um paradidático que possa suprir as deficiências dos L.D., sendo uma alternativa para que o professor possa diversificar sua aula e, assim, estimular o aluno e se aproximar deste conteúdo. Para tanto, buscamos, através da pesquisa desenvolvida nesta Dissertação e do produto da mesma, disponibilizar para o professor um recurso didático que ponderamos ser importante no processo de ensino-aprendizagem de imunologia.

Faz-se questão de explicar que, neste estudo, são utilizados alguns princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) propostas por Mayer (1999) para a elaboração do livro paradidático “Explorando o sistema imunológico”. A utilização destes princípios mostra-se de grande importância para que o material instrucional multimídia produzido esteja de acordo com alguns aspectos do processo cognitivo humano e, assim, possa potencializar o ensino-aprendizagem.

Quanto à organização desta dissertação, é feita uma divisão em capítulos. Assim sendo, o primeiro deles se refere à introdução, que busca apresentar o tema de estudo, abordando sua importância e seus objetivos, sobretudo.



O capítulo seguinte apresenta algumas considerações sobre os livros didáticos, a abordagem do conteúdo 'Imunologia' nesses livros e algumas exposições sobre o livro paradidático.

Já o terceiro capítulo, exhibe o referencial teórico utilizado na elaboração do livro paradidático.

Por sua vez, o capítulo quatro traz como foi a elaboração do paradidático.

Em sequência, o capítulo cinco é destinado à aplicação de uma metodologia em sala de aula, utilizando o mesmo paradidático.

Para o sexto capítulo, tem-se em vista a apresentação, análise e interpretações dos dados obtidos por meio da análise das respostas que avaliaram a eficiência do paradidático.

Finalmente, no capítulo sete, são apresentadas as considerações finais, nas quais estarão presentes as possíveis contribuições deste trabalho.

Antes de iniciarmos uma discussão sobre o Ensino de Biologia e a sua contextualização, é antecipado que o paradidático produzido encontra-se disponível juntamente com esta dissertação.

## 2. RECURSOS DIDÁTICOS

A título de definição, os recursos didáticos, para Cerqueira e Ferreira (2007), são

[...] todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem. (CERQUEIRA; FERREIRA, 2007, p. 1).

Como o nome em si já considera, os recursos didáticos são possibilidades que devem ser considerados no processo de ensino-aprendizagem. Para Pais (2001), aliados a outros elementos, como professor, aluno, conhecimentos prévios, planejamento, avaliações, tem-se o sistema didático que, desenvolvido de maneira harmônica, efetiva a prática pedagógica com qualidade.

Segundo Castoldi e Polinarski (2009), com a utilização de recursos didáticos, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, faz dos alunos participantes do processo de aprendizagem. Nessa mesma linha de pensamento, Souza (2007) salienta que novos e diferentes recursos didáticos trazem ao aluno a oportunidade de aprender realmente o conteúdo de determinada disciplina de forma mais efetiva e marcante para toda sua vida.

Com o propósito de argumentar ainda mais sobre este ponto de vista, Levin (2005) lembra que existem várias formas de aprender, sendo necessário que os professores ofereçam várias opções que contribuam para a aquisição de conhecimento pelo discente. Bravim (2007) também entende que os recursos didáticos são considerados elementos fundamentais no trabalho dos conteúdos escolares com os alunos, pois têm a função de mediar as relações didáticas que ocorrem na sala de aula, possibilitando uma efetiva relação pedagógica de ensino-aprendizagem.

Apesar de constituírem um importante elemento no processo de ensino-aprendizagem, estes recursos não devem assumir o lugar principal, uma vez, como vimos, têm a função de mediação da aprendizagem. Logo, carecem de alguém, no caso o professor, que precisa ser capacitado para utilizá-lo juntamente com o aluno.

Com isso, ressaltamos a importância de buscar novos recursos e práticas, bem como promover a formação continuada de professores, para aprimorar suas práticas pedagógicas. Nesse sentido, é relevante a utilização de recurso didático-pedagógico que possa contribuir para diversificar e melhorar a prática docente, subsidiando a aprendizagem de conteúdos significativos.

Faremos agora uma breve consideração sobre o L.D., que é o principal recurso didático utilizado no ensino, e sobre os livros paradidáticos, que é o recurso didático que foi produzido.

## **2.1 Livro didático**

Atualmente, o L.D. é considerado um instrumento imprescindível na educação, apesar dos avanços tecnológicos, bem como da facilidade de pesquisa, sendo, de acordo com Vasconcelos e Souto (2003), em muitos casos, o único material de apoio didático disponível para alunos e professores. O docente utiliza este recurso, também, como fonte de atualização, na escolha dos conteúdos e na elaboração de seus planos de ensino.

Nesse sentido, o L.D. vem sendo considerado um dos recursos que exercem mais influência na educação escolar. De acordo com o Banco Mundial, ele ocupa o terceiro lugar em importância no processo de aprendizagem dos estudantes, ficando atrás somente do tempo de instrução e dos deveres, sendo considerado, deste modo, mais importante que o conhecimento, a experiência e o salário do professor, além do tamanho da turma e a presença de laboratórios (BM, 1996).

Assim, um recurso que deveria ser utilizado como forma de auxílio no ensino-aprendizado se torna um elemento determinante neste processo. Aliás, para o Ministério da Educação, o L.D. brasileiro, atualmente, constitui uma das principais formas de documentação e consulta empregadas por professores e alunos. Com isso, ele, às vezes, termina por influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula (BRASIL, 2003a). A saber, este e outros documentos oficiais do governo aferem a importância desse recurso como material de apoio no processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 1997, 1998, 2003a, 2003b, 2004).

Nesse contexto, interessa observar que, conforme o Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), o referido recurso

[...] deve auxiliar os professores na busca por caminhos possíveis para sua prática pedagógica. Esse caminho não é o único, uma vez que o universo de referências não se pode esgotar no restrito espaço da sala de aula ou da obra didática; atua, contudo, como uma orientação importante para que os professores busquem, de forma autônoma, outras fontes e experiências para complementar seu trabalho. (BRASIL, 2008, p.10).

Diante da importância de sua utilização, a qualidade do L.D. está ligada à qualidade da educação. Como Lajolo (1996) evidencia, o L. D. é um instrumento importante de ensino e aprendizagem formal, que pode ser decisivo para a qualidade do aprendizado. Neste sentido, faz-se necessário que os estudiosos e os programas de pós-graduação em ensino pesquisem sobre a qualidade dos L.D. e possam, nessa prática, contribuir diretamente para a melhoria dos mesmos.

### **2.1.1. Livro Didático e a abordagem do conteúdo de Imunologia**

Como o tema de estudo do nosso trabalho é a Imunologia, faremos, agora, algumas considerações sobre a abordagem deste conteúdo nos livros didáticos de Biologia.

Nessa direção, já se faz importante perceber que o conteúdo de Imunologia é tratado de diferentes formas nos livros de Biologia. Mesmo porque, ele está presente em volumes diferentes, no 1º e 2º anos do ensino e até em unidades didáticas separadas. A partir disso, Montagnani, Menezes e Pinge-Filho (2009), verificaram que os livros de Ciências que analisaram, em sua maioria, dão pouca ênfase ao sistema imunológico. Além disso, os temas estão localizados ao longo dos livros, em diferentes unidades didáticas, ou seja, de forma fragmentada, sendo, muitas vezes, compostos por citações descontextualizadas. Em termos mais específicos, o sistema imunológico tem sido abordado dentro do sistema sanguíneo e também apresenta ausência de conceitos essenciais, como o conceito de memória imunológica, que permite entender os mecanismos que promovem a imunidade do organismo.

Em contrapartida, para os autores supracitados, a imunidade precisa ser mais evidenciada nos L.D.; associá-la à participação das condições de vida na prevenção e compreensão de doenças, o que não ocorre na prática.

Tendo em vista essa situação, ressaltamos a necessidade de produzir um paradidático que possa contribuir para resolver esses problemas, e dessa maneira, permita a compreensão de diferentes conteúdos e unidades didáticas nas quais o conhecimento do sistema imunológico se faz necessário (o sangue e a linfa; genética dos grupos sanguíneos; saúde, recursos tecnológicos e defesa contra agentes infecciosos; transplantes; transfusões; epidemiologia)

Ainda citando os autores Montagnani, Menezes e Pinge-Filho (2009), resume-se que

“A análise do material didático utilizado atualmente no ensino de Ciências na educação fundamental e relatos de professores da rede estadual de educação permitiu a detecção de ausência e ou de falhas importantes na apresentação de conteúdos que envolvam o estudo do sistema imunológico e suas possíveis relações conceituais, contextuais e interdisciplinares. Estas falhas podem estar contribuindo de maneira decisiva para o impedimento de uma aprendizagem significativa e o olhar crítico do estudante para situações do seu cotidiano [...]” (MONTAGNANI; MENEZES; PINGE-FILHO, p. 3, 2009).

A análise acima descrita, apesar de levar em consideração livros do ensino fundamental, contrastando com o foco desta dissertação, que é o ensino médio, mostra-se importante, pois, se os alunos que cursaram o ensino fundamental não entraram em contato com qualquer abordagem do sistema imunológico, ao chegarem ao ensino médio, normalmente, apresentam deficiências na abordagem dos sistemas fisiológicos humanos. Deve-se ressaltar, também, como outro obstáculo enfrentado pelo professor, a tarefa de trabalhar o sistema imunológico na unidade Fisiologia Humana ou em Tecidos (O sangue e o Sistema Linfático).

Para verificarmos como é feito a abordagem do sistema imunológico no ensino médio, realizou-se um levantamento de livros didáticos de Biologia avaliados e indicados pelo PNELEM/2012. A partir desse levantamento foram selecionados 3 livros que são amplamente utilizados nas escolas de Belo Horizonte, para que fosse feito então a análise. A análise foi feita nos volumes 1 e 2 das seguintes coleções:

- a) “Biologia – Ser Protagonista”, de Catani e outros (2010);
- b) “Biologia Hoje”, dos autores Fernando Gewandsnajder e Sérgio de Vasconcellos Linhares (2009);
- c) “Biologia”, dos autores César da Silva Junior, Sezar Sasso e Nelson Caldini Junior (2010).

Para a análise utilizamos uma ficha de avaliação para a coleta de dados que apresentamos a seguir:

**Figura 1- Ficha avaliação livro Biologia Ser Protagonista, volume1.**

<b>Livro: Biologia Ser Protagonista</b>				
Autores: André Catani, Elisa Garcia Carvalho, Fernando Santiago e outros				
Edição: 1º		Ano: 2009		<b>Vol 1</b>
<b>Aborda o sistema imune em um capítulo específico?</b>	sim	onde: capítulo 17 "Tecido conjuntivo sanguíneo, hematopoiético, linfa e imunidade" pág. 359		
<b>Número de páginas dedicadas ao assunto</b>	12			
<b>Aborda os assuntos abaixo:</b>	não	sim	resumida	mais completa
<b>origem das células do S.I.</b>		x		x
<b>Funções celulares</b>		x		x
<b>Tecidos e órgãos do sistema imune</b>		x		x
<b>Barreiras para evitar entrada microorganismos</b>		x		x
<b>Resposta imune inata</b>		x		x
<b>Resposta imune específica</b>		x	x	
<b>Imunidade humoral e celular</b>		x	x	
<b>Células de memória</b>		x	x	
<b>Vacinas</b>		x		x
<b>Soro</b>		x		x
<b>Contextualiza o assunto no capítulo</b>		x		
<b>Aborda algum assunto relacionado ao sistema imune ao longo do livro? Onde?</b>				
Pág. 77 foto leucócito fagocitando bactérias.				
Pág. 104 fala sobre fagocitose que é um tipo de transporte.				
Pág. 122 cita lisossomos e suas funções.				
Pág. 136 doenças relacionadas a problemas nos lisossomos.				
Pág. 197 fala sobre morte celular: necrose e apoptose.				
Pág. 204 box sobre a "Bactéria da tuberculose obstrui resposta imunológica natural".				
Pág. 260 fala sobre a AIDS.				
Pág. 282 placenta e troca entre a mãe e o feto: anticorpos.				
Pág. 300 box sobre "Exposição à poluição durante a gravidez causa asma ao bebê", fala um pouco sobre os glóbulos brancos.				
Pág. 336 fala sobre a função de macrófagos, plasmócitos e mastócitos.				
Pág. 343 box sobre "Transplante de medula óssea"				

**Fonte: Dados da pesquisa, 2011.**

**Figura 2- Ficha avaliação livro Biologia Ser Protagonista, volume2.**

<b>Livro: Biologia Ser Protagonista</b>				
Autores: André Catani, Elisa Garcia Carvalho, Fernando Santiago e outros				
Edição: 1º		Ano: 2009		Vol 2
<b>Aborda o sistema imune em um capítulo específico?</b>	não			
<b>Número de páginas dedicadas ao assunto</b>				
<b>Aborda os assuntos abaixo:</b>	não	sim	resumida	mais completa
<b>origem das células do S.I.</b>	x			
<b>Funções celulares</b>	x			
<b>Tecidos e órgãos do sistema imune</b>	x			
<b>Barreiras para evitar entrada microorganismos</b>	x			
<b>Resposta imune inata</b>	x			
<b>Resposta imune específica</b>	x			
<b>Imunidade humoral e celular</b>	x			
<b>Células de memória</b>	x			
<b>Vacinas</b>	x			
<b>Soro</b>	x			
<b>Contextualiza o assunto no capítulo</b>	x			
<b>Aborda algum assunto relacionado ao sistema imune ao longo do livro? Onde?</b>				
Pág. 413 box sobre “Doenças do sistema respiratório”, fala sobre o a fagocitose dos macrófagos e sobre poluentes atmosféricos e fumaça do cigarro que provocam danos ao sistema imunológico.				
Pág. 418 box sobre “Um hábito arriscado”, texto que fala sobre o cigarro e cita que as toxinas comprometem a ação dos macrófagos.				
Pág. 430 box sobre “Transplantes renais”, fala sobre o sistema imune na parte de rejeição de transplantes e quando cita as drogas imunossupressoras.				
Pag. 460 box sobre “Uso de células-tronco e quimioterapia gera resultados inéditos no tratamento de diabetes tipo 1”, fala sobre esta doença que é uma disfunção do sistema imune e como está evoluindo o tratamento para esta doença.				

**Fonte: Dados da pesquisa, 2011.**

**Figura 3 - Ficha avaliação livro Biologia Hoje, volume1.**

Livro: Biologia Hoje				
Autor: Sérgio Lihares e Fernando Gewandszajder				
Edição: 15º		Ano: 2009		Vol 1
<b>Aborda o sistema imune em um capítulo específico?</b>	sim	onde: capítulo 20 "sangue, linfa e S.I." pág. 359		
<b>Número de páginas dedicadas ao assunto</b>	11			
<b>Aborda os assuntos abaixo:</b>	não	sim	resumida	mais completa
<b>origem das células do S.I.</b>		x		x
<b>Funções celulares</b>		x		x
<b>Tecidos e órgãos do sistema imune</b>		x		x
<b>Barreiras para evitar entrada microorganismos</b>	x			
<b>Resposta imune inata</b>		x	x	
<b>Resposta imune específica</b>		x	x	
<b>Imunidade humoral e celular</b>		x	x	
<b>Células de memória</b>		x	x	
<b>Vacinas</b>		x		x
<b>Soro</b>		x		x
<b>Contextualiza o assunto no capítulo</b>		x		
<b>Aborda algum assunto relacionado ao sistema imune ao longo do livro? Onde?</b>				
Pág. 25 box sobre "Não tome antibióticos sem receita médica!" fala do uso de antibióticos de forma indiscriminada.				
Pág. 63 box sobre "Prostaglandinas" fala como elas atuam estimulando respostas inflamatórias.				
Pág. 90 fala sobre vitamina k e coagulação sanguínea.				
Pág. 99 cita e ilustra um glóbulo branco englobando uma bactéria que invadiu o organismo.				
Pág. 102 foto de uma hemácia e um glóbulo branco, porque estão falando sobre microscópio.				
Pág. 123 fala sobre o transporte de grandes moléculas: fagocitose.				
Pág. 145 fala sobre o lisossomo: fagocitose.				
Pág. 146 box sobre "Morte celular programada" fala sobre a apoptose.				
Pág. 167 box sobre "Botulismo e tétano", cita que pode prevenir tétano com a vacina.				
Pág. 227 box sobre " Os antibióticos e a síntese de proteínas de bactérias" cita que os antibióticos podem ser usados no combate a infecções.				
Pág. 250 box sobre "Câncer".				
Pág. 328 box sobre "Cuidados na gravidez" e cita a vacinação contra rubéola.				
Pág. 343 box sobre "Acne", cita que pode ter bactérias no canal da glândula sebácea e quando elas reproduzem podem provocar inflamação.				
Pág.399 box sobre "O óxido nítrico" cita que os glóbulos brancos usam este gás para destruir microorganismos.				

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.



**Figura 4 - Ficha avaliação livro Biologia Hoje, volume2.**

Livro: Biologia Hoje				
Autor: Sérgio Lihares e Fernando Gewandsznajder				
Edição: 15º		Ano: 2009		Vol 2
<b>Aborda o sistema imune em um capítulo específico?</b>	não			
<b>Número de páginas dedicadas ao assunto</b>				
<b>Aborda os assuntos abaixo:</b>	não	sim	resumida	mais completa
<b>origem das células do S.I.</b>	x			
<b>Funções celulares</b>	x			
<b>Tecidos e órgãos do sistema imune</b>	x			
<b>Barreiras para evitar entrada microorganismos</b>	x			
<b>Resposta imune inata</b>	x			
<b>Resposta imune específica</b>	x			
<b>Imunidade humoral e celular</b>	x			
<b>Células de memória</b>	x			
<b>Vacinas</b>	x			
<b>Soro</b>	x			
<b>Contextualiza o assunto no capítulo</b>	x			
<b>Aborda algum assunto relacionado ao sistema imune ao longo do livro? Onde?</b>				
Pág. 32 fala vírus e vacina.				
Pág. 37 fala sobre as defesas contra vírus, vacinas e soro.				
Pág. 42 fala sobre a AIDS.				
Pág. 71 box sobre "A descoberta da penicilina e as superbactérias" texto sobre antibióticos.				
Pág. 105 fala sobre a descoberta do primeiro antibiótico.				
Pág. 451 fala sobre problemas no sistema respiratório				
Pág. 451 box sobre "Espirro, soluço e bocejo", fala sobre a função do muco, dos cílios e do espirro.				
Pág. 452 box sobre "O fumo e o sistema respiratório" fala como o fumo atua no sistema respiratório.				
Pág. 470 fala sobre a circulação linfática, linfa e linfócitos de forma muito resumida.				
Pág. 481 fala sobre transplantes de órgãos e rejeição dos órgãos pelo sistema imune, além de medicamentos que diminuem a chance de rejeição.				
Pág. 512 box sobre "Hormônios que não são produzidos nas glândulas", fala sobre prostaglandinas.				
Pág. 535 box sobre "Drogas" fala dos efeitos das drogas no organismo e cita que o uso do álcool diminui a resistência do organismo.				

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

**Figura 5 - Ficha avaliação livro Biologia, volume 1.**

Livro: Biologia				
Autor: César da Silva Junior, Sezar Sasso e Nelson Caldini Junior				
Edição:		Ano: 2010		Vol 1
Aborda o sistema imune em um capítulo específico?	não	Onde:		
Número de páginas dedicadas ao assunto				
Aborda os assuntos abaixo:	não	sim	resumida	mais completa
origem das células do S.I.	x			
Funções celulares	x			
Tecidos e órgãos do sistema imune	x			
Barreiras para evitar entrada microorganismos	x			
Resposta imune inata	x			
Resposta imune específica	x			
Imunidade humoral e celular	x			
Células de memória	x			
Vacinas	x			
Soro	x			
Contextualiza o assunto no capítulo	x			
<b>Aborda algum assunto relacionado ao sistema imune ao longo do livro? Onde?</b>				
Pág. 18 box "O limite entre o vivo e o não vivo". Texto fala sobre os vírus.				
Pág. 46 fala sobre proteínas e cita os anticorpos.				
Pág. 218 fala da fagocitose em transporte entre membranas.				
Pág. 225 fala sobre fagocitose e pinocitose.				
Pág 247 fala sobre lisossomo e a morte celular.				
Pág. 259 box "Como são produzidos novas membranas nas células." Fala sobre a fagocitose.				

**Fonte: Dados da pesquisa, 2011.**

**Figura 6 - Ficha avaliação livro Biologia, volume 2.**

Livro: Biologia				
Autor: César da Silva Junior, Sezar Sasso e Nelson Caldini Junior				
Edição:		Ano: 2010		Vol 2
Aborda o sistema imune em um capítulo específico?		Onde: capítulo 22 "Sistema Imune" pág.		
Número de páginas dedicadas ao assunto	10			
<b>Aborda os assuntos abaixo:</b>	não	sim	resumida	mais completa
origem das células do S.I.		x		x
Funções celulares		x		x
Barreiras para evitar entrada microorganismos				
Resposta imune inata		x	x	
Resposta imune específica		x	x	
Imunidade humoral e celular		x	x	
Células de memória		x	x	
Vacinas		x		x
Soro		x		x
Contextualiza o assunto no capítulo		x		
<b>Aborda algum assunto relacionado ao sistema imune ao longo do livro? Onde?</b>				
Pág. 36 fala sobre bactérias e antibióticos.				
Pág. 49 box sobre "Os fungos e o ser humano", fala sobre a produção de antibióticos.				
Pág. 63 box sobre "Resfriado e gripe: são estágios diferentes da mesma doença?".				
Pág. 68 fala sobre o HIV.				
Pág. 202 box sobre " O leite, a tecnologia e a produção de novos fármacos", cita os anticorpos.				
Pág. 210 Tecido conjuntivo, fala das células do sangue e cita os macrófagos.				
Pág. 255 box sobre "O fumo e a saúde".				
Pág. 259 fala sobre os componentes do sangue, leucócitos e os tipos de leucócitos.				
Pág. 260 fala sobre a hematopoiese.				
Pág. 266 fala sobre a linfa e os linfonodos.				
Pág. 297 box sobre "O rin e a saúde".				

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Podemos verificar ao analisarmos as fichas que, o sistema imune em 2 dos 3 livros é abordado no volume 1. Nos livros de volume 2, é abordado os sistemas fisiológicos humanos e o sistema imune é um destes sistemas, e ele é abordado no volume 2 em apenas 1 dos livros analisados. Nos capítulos referentes ao sistema imune, encontramos a contextualização do conteúdo, mas fora do capítulo a contextualização ainda é feita de forma muito resumida. Pode-se observar também que apenas no livro dos autores César, Sezar e Nelson (2010) o sistema imune é tratado como um sistema separado, enquanto que nos outros dois, a abordagem é feita no mesmo capítulo de “Sangue” ou “Tecido conjuntivo sanguíneo”.

Mesmo dentro dos capítulos referente ao conteúdo sistema imune, observamos que a abordagem de alguns tópicos ainda é feita de forma muito resumida, o que pode prejudicar a compreensão do aluno, principalmente por ser um conteúdo mais complexo.

## **2.2. Livros paradidáticos**

Nesta oportunidade, tem-se em vista uma breve revisão sobre o uso de livros paradidáticos no ensino, uma vez que esta pesquisa pauta-se, justamente, na produção desse recurso didático.

A título de resgate histórico, sabe-se que o livro paradidático surgiu com esta denominação na década de 70 (Ramos, 1987; Zamboni, 1991; Santos, 1994; Munakata, 1997; Dalcin, 2002). A “[...] ampliação e a maior circulação desse gênero de livro constituem-se um desdobramento das políticas adotadas pelo Estado em relação aos livros didáticos ocorridas a partir da década de 60 do século XX.” (DALCIN, 2002, p. 19). É interessante lembrar que, para Munakata (1997), a origem desta modalidade editorial é acompanhada de um mito:

Reza a lenda que o termo paradidático foi cunhado pelo saudoso Professor Anderson Fernandes Dias, diretor-presidente da Editora Ática, no início da década de 70. Afinal, foi a Ática que criou a primeira coleção de alcance nacional destinada a apoiar, aprofundar, fazer digerir a disciplina muitas vezes aridamente exposta no livro didático. (MUNAKATA, 1997, p. 9).

Segundo os estudos de Beneti (2008), o paradidático, sob o ponto de vista editorial, é definido como um livro comercial, sem compromisso com a formalidade científica, tendo como objetivo trazer informações sobre a Ciência de forma descontraída e informal. Já no meio acadêmico, Toni e Ficagna (200-) consideram que os livros paradidáticos são um recurso no qual podemos encontrar temas com abordagens contextualizadas, motivando, desta forma, o aluno para o hábito da leitura.

É significativo relatar, ainda, que, conforme Yasuda e Teixeira, são considerados paradidáticos os livros produzidos para o mercado escolar sem as características funcionais e de composição do livro didático. Em seu turno, Zamboni (1991), defende que a diferença entre o L.D. e o paradidático seria apenas uma questão de forma e não de conteúdo.

Neste contexto, consideramos como paradidático, todo livro pedagógico que aborda um único tema, de forma mais descontraída, menos formal e contextualizada, porém não descartando o rigor científico. Então, para a produção do nosso livro, levamos em consideração essas características, uma vez que, entendemos que desta forma esse recurso didático pode atrair a atenção e a curiosidade do aluno, além de informá-lo, naturalmente.

Com o propósito de contribuir ainda mais para a discussão em trânsito, destaca-se que o livro paradidático possui a característica de ser menos formal “[...] quanto à organização e seleção de temas.” (ZAMBONI, 1991, p. 24). Dessa forma, de acordo com Araújo e Santos (2005), enfoca temas com abordagens mais contextualizadas e objetivas, e utilizando “[...] todos os recursos possíveis do meio editorial [...]” (MELO, 2004, p. 34), temas estes que estão presentes nos programas escolares. Logo, como nos lembra Furlani (2005), em geral, o conteúdo dos livros paradidáticos está relacionado a temáticas que tangenciam as disciplinas do currículo oficial. Além disto, devem atender às diretrizes educacionais decorrentes da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Lei 9.394/96), bem como orientações curriculares propostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1997).

A partir disso, percebe-se que outra característica importante dos livros paradidáticos é a possibilidade de utilizar uma linguagem mais fácil e presente no cotidiano do aluno, “[...] possibilitando maior aprofundamento nos temas abordados.” (ARAÚJO; SANTOS, 2005, p. 2). Contudo, observando esta questão, é necessário

ser cauteloso ao utilizar uma linguagem estereotipada que tenta reproduzir a forma como o jovem de hoje se comunica, pois, daqui a 10 anos, esta forma de linguagem pode ser considerada ultrapassada. Portanto, deve-se, de fato, utilizar uma escrita acessível a este público alvo, desde que esta não se limite a formas interlocutivas de momento e consiga, portanto, “sobreviver” por um longo período de tempo. Em linhas gerais, é preciso evitar informações formais que comprometam uma leitura mais prazerosa, sem abandonar o rigor científico.

Com fins argumentativos, interessa ressaltar, ainda, que, em sua dissertação de mestrado, Melo (2004) destaca duas características comuns presentes nos livros paradidáticos, são elas: o projeto editorial de um livro paradidático é diferente do livro didático; o livro paradidático é uma produção cultural com destino ao público escolar.

Nesse contexto, Beneti (2008) informa que

“Os objetivos principais que devem ser considerados no momento da elaboração de textos paradidáticos são: viabilizar o acesso dos estudantes ao universo científico e aos conhecimentos necessários para a vida em sociedade por meio de leitura contextualizada com o cotidiano dos alunos, prezando também pela apropriação dos fatos históricos relacionados ao conteúdo e demonstrando a forma em que foram produzidos os conhecimentos científicos.” (BENETI, 2008, p. 25).

À luz dessas considerações, entende-se que o uso de paradidáticos pode ser uma forma alternativa de trabalho para o professor em sala de aula, que permite a este profissional aprimorar sua prática, uma vez que, normalmente, utiliza apenas o L.D. Haja vista que, segundo “D. O. Leitura/Cultura – N° 152”, in Cynthia Pichini (1998), o paradidático é um material mais rico e mais aberto à participação do leitor. Também com essa visão, Schapochnik e Hansen (1993, p. 8-9) afirmam que “[...] os livros paradidáticos passaram a se constituir em uma nova alternativa pedagógica para os profissionais interessados em reavaliar seu cotidiano nas salas de aula [...]”. Desse modo, podem, juntamente com o fundamental papel do professor, tornar o ensino mais atrativo e dinâmico, além de superar as possíveis deficiências do L.D. utilizado, complementando e contextualizando melhor a temática estudada. Não obstante, com os livros paradidáticos, há a possibilidade de se trabalhar qualquer tema, uma vez que conforme Munakata (1997), o seu temário é inesgotável.

Portanto, consideramos que o livro paradidático configura um recurso importante para promover mudanças no ensino e aprendizado do aluno, pois constitui fonte de consulta tanto para o docente quanto para o discente, além de promover uma diversificação em relação aos recursos didáticos que podem ser utilizados pelo professor, podendo tornar suas aulas mais atrativas e dinâmicas.

Após essa discussão tão importante sobre os livros didáticos e paradidáticos, tem-se em vista, a partir de agora, a realização de um levantamento teórico a fim de contribuir para os objetivos desta pesquisa.

### **3. REFERENCIAIS TEÓRICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A PROPOSTA**

Como o objetivo principal deste trabalho é elaborar um livro paradidático, apresentaremos aqui, como forma de suporte para sua construção, um referencial teórico. Neste sentido, será possível perceber que o livro paradidático se enquadra em um tipo de recurso multimídia, sendo que, para Mayer (2005a), o alinhamento dos recursos multimodais (multimídia) com os mecanismos de processamento cognitivo é fundamental para que se tenha uma aprendizagem significativa.

Com isso, é de grande relevância que levemos em consideração alguns princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), uma vez que são princípios que visam a uma aprendizagem efetiva. Então, este referencial será abordado explicitando a forma como ele foi utilizado na produção do paradidático.

A saber, esses princípios da TCAM são baseados na aprendizagem multimídia e na teoria da carga cognitiva, as quais poderão ser vistas a seguir.

#### **3.1. Aprendizagem Multimídia**

O ensino tradicional é, basicamente, trabalhado com a utilização da lousa e da explanação oral do conteúdo, sendo esta uma metodologia, por vezes, como único recurso didático. Sendo assim, para que o aluno se sinta atraído pelo ensino, é necessário que este seja mais atrativo e interessante, a fim de chamar a sua atenção. Para tanto, pode-se considerar a utilização de imagens como auxílio na compreensão dos conteúdos e, assim, aliadas às palavras, favorecerem a aprendizagem. (Mayer 2001 e 2003)

Como alternativa pedagógica, o uso desses recursos vem sendo fonte de pesquisas (Mayer, 1997, 1999, 2001), as quais culminaram no surgimento do conceito de Aprendizagem Multimídia.

Segundo Mayer (2001), esta aprendizagem refere-se àquela que ocorre através de imagens e palavras (discurso falado ou parte escrita). Pelos próprios termos do referido autor, trata-se da

[...] a apresentação de um material usando tanto a escrita quanto as imagens. Através da escrita, o material é apresentado na forma verbal como no texto escrito ou falado. Através das imagens o material é apresentado na



forma ilustrada, como em gráficos (com ilustrações), fotos, mapas, ou ainda animações e vídeos. (MAYER, 2001, p. 2).

O uso da multimídia é visto por professores como uma forma de diversificar sua metodologia em sala de aula, sendo importante para motivar o aluno em busca de uma aprendizagem mais eficaz. Aliás, de acordo com o conceito aqui apresentado, o livro paradidático se enquadra neste tipo de material e, então, devem ser consideradas as características da aprendizagem multimídia para a sua elaboração.

É significativo pensar, também, que a aprendizagem através da multimídia pode ser interativa ou não. Para este trabalho, importa a não interativa, pelo fato de que esta, de acordo com Moreno e Mayer (2007), apresenta uma estrutura pré-determinada, como L.D. com ilustrações e textos. Ademais, na multimídia não interativa, o aluno não pode modificar o caminho durante a aprendizagem.

Quanto à utilização de representações não-verbais (ilustrações, vídeos, animações e fotos) e verbais (palavras impressas ou faladas) para representar o conteúdo a ser estudado, Tarouco e colaboradores (2009) afirmam que se trata de uma forma de ampliar a compreensão dos estudantes. Nessa perspectiva, a utilização de dois modos para representar o conteúdo é denominada pelos mesmos autores de aprendizagem multimodal. Para Moreno e Mayer (2007), modo é a forma de representar a informação, verbal ou não-verbal, enquanto modalidade são os sentidos usados para a recepção dos dados, audição e visão.

Ainda de acordo com Mayer (2001, p. 184), “[...] os alunos aprendem melhor através de palavras e imagens que de palavras apenas [...]”. Seguindo esta orientação, no livro paradidático produzido, foram utilizadas imagens para ilustrar o texto, e com isso, auxiliar a compreensão do aluno. Contudo, a utilização de palavras e imagens, conforme Mayer (2005a), não garante uma aprendizagem efetiva, uma vez que a forma e a maneira de como são apresentadas ao aluno interfere neste processo. Logo, Mayer (2003) observa que é importante levar em conta o mecanismo de funcionamento da memória, para que a utilização de imagens e palavras possa aprimorar a aprendizagem. Com o mesmo pensamento, Stahl (1997), defende que a utilização dos recursos multimídias é de extrema importância, mas deve estar de acordo com a arquitetura cognitiva humana, para não sobrecarregar a memória dos alunos.

Nestes termos, concordamos com a idéia de Stahl (1997) e acreditamos na extrema relevância de que os professores, ao utilizarem tais recursos, saibam montar suas aulas, para que, ao invés de torná-las mais interessantes e motivadoras, não faça com que sejam cansativas pelos excessos cognitivos que o material didático exige do aluno. Por este motivo, na produção do paradidático, escolhemos este referencial, justamente para evitar que esse recurso em questão tenha sobrecarga cognitiva (excesso de informações; imagens densas e com elementos supérfluos, comparações e metáforas desnecessárias).

Sendo assim, Mayer (2001) determina que este tipo de aprendizagem é qualitativa, visto que a informação não é simplesmente memorizada e sim construída com uma rede de informações individuais, culturais e sociais de cada aprendiz. Então, o aluno se torna um agente ativo do processo, enquanto o professor admite um papel de facilitador que auxilia e dá suporte.

Logo, Coscarelli (1998) já considera a existência de um consenso sobre o fato de que a multimídia, realmente, produz bons resultados na aquisição de nova informação, demonstrando a importância da utilização desses recursos no ensino.

### **3.2. Teoria da Carga Cognitiva**

A teoria da carga cognitiva (TCC) tem por definição, segundo Sweller (2003), ser um conjunto universal de princípios que resultam em um ambiente de aprendizagem eficiente, que promove um aumento na capacidade do processo de cognição humana. Desse modo, para esta teoria, um ambiente mais apropriado minimiza recursos mentais desnecessários, maximizando, assim, recursos para a aprendizagem. Portanto, estes princípios também devem ser seguidos para a elaboração de materiais didáticos, especialmente os que empregam multimídia, objetivando diminuir a sobrecarga cognitiva do aluno e potencializar seu aprendizado.

Segundo Santos e Tarouco (2007),

[...] essa teoria aplica-se a todos os tipos de conteúdos, todos os tipos de mídias, e à todos os estudantes, visto que, ela tem como fim saber como elabora-se as ferramentas de ensino – texto, imagens e áudio – e aplicá-las à todo o conteúdo de ensino, bem como, as plataformas de aprendizagem a distância, no intuito de potencializar a aprendizagem e desenvolver habilidades flexíveis através da criação e uso de recursos e ambientes de

aprendizagem que estejam em sintonia com processo cognitivo humano. (SANTO; TAROUCO, 2007, p. 4).

Nesse cenário, é importante ressaltar que a TCC apóia-se na dificuldade natural do ser humano em processar varias informações na memória a cada momento. Caso estas informações sejam excessivas, podem gerar uma sobrecarga cognitiva, restringindo a capacidade de aprendizado. Dessa forma, de acordo com Sweller (2003), a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando a quantidade de informações oferecidas ao aluno for compatível com sua capacidade de compreensão.

Dentre os objetivos relacionados à utilização da TCC, podemos citar que essa serve como diretriz para a produção de recursos didáticos, levando em conta os limites da cognição humana. Assim, é possível maximizar a utilização desses recursos de forma mais apropriada a possíveis limitações. Aliás, salienta-se que, como esta pesquisa tem foco na produção de um paradidático, as diretrizes deste referencial foram de extrema importância justamente para que este produto ficasse alinhado com a cognição humana.

Avançando mais um pouco, Mayer (2001) sugere que, na produção de materiais de ensino, devem-se considerar os três principais tipos de carga cognitiva, com o objetivo de levar a uma aprendizagem mais eficaz ao utilizar o material produzido. Além disso, evita-se uma sobrecarga cognitiva, uma vez que algumas formas de carga cognitiva desperdiçam recursos cognitivos, enquanto outras são consideradas úteis. Levando isto em consideração, apresentamos os três principais tipos de cargas e como elas foram atendidas na elaboração do paradidático. São elas:

- a) A carga cognitiva intrínseca – imposta pela complexidade do conteúdo do material de ensino (SANTOS; TAROUCO, 2007). Por exemplo, ao trabalharmos as reações envolvidas na resposta imune inata, a simplificação ou exclusão de qualquer informação inerente pode prejudicar a compreensão do processo. Segundo Pass e outros (2003), ao produzir algum material didático, este tipo de carga cognitiva não pode ser diretamente influenciado pelo autor. Não podendo controlar a carga intrínseca associada com os objetivos da aprendizagem, pode-se controlá-la segmentando e arranjando,

em sequência, o conteúdo, de maneira que otimize a quantidade de elementos interativos a qualquer tempo (SANTOS; TAROUÇO, 2007). Na elaboração do paradidático, trabalhamos com a carga intrínseca, de forma a segmentar os processos que ocorrem na imunologia e, assim, possibilitar que o aluno a entenda em partes e, posteriormente, o conjunto.

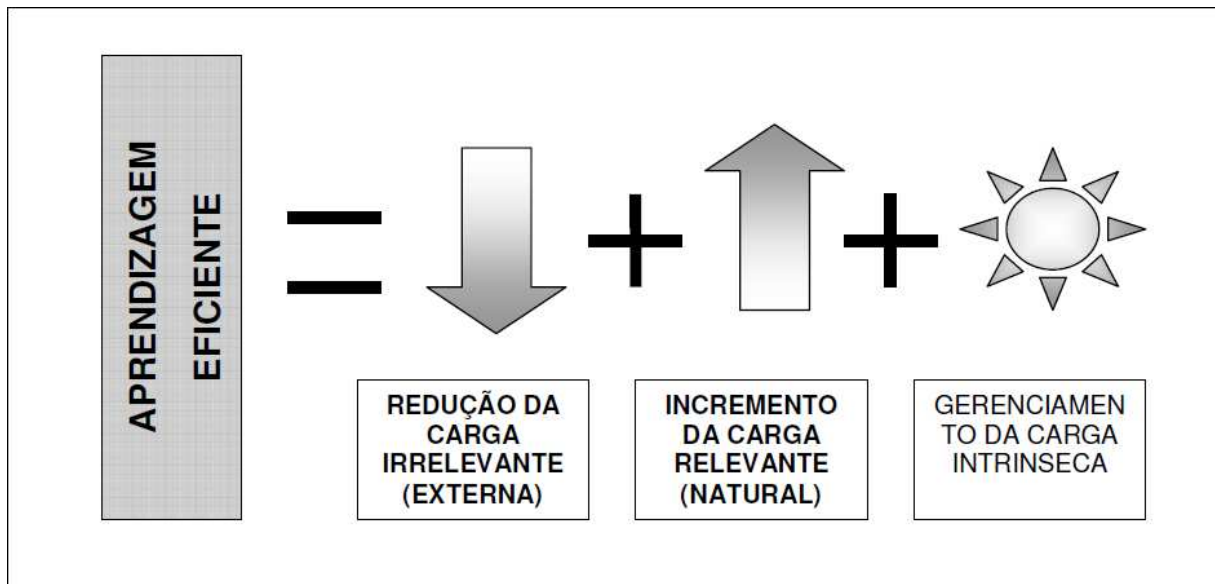
- b) A carga cognitiva natural, efetiva ou pertinente - imposta pelas atividades de ensino - é a carga resultante para se obter conhecimento, sendo benéfica e necessária ao processo de ensino aprendizagem. Está relacionada com os processos que contribuem para a construção e automatização de esquemas (PASS, et al., 2003). Como por exemplo, a resolução de exercícios leva a um aumento da carga cognitiva efetiva. Levando esta questão em consideração, inserimos exercícios no paradidático, uma vez que esta carga cognitiva é extremamente importante e benéfica para a aprendizagem.
  
- c) A carga cognitiva externa ou supérflua - carga imposta pelo material - não é necessária para a aprendizagem; geralmente, é irrelevante, e desperdiça recursos mentais e pode ser alterada pelo autor do material. É a carga que se relaciona com materiais mal projetados, sem levar em conta a cognição humana (PASS, et al., 2003). Ao se defrontar com esta carga, o aluno, além de aprender o conteúdo, precisa compreender um aspecto que não está claro. Tendo isso em vista, procuramos diminuir ao máximo este tipo de carga cognitiva, minimizando o desperdício de recursos mentais do leitor do paradidático, mas não esquecendo as características de um paradidático, que já foram mencionadas anteriormente.

Situações onde um texto verbal possui passagens interessantes, mas desnecessárias para a compreensão do tópico em ensino ou quando a imagem possui elementos estranhos ou desnecessários exigem do aluno um processamento supérfluo, que é definido como aquele requerido quando uma informação contém muitos detalhes, adornos, informação gratuita ou quando o *layout* do material é confuso. (MAYER, 2005, p. 198).

Segundo Pass e outros, (2003), a distinção entre as três cargas cognitivas é apenas teórica. Até porque, pesquisadores mediram a carga cognitiva total e não foram capazes de encontrar uma técnica para diferenciar cada uma delas.

Como a capacidade mental é limitada e considerando que as três cargas cognitivas são adicionais, é necessário um balanceamento destas cargas para se alcançar uma aprendizagem efetiva. Podemos verificar este balanceamento na figura 1.

**Figura 7- Modelo de balanceamento das cargas cognitivas.**



**Fonte: Modelo Adaptado de Mayer 2001b.**

De acordo com Pass e outros (2003) o gerenciamento da carga cognitiva supérflua e da efetiva pode ser feito pelo autor do material, considerando que, segundo Pass, Renkl e Sweller citado por Costa (2010, p. 29), “a carga cognitiva supérflua interfere negativamente na aprendizagem, a carga efetiva atua positivamente, pois, aumenta o aprendizado”. É correto aferir, então, que, ao diminuirmos a carga cognitiva supérflua, podemos aumentar a carga efetiva, diminuindo, assim, a sobrecarga cognitiva.

Considerando a abordagem acima, a TCC defende que a elaboração de materiais didáticos, principalmente os que utilizam multimídia, deve seguir alguns princípios, de modo que diminua a sobrecarga cognitiva do aluno e potencialize seu aprendizado (SANTOS; TAROUÇO, 2007). Estes princípios estão relacionados com a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia (TCAM), que será discutida a seguir.

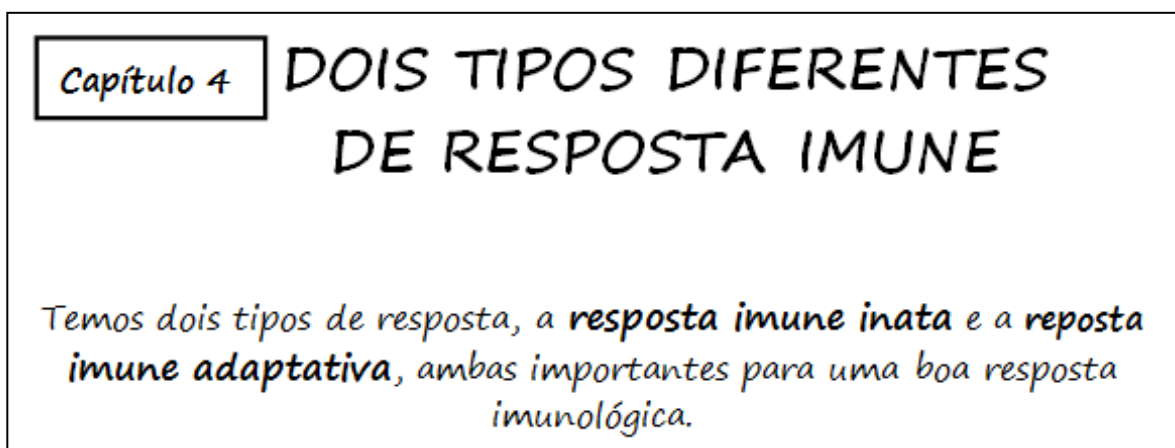
### 3.3. Princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM)

Para Mayer (1999), existem alguns princípios que devem ser seguidos na elaboração de materiais didáticos para que ocorra um alinhamento entre a COGNIÇÃO HUMANA e a APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA. Todos os princípios aqui apresentados foram seguidos na elaboração do produto deste trabalho a fim de que este alinhamento, de fato, pudesse ocorrer. Os que não se enquadravam no tipo de recurso didático que produzimos, não foram considerados. Apresentamos, então, os princípios e exemplos adotados no paradidático.

São princípios defendidos por esta teoria e aqui considerados:

- a) **Princípio da Segmentação:** quando se divide o conteúdo em capítulos. Para Mayer (2005b), a carga cognitiva pode ser manejada dividindo-se a informação em passos ou segmentos de aprendizagem, ao invés de uma unidade contínua, principalmente naquelas onde a carga cognitiva intrínseca é elevada. Utilizamos este princípio, como exemplificado na figura 6, ao dividirmos o conteúdo de Imunologia em tipos de resposta imune. Assim, os alunos aprendem os tipos de resposta e como funcionam, para, depois relacioná-las.

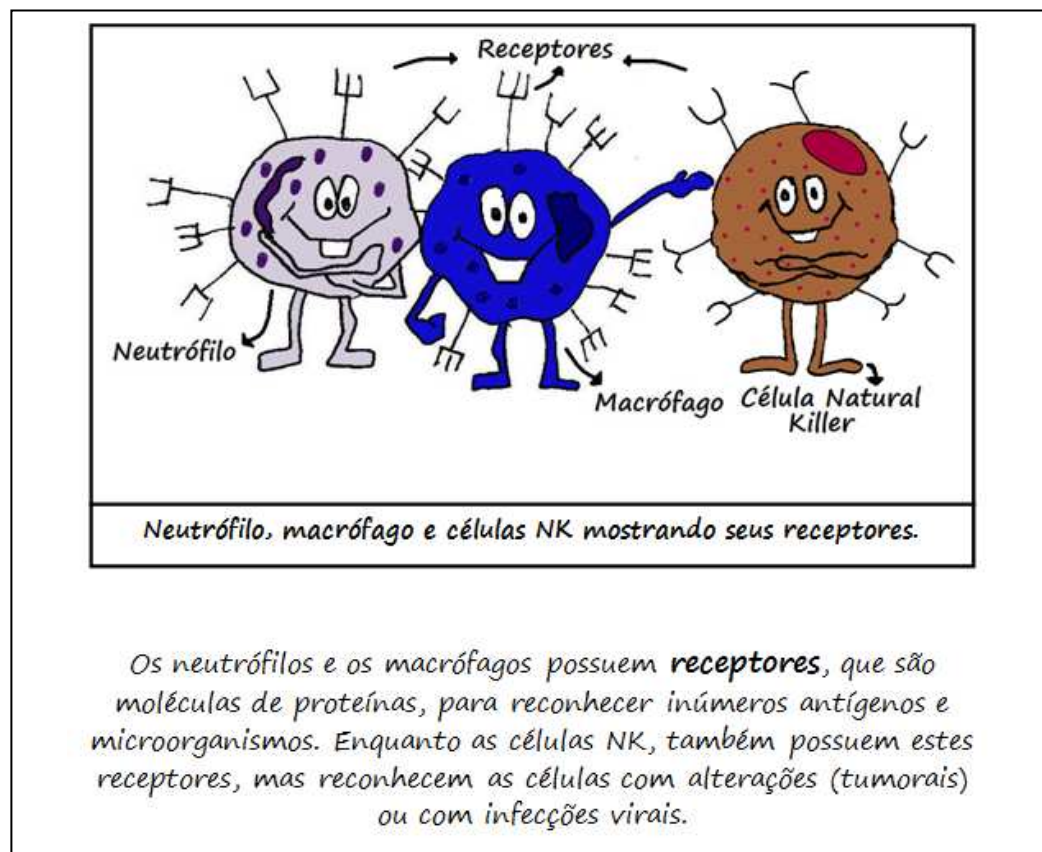
Figura 8 – Exemplo de como foi seguido o princípio da segmentação.



Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 14

**b) Princípio da Proximidade Espacial:** quando palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas uma das outras, ao invés de afastadas; por exemplo, a imagem referente à informação do texto deve estar na mesma página em que esta se encontra. “Quando texto e imagem estão integrados, o leitor não precisa usar seus recursos cognitivos para uma busca visual na página ou em páginas distantes[...]” (MAYER, 2001, p. 81). Com a utilização deste princípio, segundo MAYER, (1989); MORENO e MAYER, (1999), ocorre uma redução no processamento supérfluo. No caso do paradidático, procuramos unificar e organizar o conteúdo de imunologia, além de trabalhar com todas as imagens e palavras relacionadas próximas umas das outras e na mesma página, para que esse princípio fosse seguido, como pode ser visto na figura 2.

**Figura 9 – Exemplo de como foi seguido o princípio da Proximidade Espacial.**



Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 15

Neste exemplo, é possível verificar que são representadas duas células com receptores e, logo abaixo, o texto diretamente relacionado à figura.

c) **Princípio da Sinalização:** quando se utiliza de algum recurso no texto para sinalizar o que deve ser analisado na imagem; por exemplo, números no texto e na imagem, mesma cor no texto e na imagem, quando o professor aumenta a voz, chamando a atenção do aluno para aquela informação, e evitando que a busca na imagem por informação seja demorada. Para Mayer (2005c), quando direciona a atenção do aluno, leva-o a focar os elementos importantes para os objetivos das lições. Por exemplo, no paradidático, alcançamos este princípio quando destacamos algumas palavras, utilizando o negrito e uma fonte maior em relação ao resto do texto, assim como na figura 3.

**Figura 10 – Exemplo de como foi seguido o princípio da sinalização.**

Após a ativação do linfócito T, essas células são chamadas de **células T efetoras armadas** e produzem moléculas necessárias para destruir os patógenos e também para aumentar a potência da resposta imune inata que auxiliará a resposta e remoção do antígeno.

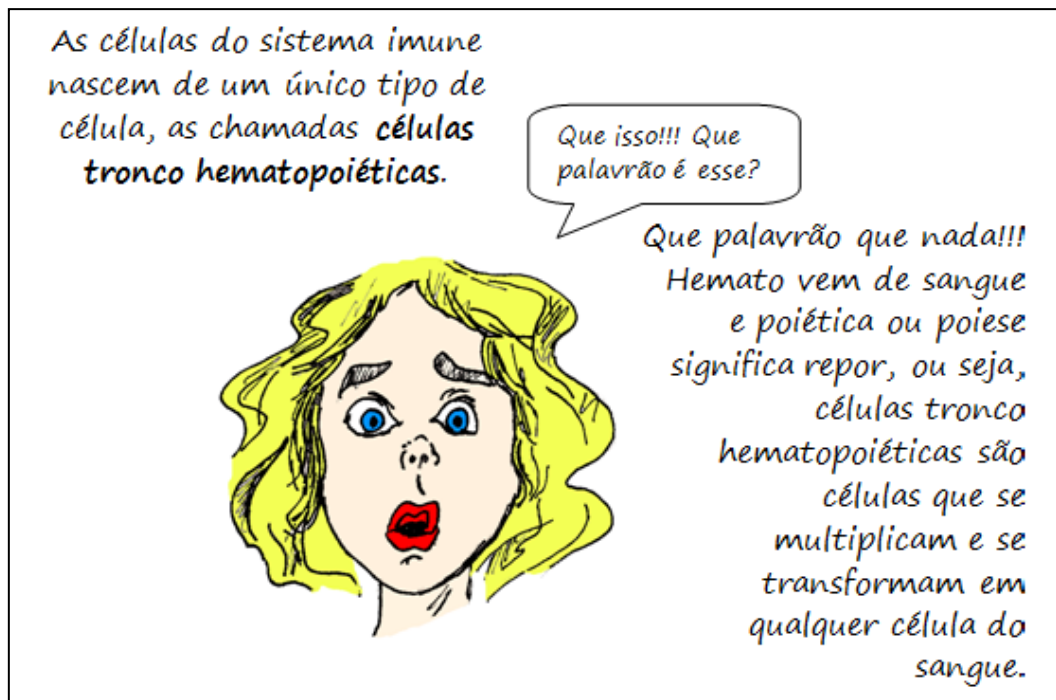
Temos uma subdivisão das células T em **células T citotóxicas** e **células T auxiliares**. Na resposta imune adaptativa há uma resposta imune mediada por células, chamada de **resposta imune celular**, na qual participam estes dois tipos de linfócitos T, e outra resposta mediada por anticorpos, denominada **resposta imune humoral**, na qual participam os linfócitos B.

Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 25



**d) Princípio da Coerência:** quando se excluem palavras, imagens e sons irrelevantes para o assunto. Segundo Mayer (2005), na medida em que o material supérfluo é excluído, informações desnecessárias e/ou em excesso são retiradas da imagem, a aprendizagem tende a ocorrer de maneira mais simples e efetiva. Com a utilização deste princípio, evita-se que o aluno desvie sua atenção para algo desnecessário. Ressalta-se que, existem algumas figuras no paradidático que julgamos ser supérfluas, mas que consideramos importantes para o objetivo do paradidático, por ter como característica ser um recurso mais livre ao ser elaborado, com imagens que chamem a atenção do aluno e curiosidades para motivar a leitura. Além disso, como vimos, é necessário gerenciar as cargas cognitivas para que se obtenha uma aprendizagem eficiente. Na figura 5, considera-se que a garota e sua expressão são supérfluas, mas são julgadas necessárias, pelo contexto e pelas características do paradidático que estamos considerando.

**Figura 11 – Exemplo de como foi seguido o princípio da contiguidade.**



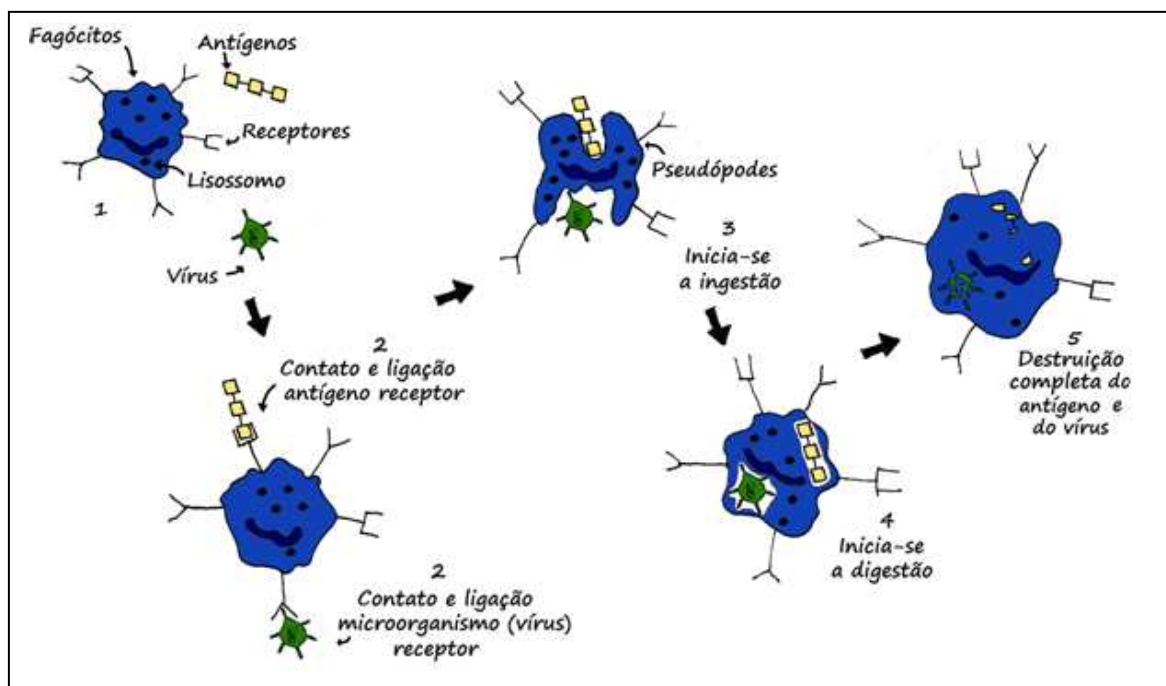
Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 10

Além disso, ao colorirmos as imagens, teve-se a preocupação em padronizar as cores e formas das células e dos processos, de maneira que, apenas observando a cor dos macrófagos, por exemplo, fosse possível saber

qual é este tipo celular.

**e) Princípio da Não Divisão ou da Proximidade (Contiguidade) Temporal:** quando palavras e imagens são apresentadas simultaneamente e não sucessivamente. Então, quando utilizamos imagens no paradidático, explicamos simultaneamente esta imagem para que este princípio fosse considerado. Na figura 4, o presente princípio é seguido, oportunidade em que o processo de fagocitose é explicado simultaneamente à exibição da imagem. Podemos considerar, também, nesta figura, o princípio da sinalização, visto anteriormente, quando utilizamos a numeração e setas para facilitar a compreensão e organização temporal do processo.

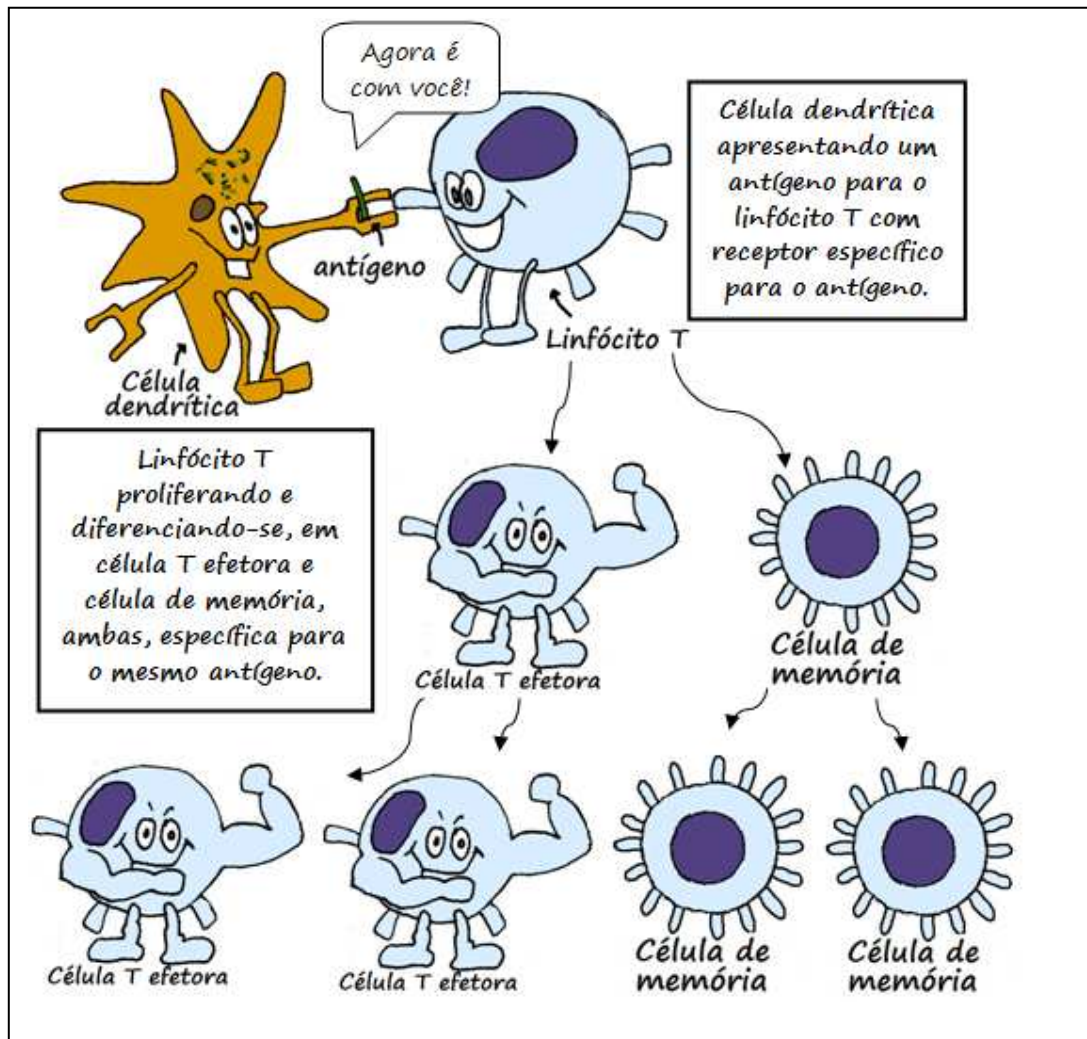
**Figura 12 – Exemplo de como foi seguido o princípio da Não Divisão ou da Proximidade (Contiguidade) Temporal.**



Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 16

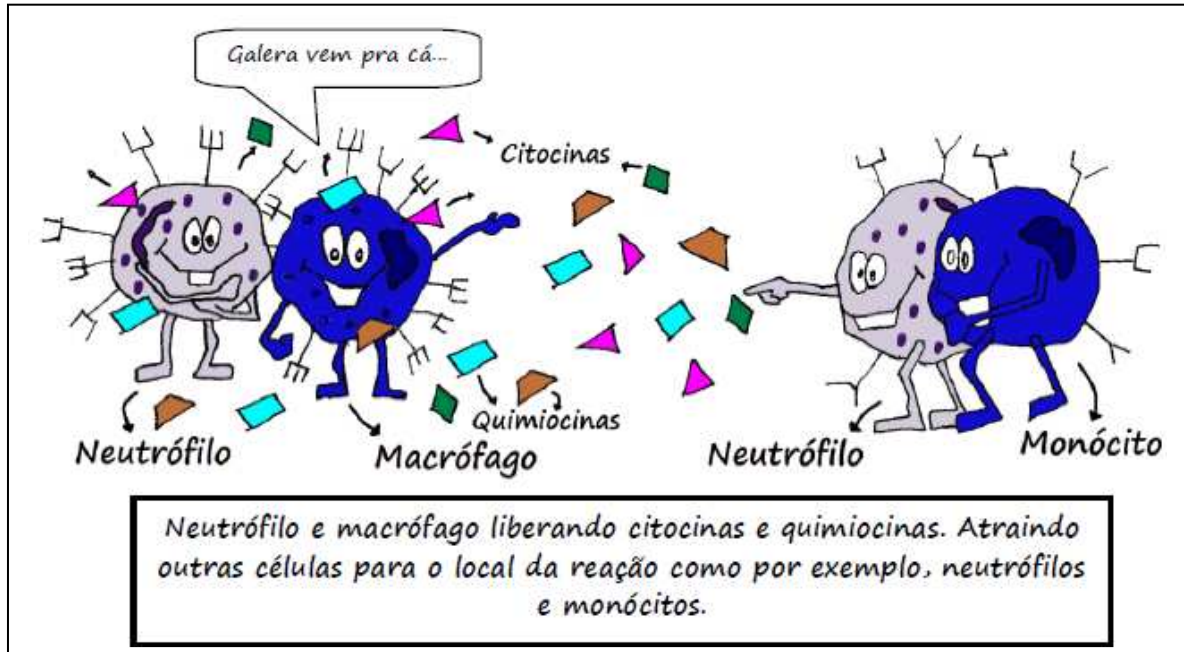
- f) **Princípio de Representação Múltipla:** a apresentação do conteúdo é melhor compreendida quando se usam palavras e imagens, ao invés de somente palavras. Na elaboração do paradidático, procuramos adicionar várias figuras para ilustrar o texto escrito, como pode ser verificado nas figuras 7 e 8.

**Figura 13 – Exemplo de como foi seguido o princípio da representação múltipla (a).**



Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 24

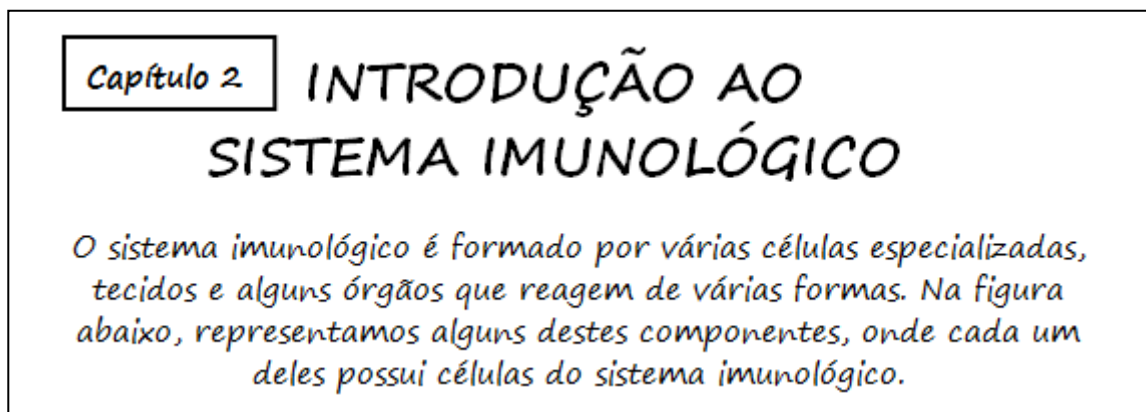
**Figura 14 – Exemplo de como foi seguido o princípio da representação múltipla (b).**



Fonte: Lopes e Amaral, 2011, p. 18

**g) Princípio da Antecipação:** quando, primeiro, apresentam-se as partes principais e, posteriormente, os detalhes do sistema (MAYER, et al. 2002). Ao produzirmos o paradidático, antecipamos o que seria exibido em todo o livro, como vemos na figura 9, que busca chamar a atenção do aluno para o assunto a ser estudado.

**Figura 15 – Exemplo de como foi seguido o princípio da Antecipação.**



Fonte: Lopes e Amaral, 211, p. 7

Após esses esclarecimentos, é importante relatar que a utilização dos referidos princípios, segundo Santos e Tarouco (2007), minimiza as sobrecargas cognitivas, potencializando o processo cognitivo de aprendizagem. Portanto, entende-se que, para a produção de materiais didáticos, como o livro paradidático, esses princípios devem ser levados em consideração, já que contribuem para não sobrecarregar a memória dos alunos, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem.

## **4. PROCESSO DA ELABORAÇÃO DO RECURSO**

Neste capítulo apresentamos os passos seguidos na elaboração do paradidático, a opinião de especialistas em relação ao recurso produzido e uma revisão sobre o conteúdo do sistema imunológico.

### **4.1 IDÉIA DO PRODUTO, ESCOLHA DOS CONTEÚDOS E ELABORAÇÃO DO PARADIDÁTICO**

A idéia da elaboração do paradidático surgiu principalmente por verificarmos a necessidade de complementar a abordagem do conteúdo do sistema imunológico que é feita nos livros didáticos, e que ao elaborarmos um paradidático, este recurso levasse em consideração a cognição humana e atraísse a atenção do leitor pela sua forma de abordagem.

Para escolhermos quais os conteúdos e como seriam trabalhados no paradidático utilizamos os três livros do ensino médio que foram analisados para verificarmos quais e como os assuntos eram contemplados. Após a análise discutimos quais conteúdos seriam relevantes em uma abordagem para o ensino médio e chegamos aos seguintes tópicos:

- a) Origem das células do sistema imune e suas funções
- b) Tecidos e órgãos do sistema imune
- c) Barreiras existentes que previnem a entrada de microorganismos
- d) Tipos de resposta imune existentes
- e) Memória imunológica
- f) Soro e vacina

Após as escolhas dos conteúdos, utilizamos os livros “Imunobiologia” do autor Janeway e outros (2002) e “Imunologia celular e molecular” dos autores Abbas, Lichtman e Pillai (2008) para servir como fonte de consulta na elaboração do paradidático. Após a escrita de todo o conteúdo, junto com o desenhista Leonardo Maia, criamos as figuras de acordo com os conteúdos presentes no paradidático. Após terminarmos a elaboração das figuras, passamos a nos preocupar com o layout do paradidático. Importante ressaltar que em todas as etapas da elaboração do paradidático, consideramos os princípios da TCAM para que este recurso

estivesse então alinhado a capacidade cognitiva humana. Após acabarmos o paradidático, passamos o recurso para especialistas na área de Imunologia fazerem a análise.

## **4.2 ANÁLISE DO PARADIDÁTICO PELO ESPECIALISTA.**

Com vistas a contribuir ao máximo para o processo ensino-aprendizagem do conteúdo de Imunologia, contamos com a colaboração de dois especialistas da área, a Professora Doutora Symone Fulgêncio Lima e o Professor Doutor Paulo Eduardo Alencar de Souza, para uma análise crítica do conteúdo e da forma de abordagem do paradidático.

Ressalta-se que suas opiniões e considerações foram levadas em conta, as quais auxiliaram para que não houvesse qualquer erro conceitual. É preciso destacar que os referidos especialistas consideraram extremamente importante a elaboração deste recurso didático para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Imunologia, uma vez que eles lecionam tal disciplina na graduação de vários cursos da Pucminas, e concordam que os alunos chegam a esta disciplina com uma defasagem nesse conteúdo.

Aproveitamos o momento para mais uma vez agradecermos pelas importantes contribuições dos especialistas, as quais destacamos como fundamentais para pudesse-mos elaborar o paradidático com maior qualidade e rigor científicos.

Como elaboramos um paradidático referente ao sistema imunológico acreditamos ser importante haver neste trabalho uma revisão sobre este conteúdo para servir como fonte de consulta. Os livros que utilizamos como referencia foram os mesmos que utilizamos ao escrever o paradidático.

## **4.3 SISTEMA IMUNOLÓGICO**

O sistema imunológico é o conjunto de moléculas, células, tecidos e órgãos, que juntos, funcionam para proporcionar proteção contra organismos estranhos. A função deste sistema é de defesa contra microorganismos patogênicos, mas até substâncias não infecciosas podem desencadear uma resposta deste sistema.

Substâncias estranhas ao organismo são denominadas antígenos e um microorganismo possui diversos tipos de antígenos diferentes.

As células sistema imune originam-se na medula óssea a partir das células tronco hematopoiéticas, e neste mesmo local, muitas delas também amadurecem. Estas células, denominada leucócitos ou células brancas, passam então a circular pelos tecidos, no sangue e no sistema linfático a fim de patrulhar todo o organismo.

Os tecidos do sistema imunológicos são divididos em órgãos linfóides geradores ou primários, onde as células deste sistema amadurecem, e órgãos linfóides periféricos ou secundários, nos quais são iniciadas as respostas imunes adaptativas.

## ÓRGÃOS LINFÓIDES GERADORES

**Medula óssea:** responsável pela geração de todas as células sanguíneas. Responsável pelo amadurecimento de linfócitos B.

**Timo:** órgãos responsável pela maturação dos linfócito T.

## ÓRGÃOS LINFÓIDES PERIFÉRICOS

**Linfonodos:** os antígenos são transportados para estes locais pelos vasos linfáticos, concentrando antígenos nestes locais, otimizando a resposta imune adquirida.

**Baço:** mesma função dos linfonodos, mas recebe antígenos vindo do sangue e não da linfa.

**Sistema linfóide cutâneo e mucoso:** localizados no epitélio da pele e nos tratos gastrointestinais e respiratórios, respectivamente. Como exemplo, temos as amídalas, na faringe e as placas de Peyer, no intestino. São responsáveis pela resposta imune aos antígenos que conseguiram penetrar nos epitélios.

## TIPOS DE RESPOSTA IMUNE

Existe dois tipos de resposta imune, a inata, que é responsável pela proteção inicial contra qualquer agente estranho, sendo inespecífica, bloqueando a entrada de microorganismos e também eliminando-os caso consigam entrar, é a imunidade que



esta sempre presente no indivíduo. A outra resposta é denominada adquirida, é responsável pela defesa mais tardia e é específica a um determinado agente estranho.

Para evitar a entrada de agentes estranhos, o organismo possui barreiras para impedir esta entrada. Estas barreiras são conhecidas como barreiras epiteliais. A pele, o trato gastrointestinal e o trato respiratório são as portas de entradas freqüentes de microorganismos, por isso, essas portas de entradas são revestidas por um epitélio contínuo que impede a penetração do microorganismo no tecido. Além disso, as células epiteliais secretam muco, enzimas e outras substâncias que atuam combatendo a entrada desses microorganismos.

Caso o microorganismo consiga penetrar no tecido, vencendo alguma dessas barreiras, iniciará a resposta imune inata.

### **Resposta imune inata**

As principais células deste sistema e suas principais funções são descritas abaixo:

**Monócitos** – são células que ficam nos vasos sanguíneos, quando passam para os tecidos são denominados **macrófagos**. Suas principais funções são a fagocitose e a apresentação de antígenos.

**Células dendríticas** – capturam os antígenos nos locais periféricos por fagocitose, circulam até os linfonodos e apresenta tais antígenos aos linfócitos T.

**Neutrófilos** – tem como principal função fagocitose.

**Eosinófilos** – participa das reações alérgicas e na defesa contra parasitas.

**Basófilos** – participa das reações alérgicas e na defesa contra parasitas.

**Mastócitos** – são importantes em respostas alérgicas e deflagram resposta inflamatória local pela liberação de substâncias vasoativas.

**Células Naturais Killer (NK)** – reconhecem células anormais ou infectadas, destruindo-as e secretando substâncias inflamatórias.

Quando o microorganismo invade um tecido, logo é reconhecido por macrófagos, que iniciam então a resposta imune. Estas células reconhecem moléculas do microorganismo através das quais se aderem ao mesmo para fagocitá-lo. O microorganismo fica em uma bolsa que recebe o nome de fagossomo. Esta

bolsa se une ao lisossomo, que contém enzimas digestivas, para que a digestão aconteça. Essa segunda bolsa recebe o nome de vacúolo digestivo. Este processo geralmente destrói o microorganismo. Além disso, esta célula libera citocinas e quimiocinas, que são mensageiros químicos que criam um estado de inflamação no local e atraem neutrófilos e macrófagos para o local da infecção, respectivamente. Os macrófagos sobrevivem após a fagocitose, enquanto que os neutrófilos são mais eficazes na destruição dos patógenos fagocitados, mas não sobrevivem ao processo. Quando morrem, se acumulam no local da infecção, produzindo o pus. Quando o microorganismo é um vírus e está dentro da célula, os macrófagos e neutrófilos não conseguem reconhecer esta célula infectada. A célula responsável pela resposta neste caso são as células NK, que também reconhecem células anormais, como por exemplo, os cânceres. Estas células possuem grânulos, ricos em proteínas, principalmente granzimas e perforinas, que são liberadas na célula infectada. A perforina forma poros na célula infectada, enquanto a granzima age de forma a induzir a célula infectada sofrer apoptose levando à consequente morte do vírus. Além disso, as células NK também podem potencializar os macrófagos, quando estes, estimulam as células NK.

A inflamação é uma resposta imune a qualquer antígeno, enquanto a infecção é o processo de inflamação causado por um microorganismo.

A inflamação é definida pela dor, rubor, calor e edema, refletindo os efeitos das citocinas e outros mediadores inflamatórios sobre os vasos sanguíneos. A permeabilidade aumentada e a vasodilatação dos vasos sanguíneos, durante o processo de inflamação, aumentam o fluxo de sangue local e ocorre o vazamento de fluidos, sendo responsável pelo calor, pelo edema e pela vermelhidão. A dor é consequência da migração de células para o tecido e suas ações locais. Mais tarde, os linfócitos podem participar da inflamação, sendo ativados pelo antígeno que foi drenado do local da infecção via vasos linfáticos para os linfonodos. Para ativar os linfócitos, o antígeno tem que ser apresentado por um tipo especial de célula denominado célula apresentadora de antígenos. As principais células apresentadoras de antígenos são as células dendríticas. Os macrófagos também são célula apresentadoras de antígenos.

As células dendríticas residem na maioria dos tecidos, e quando encontram um patógeno, também fagocita-o, e se encaminha para o linfonodo mais próximo. Esta célula ativada, sofre mudanças que permite que ela ative os linfócitos

específicos para aquele antígeno. Além disso, secretam também citocinas que influenciam na resposta imune inata e na adaptativa, que veremos a seguir.

### **Resposta imune adaptativa**

Os linfócitos são as principais células envolvidas nesta resposta. Existem 2 tipos de linfócitos, são eles:

Linfócitos T: são subdivididos em linfócitos T citotóxicos e Linfócitos T auxiliares.

Linfócitos B: após ativados diferenciam-se em plasmócitos.

Cada linfócito é portador de um receptor de especificidade única. Somente os linfócitos T que encontrarem um antígeno específico para o seu receptor, sendo apresentado por uma célula apresentadora de antígeno, serão ativados para proliferar e se diferenciar em células efetoras, enquanto os linfócitos B são ativados diretamente pelos antígenos.

Após a célula apresentadora de antígeno ativar o linfócito T, este aumenta de tamanho, e começa a se dividir, ao final de 5 dias, este linfócito deu origem a cerca de 1000 células filhas de idêntica especificidade. Após a proliferação, estas células se diferenciam em células efetoras. Cada célula efetora – linfócito T auxiliar e linfócito T citotóxico - age de forma diferenciada. Dentro da resposta imune adaptativa, encontramos a resposta imune celular, em que participam desta reação os dois tipos de linfócitos e a resposta imune humoral, que ocorre com a participação de anticorpos produzidos pelos plasmócitos.

### **RESPOSTA IMUNE CELULAR**

Como já vimos participam desta resposta os linfócitos T citotóxicos e os auxiliares.

A ação dos linfócitos T citotóxicos efetores é mais direta. Estas células reconhecem células invadidas por vírus, que passaram a expressar antígenos dos vírus na superfície celular. Para destruir a células infectada pelo vírus, estas células agem da mesma forma que as células NK, liberando granzimas e perforinas.

Já os linfócitos T auxiliares efetores produzem proteínas denominadas interleucinas, que são citocinas liberadas por linfócitos, com a função de potencializar neutrófilos, macrófagos, células B e células T citotóxicas, sendo que as

duas últimas precisam estar ligadas também ao antígeno. quando linfócitos T auxiliares potencializam os neutrófilos e macrófagos, permite que estes fagocitem e destruam os microorganismos extracelulares, enquanto que os microorganismo intracelulares são destruídos pelos linfócitos T citotóxicos que também foram potencializados. As células B ao serem potencializadas, agiram de diferentes formas como veremos na resposta imune humoral, e os linfócitos T auxiliares por potencializar este tipo celular também participa desta resposta.

## RESPOSTA IMUNE HUMORAL

Os anticorpos, também denominados imunoglobulinas, estão presentes na membrana dos linfócitos B e também livres nas secreções do corpo. Após a ativação, proliferação e diferenciação dos linfócitos B em plasmócitos, estes secretam os anticorpos que agem de diversas formas. Os anticorpos que são secretados possuem a mesma especificidade que os anticorpos que estão presentes na membrana do linfócito B que identificou a presença do antígeno para iniciar a resposta.

A maneira mais simples de ação dos anticorpos é sua ligação direta com o patógeno ou seus produtos tóxicos, bloqueando suas funções e não permitindo a instalação de uma infecção. Este processo é conhecido como neutralização e permite aos fagócitos ingerir e destruir este complexo antígeno-anticorpo.

A outra forma de ação dos anticorpos é a de ativar um sistema de proteínas plasmáticas conhecido como complemento. Este sistema também pode ser ativado na ausência de anticorpos. O complemento é formado por uma grande quantidade de proteínas plasmáticas que atuam de forma dependente entre si. Uma ativando a outra, fato conhecido como cascata do complemento, amplificando o processo. Agem de 3 formas distintas:

- g) Abrindo poros na parede celular do patógeno levando a lise celular.
- h) Algumas proteínas do complemento são capazes de aumentar a permeabilidade vascular, facilitando a chegada de células ao local da infecção.
- i) Revestem a superfície dos patógenos, permitindo que os fagócitos eliminam os patógenos, como no caso da neutralização dos anticorpos. .

O sistema de complemento tem esse nome porque complementa a ação dos anticorpos. Estas proteínas participam tanto da resposta imune inata, quanto da resposta imune adaptativa.

### **Memória Imunológica**

A resposta à primeira exposição ao antígeno mediada por linfócitos é denominada resposta imune primária. Encontros subsequentes com o mesmo antígeno leva a uma resposta imune secundária, que é realizada por linfócitos de memória. Estas células de memória se originam quando os linfócitos ativados se proliferam e algumas destas células se diferenciam em células de memória. As células de memória irão persistir no corpo por vários anos, enquanto que os outros linfócitos após terminarem as respostas imunes sofrem apoptose. Em um encontro subsequente com o mesmo antígeno, as células de memória responderão de forma mais rápida e eficaz, evitando que a infecção se instale no organismo, proporcionando desta forma uma imunidade protetora duradoura.

A memória imunológica é importante para combater infecções persistentes e recorrentes, uma vez que a cada encontro com o mesmo antígeno, gera mais células de memória e ainda ativa as células de memória já existente. É por esta razão que as vacinas conferem proteção duradoura contra as infecções.

### **VACINAS e SORO**

As vacinas estimulam a resposta do sistema imunológico adquirido da mesma forma que os patógenos, por possuírem antígenos não patogênicos do microorganismo em que se deseja ficar imune. Na indução (exposição inicial) o antígeno é fagocitado por células dendríticas e encaminhado para o linfonodo mais próximo. Além disso, é necessário que o sistema imune inato estimule também estas células dendríticas, e para desencadear uma resposta imune inata, as vacinas podem ser feitas de organismos vivos atenuados, ou mesmo mortos. Outra estratégia utilizada é a adição de um adjuvante, como sais de alumínio, que causa uma leve reação inflamatória, ativando então o sistema imune inato.

A vacinação inicial induz a produção de pequenas quantidades de células de memória, sendo geralmente necessário doses de reforço, que levam a produção de grandes quantidades de células de memória.

A vacina é conhecida como imunização ativa, por ativar o sistema imunológico do organismo. Temos a imunização passiva, onde ocorre a transferência de anticorpos específicos, esse tipo de imunização é de vida curta porque o organismo que recebe estes anticorpos não responde a imunização e a proteção dura apenas o tempo de vida destes anticorpos. Além disso, não induz a produção de células de memória. Este tipo de imunização é também conhecido como soro, e é utilizado em situações clínicas onde é necessário o tratamento rápido de doenças potencialmente fatais causadas por toxinas, como exemplos temos o tétano, a raiva e a hepatite. Em mordidas de cobras venenosas também é indicado o uso do soro.

## **5. EXPERIMENTAÇÃO: UTILIZAÇÃO DO PARADIDÁTICO EM SALA DE AULA.**

Para aferirmos a efetividade da utilização do paradidático produzido e sua aprovação no ensino de Biologia, o mesmo foi adotado como recurso didático. Deve ser destacado que, quando se utilizam recursos didáticos diferentes daqueles normalmente usados na aula tradicional, é imprescindível uma adequação metodológica por parte do professor. Assim sendo, a metodologia apresentada a seguir mostra, justamente, essa adequação.

Para contextualizar nossas discussões, informa-se que o trabalho foi desenvolvido na escola particular Abgar Renault, localizada no bairro Glória, em Belo Horizonte, em duas turmas do segundo ano do ensino médio. A pesquisa em sala de aula teve como tema o Sistema Imunológico, que é o assunto do paradidático que foi utilizado. Em uma turma, **segundo ano A**, com 19 alunos, foi utilizado o livro paradidático. Já na outra turma, **segundo ano B**, com 31 alunos, os mesmos não tiveram contato com o paradidático. As duas turmas apresentam a mesma média de idade, 16 anos, e as aulas foram ministradas pela própria autora deste trabalho nas duas turmas. Detalhamos então a metodologia utilizada nas duas turmas:

### **Turma segundo ano A**

Em todas as aulas o paradidático foi distribuído pela professora no início da aula e recolhido no final, para evitar que a turma segundo ano B entrasse em contato com este recurso.

**1º Aula:** leitura individual do paradidático em sala de aula.

**2º Aula:** debate com os alunos sobre o que foi abordado no paradidático, como as funções das células do sistema imunológico e como elas reagem na resposta imune inata e resposta imune específica.

**3º Aula:** os alunos responderam as questões presentes no final do paradidático.

**4º Aula:** correção das questões presentes no paradidático.

**5º Aula:** os alunos responderam ao questionário referente ao Sistema Imunológico (Apêndice A), contendo questões diferentes daquelas encontradas no paradidático, sem consultar este recurso.

**6º Aula:** os alunos responderam ao questionário referente a aspectos da metodologia utilizada (Apêndice B).

### **Na turma segundo B**

**1º Aula:** Aula expositiva utilizando o livro didático “Biologia” César, Sasso e Caldini (2010) sobre os seguintes tópicos:

- j) Função da medula óssea: apresentação no quadro do esquema das células originadas a partir da medula óssea. O livro apresenta o mesmo esquema.
- k) Funções das células originadas a partir da medula óssea: esquema resumo apresentado no quadro das funções celulares.
- l) Barreiras mecânicas, microbiológicas e químicas: explicação dos tipos de barreiras existentes para evitar a entrada dos microorganismos.
- m) Resposta imune inata: apresentação no quadro dos processos envolvidos nesta resposta.

**2º Aula:** continuação da aula expositiva:

- Relação entre a resposta imune inata e específica: explicação oral da relação entre os dois tipos de resposta. A apresentação de antígenos.
- Resposta imune específica: apresentação no quadro dos processos envolvidos nesta resposta.
- Esquema no quadro da proliferação e diferenciação dos linfócitos T e B.
- Células de memória: esquema com a formação de células de memória.
- Relação de células de memória e vacina. Explicação oral do funcionamento e da especificidade das vacinas.
- Soros: explicação oral sobre funcionamento e utilização dos soros.

**3º Aula:** os alunos responderam as mesmas questões presentes no final do paradidático utilizado na turma A, mas sem entrar em contato com este livro. As questões foram colocadas em uma folha a parte.

**4º Aula:** correção dos exercícios.



**5º Aula:** os alunos responderam ao questionário referente ao Sistema Imunológico (Apêndice A).

## **6. APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADOS AS ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Faremos, agora, a análise dos dados obtidos através dos questionários, por meio da utilização dos métodos quantitativo e qualitativo.

A título de esclarecimento, no primeiro momento, serão apresentados os resultados do questionário referente ao conteúdo sistema imune, cujas perguntas foram respondidas pelas duas turmas. Em seguida, a análise é feita considerando as respostas obtidas no questionário sobre o uso do livro paradidático no ensino de Biologia. Lembramos, finalmente, que a turma segundo ano A foi a que utilizou o paradidático. Portanto a turma segundo ano B não entrou em contato com este recurso.

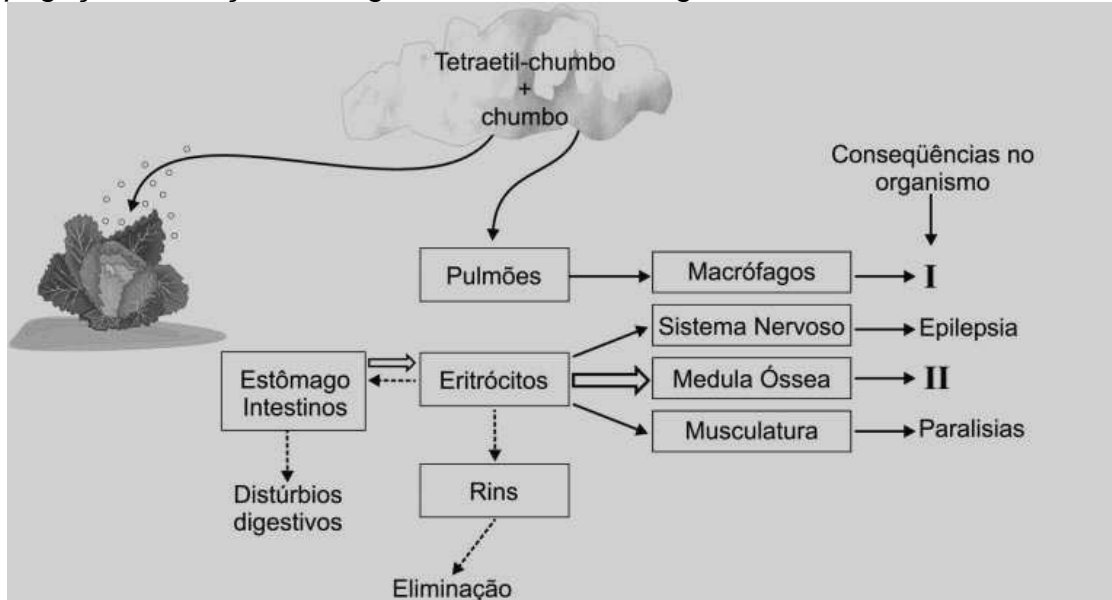
### **O QUESTIONÁRIO SOBRE O CONTEÚDO SISTEMA IMUNE**

O questionário referente ao conteúdo sistema imune apresenta 2 questões abertas e 10 fechadas, todas obtidas de concursos que concediam ingresso em universidades. Esta iniciativa tem como objetivo justificar o paradidático também como fonte de consulta para o estudo em concursos.

Nas duas primeiras questões, por serem discursivas, a análise se dará com a utilização de gráficos e de algumas respostas dadas pelos alunos. É oportuno explicar que, para uma melhor compreensão, os gráficos são apresentados com resultados em porcentagem, uma vez que a quantidade de alunos, nas duas turmas, é diferente, uma com 19 e outra com 31. Ressalta-se, também, que, nas questões discursivas não respondidas pelos alunos, estará escrito “EM BRANCO”.

### Questão 1

1. UFMG (2007) Algumas indústrias de papel poluem o ambiente com chumbo. Analise esta figura, em que estão indicadas as possibilidades de absorção, propagação e atuação fisiológica do chumbo no organismo humano:



Considerando as informações dessa figura e outros conhecimentos sobre o assunto, CITE a função de macrófagos e a da medula óssea no organismo humano e, também, uma provável Consequência do efeito do chumbo nas células afetadas em cada uma dessas duas situações.

Função de macrófagos: \_\_\_\_\_

Consequência I: \_\_\_\_\_

Função da medula óssea: \_\_\_\_\_

Consequência II: \_\_\_\_\_

Na questão 1, os conceitos trabalhados relacionam-se aos macrófagos e à medula óssea, além de refletir sobre possíveis consequências quando ocorre algum problema com estes componentes. Neste sentido, bastava que respondessem da seguinte forma ou mesmo abordando os conceitos abaixo:

*Função dos macrófagos: fagocitar.*

*Consequência I: resposta imune inata prejudicada.*

*Função da medula óssea: produzir células do sangue.*

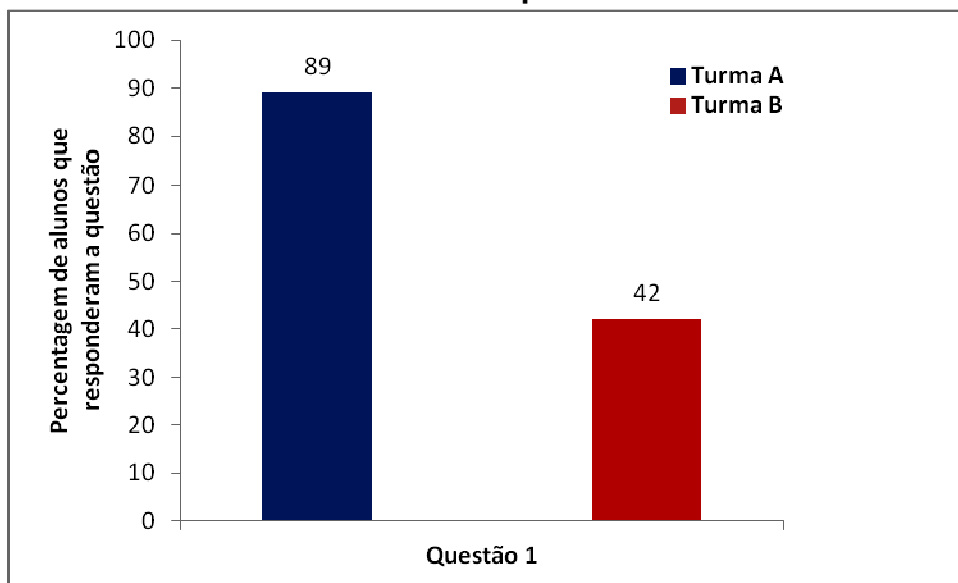
*Consequência II: diminuir a quantidade de células do sangue prejudicando a defesa do corpo, transporte de gases e coagulação sanguínea.*

Na turma segundo ano A, 89% responderam a questão, sendo que 11% deste total acertaram a questão por completo e o restante errou pelo menos uma pergunta. Apenas 11% dos alunos deixaram a questão em branco.

Na turma segundo ano B, apenas 42% dos alunos responderam a questão e nenhum destes conseguiu acertar a questão por completo.

O gráfico 1, exibido abaixo, apresenta a quantidade de alunos que responderam a questão.

**Gráfico 1 – Representação gráfica comparativa das turmas de segundo ano A e B referente à questão 1.**



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Para compreendermos melhor a comparação dos resultados, destacamos, então, as respostas concedidas por alguns alunos das duas turmas para esta questão:

#### **Turma segundo ano A**

n) Aluna 1

Função de macrófagos: *combater os antígenos e participar dos processos relacionados a citocinas e quimiocinas.*

Consequência I: *não ajudaria nas inflamações e não conseguiria combater o antígeno.*

Função da medula óssea: *produzir linhagem mielóide e linfócito T e B.*

Consequência II: *organismo com baixa imunidade.*

o) Aluna 2

Função de macrófagos: *fagocitar elementos estranhos.*

Consequência I: *pessoa propicia a ter mais doenças.*

Função da medula óssea: *produzir células tronco hematopoiéticas*

Consequência II: *fica sem células de reposição.*

p) Aluna 3

Função de macrófagos: *fagocitar e apresentar resíduos de antígenos na membrana plasmática estimulando linfócitos T.*

Consequência I: *diminui a defesa contra inflamações.*

Função da medula óssea: *Produzir células imunes.*

Consequência II: EM BRANCO.

### **Turma segundo ano B**

q) Aluna 1

Função de macrófagos: *fagocitar elementos estranhos.*

Consequência I: EM BRANCO

Função da medula óssea: *produzir células do sangue.*

Consequência II: *diminuição das células sanguíneas.*

r) Aluno 2

Função de macrófagos: *fagocitar elementos estranhos.*

Consequência I: EM BRANCO

Função da medula óssea: *produzir células sanguíneas.*

Consequência II: EM BRANCO

s) Aluno 3

Função de macrófagos: *tentar inibir o antígeno através da fagocitose.*

Consequência I: EM BRANCO

Função da medula óssea: *produzir glóbulos vermelhos.*

Consequência II: EM BRANCO

Confrontando as respostas dadas pelos alunos das duas turmas, podemos destacar que aquelas dos alunos da turma A que não estavam completamente corretas, ainda assim apresentavam respostas com maior clareza e melhor conceituação científica em relação à turma B, cujos alunos apresentaram respostas reduzidas e superficiais.

Importante considerar, também, a quantidade de respostas EM BRANCO apresentadas pela turma B, quando se faz referência às consequências da deficiência dos componentes macrófagos e medula óssea. Isso demonstra que, mesmo sabendo a função do componente, o aluno não consegue contextualizar e apresentar a consequência da falta deste componente. Em face dessa circunstância, acreditamos que estes alunos não obtiveram uma aprendizagem efetiva, uma vez que não foram capazes de relacionar tais conceitos, ou seja, não conseguiu aplicar o conhecimento. Além disso, ressalta-se que 58% dos alunos da turma B, sequer tentaram responder a esta questão, ao passo que, na turma A, apenas 11% não o fizeram.

## Questão 2

2. UFMG (2006-adaptada) Sabe-se que o cortisol -hormônio corticosteróide produzido pela glândula supra-renal- suprime o sistema imunológico, diminuindo a atividade de linfócitos e neutrófilos.

**RESPONDA** qual é a implicação de tal ação do cortisol para a saúde humana.

---

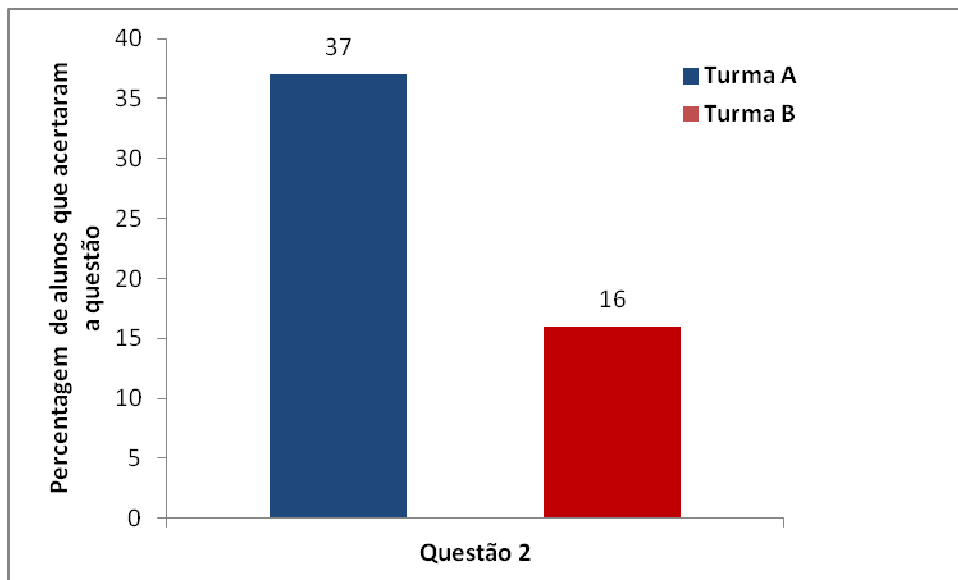
Nesta questão, os conceitos trabalhados envolvem as funções de linfócitos e neutrófilos, especialmente as consequências, para a saúde humana, da diminuição da atividade destas células. Uma resposta correta e exemplar para esta questão seria:

*Prejudica a resposta imune específica e a resposta imune inata.*

Na turma segundo ano A, 37% dos alunos responderam à questão corretamente; 2% erraram e 61% não responderam. Na turma segundo ano B, 16% acertaram, 4% responderam equivocadamente e 80% deixaram a questão em branco.

O gráfico 2 representa a quantidade de respostas corretas das duas turmas.

**Gráfico 2 – Representação gráfica comparativa das turmas de segundo ano A e B referente à questão 2.**



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Assim sendo, novamente, os alunos da turma A, em comparação com os da turma B, responderam à questão com maior clareza e melhor conceituação científica. Importante destacar que, nesta questão, as duas turmas alcançaram uma porcentagem muito alta de respostas em branco, mas, mesmo assim, a quantidade deste tipo de resposta da turma B é consideravelmente maior. Então, entendemos que esta grande quantidade de respostas em branco seja consequência da dificuldade de interpretação de questões elaboradas com um grau de exigência maior. Haja vista que, nesta questão, diferente da primeira, não há uma pergunta direta referente à função de um componente do sistema imune. Desse modo, o aluno teria de relacionar a ação de um hormônio com o sistema imune.

Apresentamos, agora, as respostas de alguns alunos das duas turmas.

### **Turma segundo A**

t) Aluna 1

*Imunidade fica comprometida, porque são duas células que participam da resposta imune.*

u) Aluno 2

*Pode diminuir as defesas do corpo, comprometendo a resposta imune inata (neutrófilos) e específica (linfócitos).*

v) Aluna 3

*Linfócito T diminuiria a capacidade de reconhecer antígenos e linfócitos B a capacidade de produzir anticorpos. Prejudicaria a defesa inata por causa dos neutrófilos.*

### **Turma segundo B**

w) Aluna 1

*Reduz a capacidade do sistema imune.*

x) Aluno 2

*Pode deixar as pessoas mais susceptíveis a doenças.*

y) Aluna 3

*Prejudica o sistema imune.*

Comparando as duas turmas, verifica-se que a A apresentou uma quantidade bem maior de respostas corretas, as quais ainda foram mais elaboradas e com maior riqueza de detalhes.

Tendo em vista as duas questões até aqui analisadas, chegamos ao entendimento de que, através delas, sobretudo por se tratarem de questões discursivas, os alunos da turma A obtiveram um rendimento muito superior aos dos alunos da turma B. Apesar disso, observamos, em geral, que grande parte dos

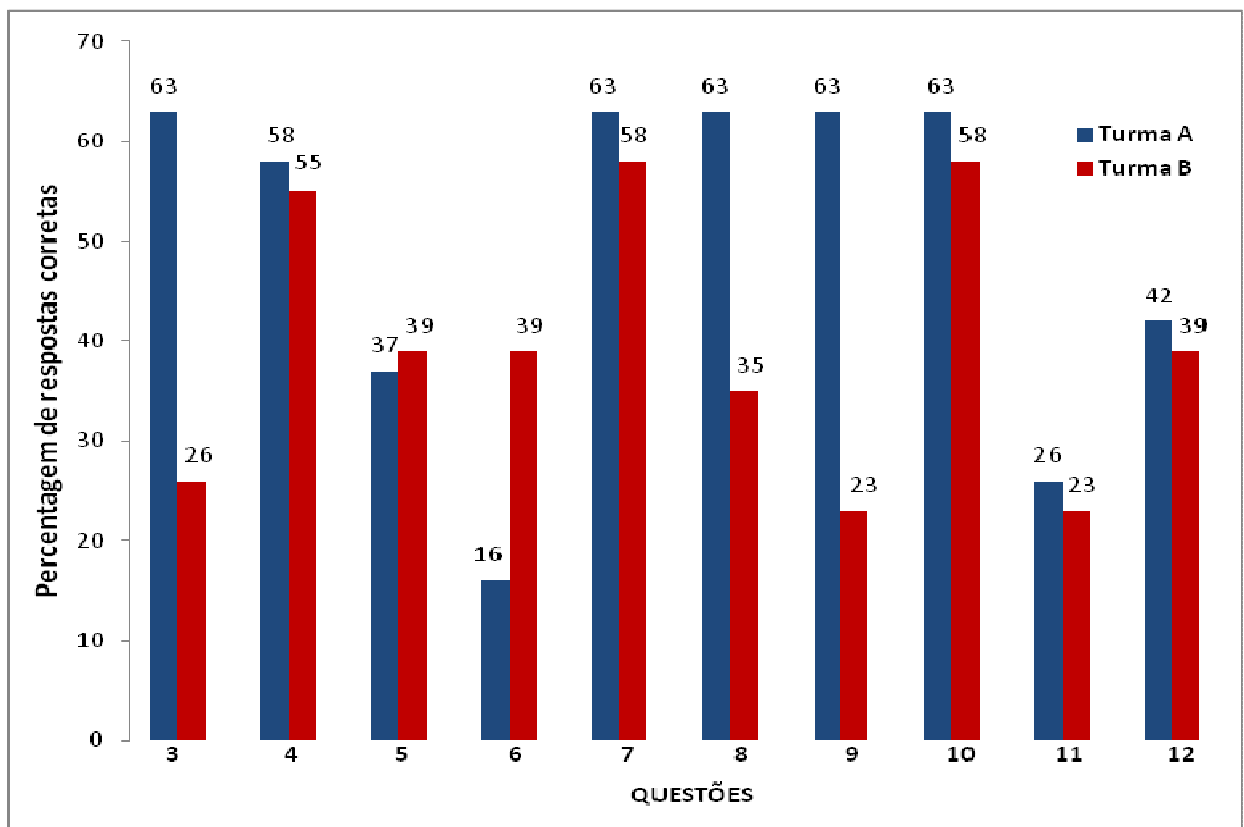


alunos apresenta muita dificuldade com questões discursivas e que contextualizam, principalmente quando se leva em consideração o número de respostas em branco para essas duas questões.

### QUESTÕES 3 a 12

Para as questões de 3 a 12, que são de múltipla escolha, é apresentado o gráfico 3, que representa a quantidade de respostas corretas, sempre comparando as duas turmas.

**Gráfico 3 – Representação gráfica comparativa das turmas de segundo ano A e B, referente às questões de múltipla escolha 3 a 12.**

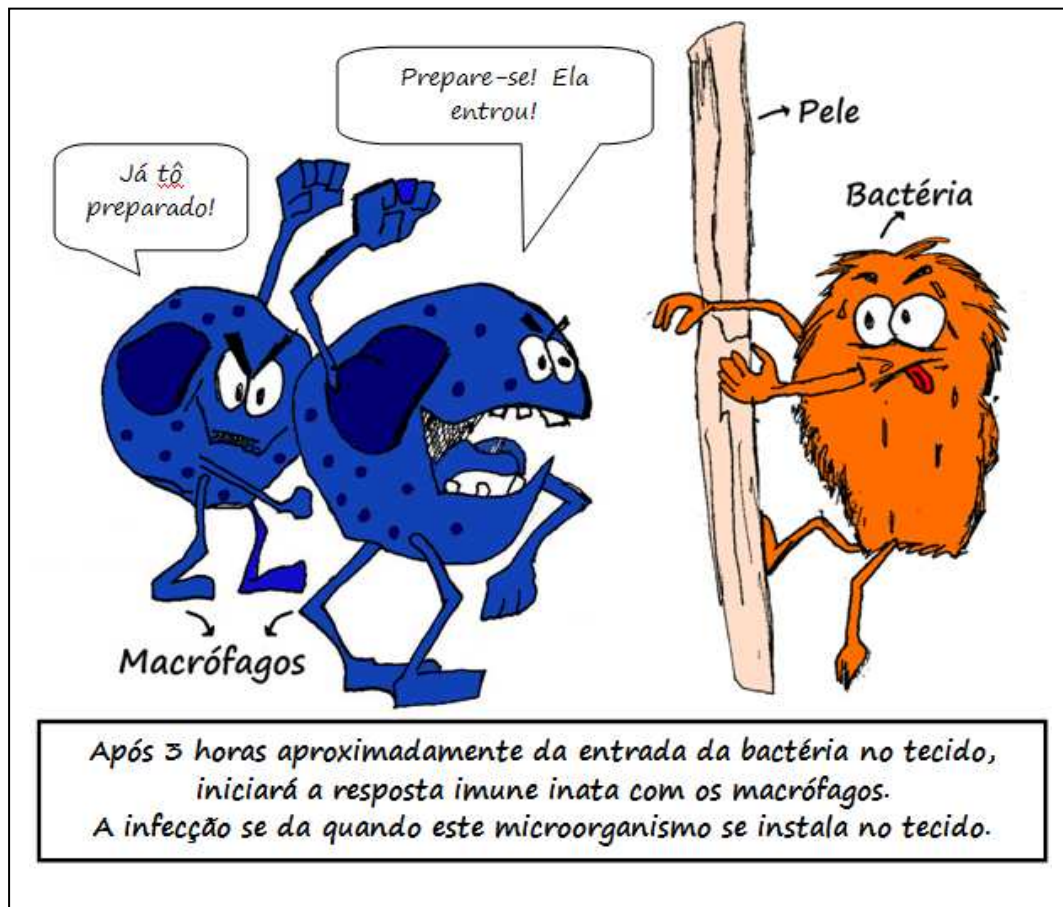


Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Na turma segundo A, das 10 perguntas fechadas relacionadas ao conteúdo, apenas duas questões, as de números 5 e 6, obtiveram resultados inferiores, quando comparados aos da turma segundo B, sendo que a questão de número 5 apresentou uma diferença pequena.

Em sequência, analisamos a questão 6 com vistas à verificarmos de onde estaria a dificuldade para responder esta questão utilizando, com fonte de estudo, o paradidático. Então, observamos que a resposta correta seria “Fagócitos – previnem a entrada de patógenos e substâncias estranhas”. Esta questão solicita para marcar a questão errada. Verificamos no paradidático, que na página 14 apresentava o esquema abaixo.

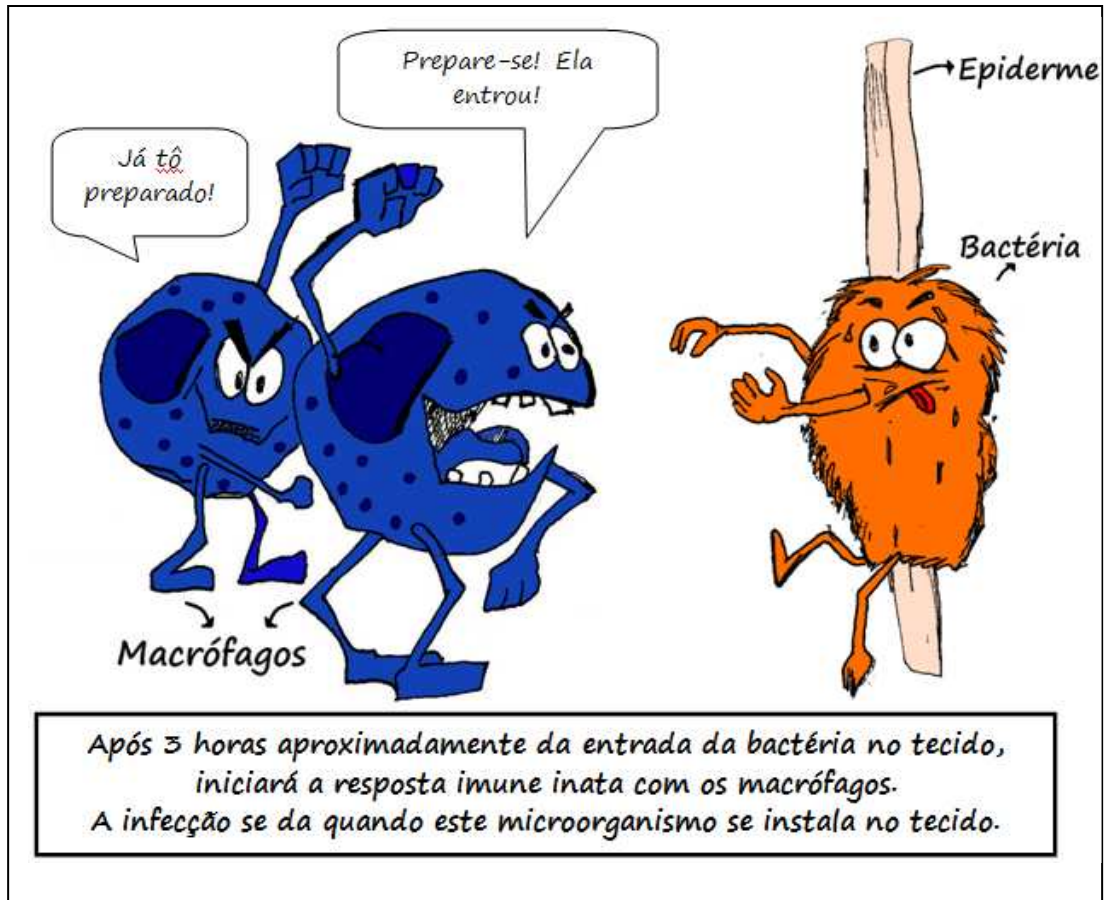
**Figura 16 – Esquema da página 14, antes da correção.**



Fonte: Lopes e Amaral, 211, p. 14

Acreditamos então, que os alunos possam ter confundido, pois neste esquema, os macrófagos estão na parte de entrada, próximos a pele, e a bactéria está tentando entrar, com isso, os alunos podem ter pensado que os macrófagos previnem a entrada. Para tentarmos corrigir então este esquema no paradidático, modificamos a posição da bactéria, como vemos no esquema a seguir.

**Figura 17 – Esquema da página 14 após a correção.**



Fonte: Lopes e Amaral, 211, p. 14

A partir dos resultados obtidos nas questões 3, 8 e 9, constatamos que os alunos da turma A, conseguiram assimilar melhor o conteúdo, uma vez que foram capazes de responder, corretamente, a uma maior quantidade de questões, o que, aliás, pode ser um reflexo da metodologia utilizada nesta turma, pautada no uso do paradidático. Mesmo porque, segundo Mayer (2005a, p. 31), “mensagens instrucionais multimídia que são elaboradas com base no mecanismo de como a mente humana trabalha são mais prováveis de levar a um aprendizado significativo[...]”.

Lembra-se, ainda, que a turma segundo A respondeu, também, ao questionário referente ao uso do livro paradidático no ensino de Biologia, que tinha por objetivo levantar as impressões dos alunos sobre o trabalho desenvolvido.

## **O QUESTIONÁRIO SOBRE AO USO DO LIVRO PARADIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA**

O questionário referente ao uso do livro paradidático no ensino de Biologia apresenta 4 questões, objetivando conhecer a opinião dos alunos em relação ao paradidático e a metodologia empregada.

Para o tratamento dos dados, utilizamos a técnica de análise categorial, que segundo Bardin (1977, p. 153) “Funciona por operações de desmembramentos do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos.” De acordo com o mesmo autor, para classificar os elementos em categorias é necessário identificar o que eles têm em comum, permitindo seu agrupamento.

Nas 4 perguntas presentes neste questionário criamos categorias para as 3 primeiras e fizemos as análises pertinentes. Na última questão não foi necessário o uso da categorização e a análise foi feita utilizando diretamente as opiniões dos alunos.

## QUESTÃO I

I. A leitura do livro paradidático foi importante para você?

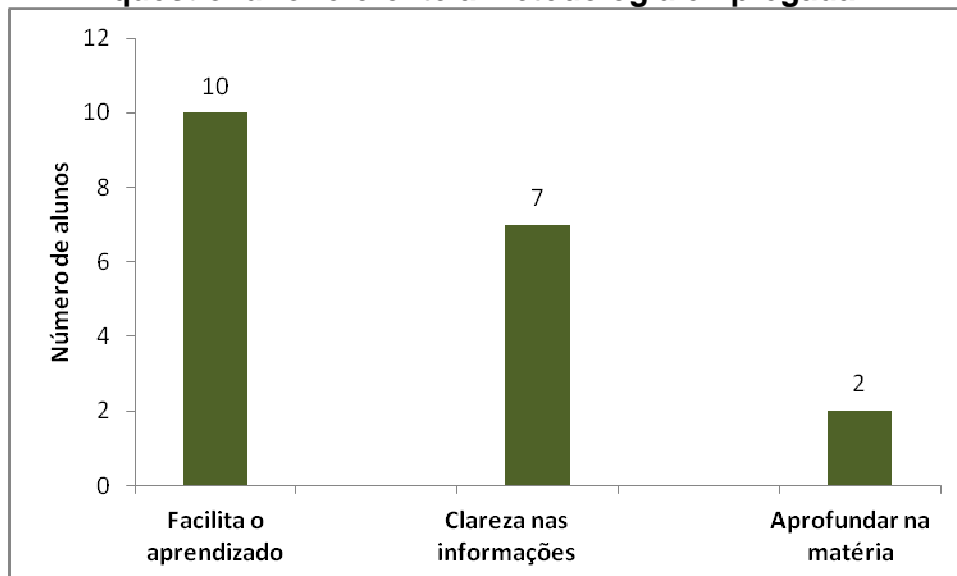
Sim ( )

Não ( )

Por quê? \_\_\_\_\_

A primeira pergunta é referente a importância do paradidático para o aluno, tendo este que justificar se foi ou não importante a sua leitura. Em face disso, todos os alunos responderam SIM e as justificativas foram agrupadas em 3 categorias, sendo elas: **Facilita o aprendizado**; **Clareza nas informações** e **Aprofundar a matéria** (Gráfico 4).

**Gráfico 4 – Representação gráfica da categorização da questão I do questionário referente à metodologia empregada.**



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Com relação a categoria **facilita o aprendizado**, agrupamos algumas respostas, dentre as quais são destacadas as seguintes: *“foi mais fácil de entender a matéria”* e *“porque ficou mais prático estudar”*. Na categoria **clareza nas informações**, foram incluídas respostas como: *“porque as informações do livro saíram mais claras”* e *“os conceitos são tratados de forma mais simples”*. Quanto à categoria **aprofundar a matéria**, consideramos respostas como: *“com o livro podemos nos aprofundar na matéria”* e *“aumenta o aprendizado sobre o corpo humano”*.

Através da análise do gráfico acima, pode-se perceber que, para os alunos, a utilização do paradidático otimizou o ensino de Biologia. Então, esses alunos, ao

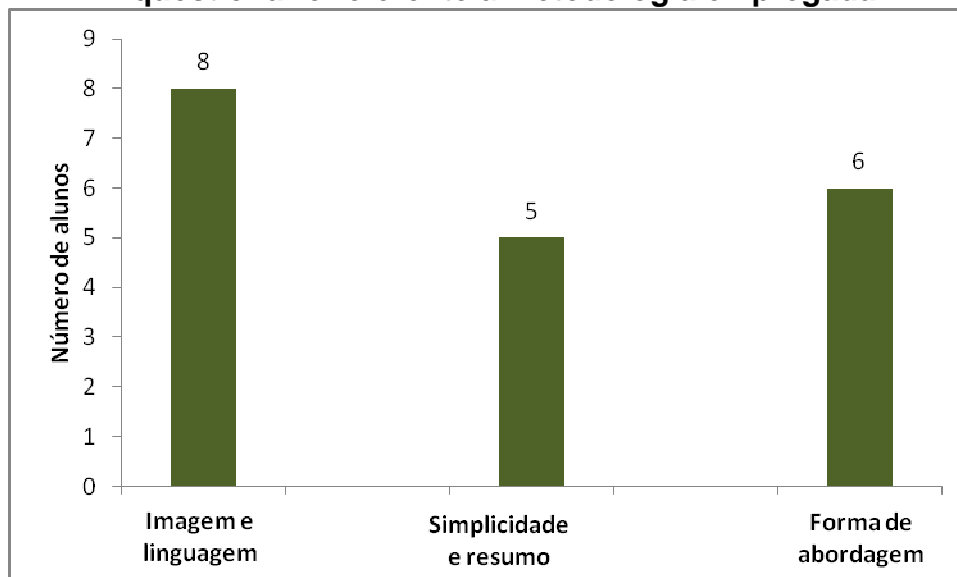
serem unânimes em responderem SIM a esta questão, juntamente com a nossa visão, concordam com Furlani (2005) quando afirmar que os livros paradidáticos cada vez mais são vistos como um apoio importante ao ensino regular.

## QUESTAO II

*II. De que maneira a leitura do livro contribuiu para o aprendizado dos conceitos abordados?*

As respostas foram organizadas em 3 categorias, as quais constam no próximo gráfico.

**Gráfico 5 – Representação gráfica da categorização da questão II do questionário referente à metodologia empregada.**



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

A seguir, são citadas as categorias e exemplos de respostas dos alunos para cada uma delas: **Imagem e linguagem** – “os desenhos junto com a explicação ajudaram no melhor entendimento da matéria” e “a linguagem usada junto com os desenhos ajudou muito”; **simplicidade e resumo** – “como estava resumido, conseguir entender mais” e “o livro explica a matéria de maneira mais simples e animada, melhor do que o livro didático”; **forma de abordagem** – “do modo como a matéria foi abordada, o aprendizado sempre é mais fácil” e “contribuiu para que fique mais fácil e animado o jeito de aprender”.

Desse modo, podemos observar que exatamente as características de um paradidático consideradas neste trabalho (aborda um único tema, de forma mais

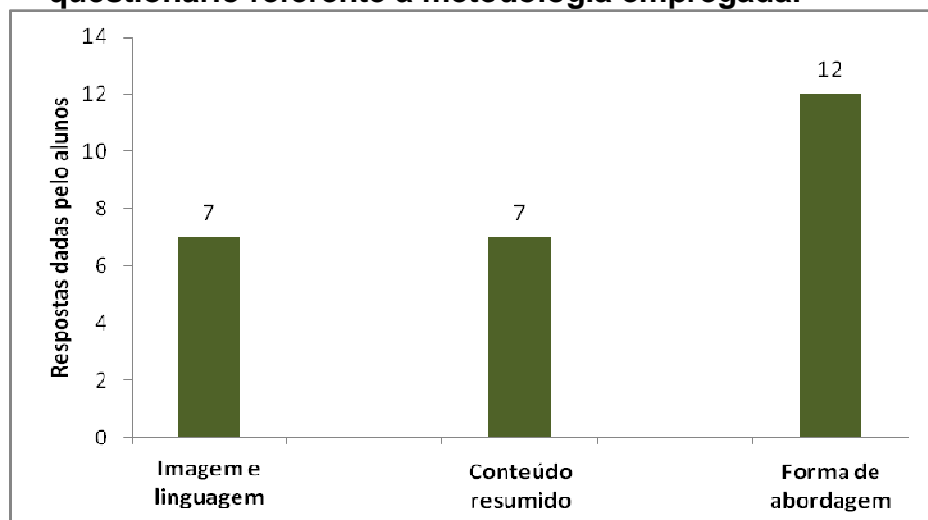
descontraída, informal e contextualizada) são citadas pelos alunos como aquelas importantes para o paradidático produzido possui para tornar este recurso uma ferramenta capaz de qualificar o processo de ensino-aprendizagem.

### QUESTÃO III

*III. Quais as possíveis vantagens que você percebeu no livro que leu em relação aos livros didáticos convencionais?*

Nesta questão, solicitamos aos alunos que opinassem sobre possíveis vantagens que ele possa ter percebido no paradidático em relação aos livros didáticos convencionais. Criamos 3 categorias para agrupar as repostas obtidas, sendo que as respostas somadas superam a quantidade de alunos que responderam ao questionário, pois algumas foram enquadradas em mais de uma categoria. São elas: **imagem e linguagem**; **conteúdo resumido** e **forma de abordagem** (gráfico 6).

**Gráfico 6 – Representação gráfica da categorização da questão III do questionário referente à metodologia empregada.**



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Apresentamos, agora algumas respostas dadas pelos alunos, as quais se enquadraram em uma ou mais categorias citadas acima, além de nossas considerações.

*“o livro abrange todo o assunto de forma direta”*

*“mais resumido, mais objetivo e mais ilustrações”*

*“porque vai direto ao assunto, não tem tantas palavras que não conheço e explica bem a matéria”*

*“os livros didáticos são mais complexos e o paradidático apresentou a matéria, porem de uma forma mais fácil”*

*“ele foge um pouco do didático com ilustrações mais animadas e explicações menos complexas”*

Interpretando estas respostas, concluímos que os alunos, fazendo uso de suas palavras, não aprovam quando um recurso tem sobrecarga cognitiva. Logo, isso demonstra a importância de termos utilizado os princípios TCAM para a elaboração do paradidático, atingindo, com isso, um recurso didático que possui as cargas cognitivas balanceadas.

*“a linguagem é mais fácil e o livro resumido”*

*“o livro tem uma linguagem mais simples e resumida e os desenhos são mais simples em relação aos livros didáticos convencionais”*

Nestas colocações, os alunos salientam a importância de uma linguagem mais coloquial, que os aproxime da leitura e, assim, não apresente tanta dificuldade nos significados das palavras e nas interpretações das frases. Então, utilizamos, de forma positiva, as características do paradidático para atingir tal estrutura.

*“pois ele é bem claro e objetivo e também parece que esta dentro de nós, conhecendo nossas duvidas”*

*“porque nele tem perguntas, ou seja, possíveis duvidas que você pode ter”*

A partir destas opiniões, é importante ressaltar que os alunos consideraram a abordagem do paradidático menos complexa, mais objetiva e de forma contextualizada. Assim sendo, concordamos com Lima (1997) quando informa que, por sermos seres biológicos, necessitamos de conhecer pelo menos o que somos e como estamos constituídos. Nessa direção, com a abordagem contextualizada, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, sendo esta iniciativa, segundo



Brasil (2000b, p. 82), “[...] é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo.”

Em resumo, acredita-se que as opiniões transcritas podem ser o reflexo de nossa proposta, pautada na TCC e nos princípios da TCAM para a elaboração do paradidático, fazendo com que este ficasse mais atrativo, interessante e de fácil leitura.

#### **QUESTÃO IV**

*IV. Qual a sua opinião em relação ao uso do livro paradidático na aula de Biologia?*

---

Na referida questão, foi solicitado aos alunos que opinassem sobre o uso do paradidático na aula de biologia. Não houve qualquer opinião contrária, como também não existiu posicionamento neutro. Portanto, em 100% das respostas, os alunos consideraram positiva a utilização desta metodologia, como pode ser visto nas transcrições abaixo:

*“foi muito importante, pois saiu da rotina e contribuiu muito para o meu aprendizado”*

*“bem melhor, pois nos ajuda a prender com facilidade e lembra da matéria de forma atrativa”*

*“deveria ser sempre usado, pois a matéria se tornou mais fácil”*

*“bem interessante, deixa a aula mais descontraída”*

*“tornou a aula um pouco mais dinâmica e atrativa”*

*“acho que todas as matérias deveriam adotar”*

*“foi de grande ajuda, pois o paradidático abordou muito bem os assuntos, com explicações diretas”*

*“eu gostei de usar o paradidático porque ele é mais simples e resumido, o que faz o aprendizado ser mais fácil, eficiente e rápido.”*

Interessante observar, que vários alunos acharam o paradidático mais resumido do que o L.D. e, ao compararmos o primeiro com os didáticos já citados neste trabalho, observamos que o paradidático aborda os mesmos temas e, mesmo em comparação a alguns livros, aborda os temas de forma mais completa. Com isso,

a forma de abordagem do paradidático, trabalhando com desenhos, com os assuntos separados em tópicos, tendo um diálogo com o leitor, criou uma falsa impressão de que este material fosse mais resumido. De certo, acreditamos que isto seja um ponto muito positivo, pois os alunos apontaram como uma boa característica do paradidático.

Outra consideração entendida como importante refere-se à aceitação, por parte dos alunos, de uma metodologia que extrapole a rotina das aulas tradicionais. A propósito, em seu trabalho, França (2009), conclui que a utilização de recursos didáticos torna-se indispensável quando um docente quer tornar suas aulas mais dinâmicas e atrativas. Em várias opiniões trazidas acima, observamos que os alunos gostam deste tipo de aula, sendo o paradidático uma das várias ferramentas que o professor pode utilizar para alcançar esse objetivo na sala de aula.

Diante dos resultados acima transcritos, e concordando com Mayer (2005d, p. 6) quando cita que “O que é necessário é uma base de pesquisa que compreenda como as pessoas aprendem através de palavras e figuras e em como desenvolver uma instrução multimídia que promova o aprendizado.”, chega-se à compreensão de que, ao utilizarmos os princípios da TCAM para a elaboração do paradidático, produto desta pesquisa, conseguimos resultados satisfatórios tanto na aprendizagem do conteúdo quanto na aceitação deste recurso didático e da metodologia utilizada por parte dos alunos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução dos métodos tradicionais de ensino é uma necessidade face às demandas sócio-culturais, ao desenvolvimento técnico e científico, bem como para aprimorar o processo ensino-aprendizagem. Estas mudanças envolvem não somente a oferta de novos conhecimentos, a releitura e reestruturação de conteúdos e práticas docentes, mas também a utilização de recursos didáticos que auxiliem nesta transformação didática pedagógica. Nesse sentido, o uso de diferenciados recursos é extremamente importante para que o aluno deixe a posição passiva no ensino e, definitivamente, transforme-se em agente ativo da sua aprendizagem. Para tanto, recursos didáticos, que estimulam atitudes dos sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, devem ser pesquisados e desenvolvidos a fim de que sejam utilizados no ensino de forma a otimizar a aquisição do conhecimento.

Tendo isso em vista, este estudo não se restringiu à análise de livros didáticos referendados pelo PNLEM, buscando falhas e incompletudes na abordagem de conteúdos de Imunologia e, assim, produzir um paradidático capaz, apenas, de completar e organizar linearmente estes conteúdos como uma unidade didática. Para além disso, e como fruto desta pesquisa de mestrado, procuramos um referencial teórico que pudesse servir de base para a elaboração de um material paradidático que, obedecendo a determinados princípios didático-pedagógicos, fosse estimulante e mais efetivo para o processo de ensino-aprendizagem.

Logo, o paradidático produzido enquadra-se em um tipo de recurso multimídia e, quando se trata desse tipo de recurso, é preciso que, ao ser elaborado, leve-se em conta princípios psico-pedagógicos organizacionais pré-estabelecidos considerados na TCC, pois, se este recurso oferecer uma quantidade enorme de informações e tiver um excesso de carga cognitiva, pode não favorecer em nada a aprendizagem. Então, para que isso não ocorra, deve estar de acordo com a capacidade cognitiva do aluno.

A propósito, faço questão de registrar que esta realidade foi vivenciada por mim, em minha prática docente como professora de Ciências e Biologia. Em virtude disso, procuro, ao máximo, diversificar e contextualizar minhas aulas, sempre com vistas a um ensino mais atrativo e motivador, que proporcione bons resultados. Em muitos casos, isto se confirmou, mas os resultados ficaram ainda a desejar. Quando

ingressei no Mestrado de Ensino de Ciências e Matemática, pude observar que estes recursos, por mim já utilizados, poderiam oferecer uma sobrecarga cognitiva para os alunos, uma vez que eles, possivelmente, haviam sido mal elaborados. Em decorrência disso, decidi elaborar um recurso alinhado com a capacidade cognitiva dos alunos, levando em consideração os princípios da TCAM, e dessa maneira, verificar se, agora utilizando esses princípios, seriam obtidos, além de um ensino atrativo e motivador, bons resultados.

De fato, ao defrontarmos os dados obtidos em relação aos resultados do questionário sobre o conteúdo, pudemos observar que o material desenvolvido mostrou um ensino com resultados satisfatórios, o que já esperávamos, pois utilizamos outro recurso didático. Contudo, destaca-se certa surpresa mediante as diferenças significativas na quantidade de respostas corretas e em função do maior embasamento científico na turma que entrou em contato com o paradidático. Além disso, ao considerarmos o questionário sobre a metodologia do uso do livro paradidático no ensino de Biologia, com base nas respostas dos alunos, concluímos que foi uma aprendizagem atraente e motivadora.

É significativo frisar, também, que, quando elaborarmos o paradidático, não se tratou apenas da produção um recurso atualizador com abordagem de um tema transversal. Mais do que isso, utilizamos como alicerce uma teoria que considera os mecanismos da cognição humana. Com essa perspectiva, acreditamos que os resultados positivos obtidos se devem, principalmente, ao fato de o paradidático elaborado estar alinhado ao mecanismo cognitivo do aluno, possibilitando uma otimização na aquisição da informação, já que apresenta um balanceamento das cargas cognitivas (intrínseca, extrínseca e supérflua).

Após os resultados aqui encontrados e o conhecimento sobre as teorias adotadas, consideramos imprescindível que os professores, independente da área de conhecimento, levem em conta a TCAM ao planejarem suas aulas. Importante, ainda, que os autores de recursos didáticos utilizem também destes princípios, principalmente porque os recursos didáticos desempenham um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem.

Em face disso, há o entendimento de que este trabalho atingiu seu objetivo principal de elaborar um material didático alinhado à capacidade cognitiva do aluno, sendo capaz de aprimorar o ensino de Imunologia, promovendo aprendizagem dos alunos.

Agora, este material já se encontra disponível para outros professores, com o propósito de contribuir para a prática de ensino nas disciplinas de Ciências e Biologia, diversificando a metodologia docente, de modo que possa tornar as aulas mais interessantes, com uma aprendizagem mais eficaz. Além disso, demonstramos, através desta metodologia, que a produção de recurso didático utilizando a TCAM obteve resultados satisfatórios. Por essa razão, tem-se a crença de que muitos pesquisadores podem utilizar este trabalho como exemplo para produzirem seus materiais didáticos, também com base em ferramentas que otimizem sua qualidade.

De modo pessoal, concluo que este trabalho contribuiu de forma significativa para meu enriquecimento pessoal e sobretudo profissional. Haja vista que melhorou minha prática docente com o recurso didático produzido, o qual, aliás, pode auxiliar, também, a atividade pedagógica de vários outros profissionais.

Então, cabe, por fim, reforçar a tese de que a educação é essencial, sendo que novos recursos, apoiados e desenvolvidos em bases científicas e pedagógicas reconhecidamente efetivas, pode contribuir para melhorá-la e, portanto, devem ser desenvolvidos e valorizados.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; SANTOS, Cristina do Carmo dos. Abordagem de tópicos de educação ambiental utilizando um livro paradidático no ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Atas do V ENPEC**. Bauru, ABRAPEC, 2005.

BANCO MUNDIAL. **Prioridades y estrategias para la educación: examen del Banco Mundial**. Spanish: Banco Internacional de Reconstrucción, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BENETI, Alysson Cristiano. **Textos paradidáticos e o ensino de física: uma análise das ações do professor no âmbito da sala de aula**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru.

BORGES, Gilberto Luiz de Azevedo Borges. **Formação de professores de Biologia, material didático e conhecimento escolar**. 2000. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2008. 135 p.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Guia de livros didáticos 1ª a 4ª séries**. Brasília: Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação, 1997. 422p.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Guia de livros didáticos 5ª a 8ª Séries**. Brasília: Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação, 1998a. 599p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Projeto de avaliação de livros didáticos de 1ª a 8ª série**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 2003b. Disponível em: <<http://mec.gov.br/sef/fundamental/avalidid.shtm>>. Acesso em: 11 jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos 1ª a 4ª Séries**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 2003a. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/fundamental/ftp/volume2.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio, parte I, bases legais**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2000b.

BRAVIM, Eliana. **Os recursos didáticos e sua função mediadora nas aulas de matemática: um estudo de caso nas aldeias indígenas Tupinikim Pau-Brasil do Espírito Santo**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Educação, Vitória.

CASTOLDI, Rafael; POLINARSKI, Celso Aparecido. A Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2009, Paraná. **Anais do I SINECT**. Paraná, 2009. p. 684 – 682. Disponível em: <[http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias\\_Artigo2.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2011.

CATANI; André. et al. **Biologia: ser protagonista**. São Paulo: Edições SM, 2010.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. **Recursos didáticos na educação especial**. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2007. Disponível em: <http://www.ibr.gov.br/?itemid=102>. Acesso em: 30/03/2011.

COSTA, Fernanda de Jesus. **O uso de imagens e palavras com base na teoria da carga cognitiva: elaboração de material de apoio para o professor**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Belo Horizonte.

DALCIN, Andréia. **Um olhar sobre o paradidático de matemática**. 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FURLANI, Jimena. **O Bicho vai pegar! um olhar pós-estruturalista à Educação Sexual a partir de livros paradidáticos infantis**. 2005. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre.

GEWANDSNAJDER, Fernando; LINHARES, Vasconcelos. **Biologia Hoje**. São Paulo: Ática, 2009.

MAYER, Richard E. Cognitive Constraints on Multimedia Learning: when presenting more material results in less understanding. **Journal of Educational Psychology**, v. 93, n.1, 2001b.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

MAYER, Richard E. Introduction to multimedia learning. 2005c. In: MAYER, Richard E. (Org.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005a. p. 1-16.

MAYER, Richard E. Introduction. In: MAYER, Richard E. (Org.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005a. p. 1-17.

MAYER, Richard E. Multimedia aids to problem-solving transfer. **International Journal of Education Research**, v.31, p. 611-623, 1999.

MAYER, Richard E. Multimedia learning: are we asking the right questions? **Educational Psychologist**, v. 32, p. 1-19, 1997.

MAYER, Richard E. Principles for managing essential processing in multimedia learning: segmenting, pretraining, and modality principles, 2005b. In: MAYER, Richard E.(Org.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005a. p. 169-182.

MAYER, Richard E. Systematic thinking fostered by illustration in scientific text. **Journal of Educational Psychology**, v. 81, n. 2, p. 240-246, 1989.

MAYER, Richard E. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. **Learning and Instruction**. v. 13, p. 125-139, 2003.

MAYER, Richard E.(Org.). **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005a.

MELO, Elizabete Amorim de Almeida. **Livros paradidáticos de língua portuguesa para crianças: uma fórmula editorial para o universo escolar**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

MONTAGNANI, Jesuel Marques; MENEZES, Carlos Roberto Silva; PINGE FILHO, Phileo; **Abordagem do alcoolismo e do sistema imunológico nos livros didáticos de ciências e fatores associados ao consumo de álcool por estudantes no Colégio Estadual Barão do Rio Branco, Londrina, Paraná**. Universidade Estadual de Londrina, Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), 2009. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1817-8.pdf>> Acesso em: 17 mai. 2011.

MORENO, Roxana; MAYER, Richard E. Cognitive principles of multimedia learning: the role of modality and contiguity. **Journal of Educational Psychology**, n. 92, p. 724-733, 1999.

MUNAKATA, K. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. 1997. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

PAIS, L.C. **Didática da Matemática, uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PASS, Fred. et al. Cognitive load measured as a means to advance cognitive load theory. **Educational Psychologist**, v. 38, p. 63-71, 2003.

PASS, Fred; RENKL, Alexander; SWELLER, Jonh. Cognitive load theory and instructional design: recent developments. **Educational Psychologist**, v. 38, n. 1, p. 1-4, 2003.

PICHINI, Cynthia. **Leitura de Paradidáticos: uma proposta de mudança**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

RAMOS, Maria Cecília Mattoso. **O paradidático, esse rendoso desconhecido**.



1987. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, Leila Maria Araújo; TAROUÇO, Liane Margarida Rockenback. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, v.5, n.1, p. 1-11, 2007. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14145>>. Acesso em: 20 Abr. 2011.

SANTOS, Leonor Werneck. **Os paradidáticos e o ensino de leitura de Língua Portuguesa**. 1994. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SCHAPOCHNIK, Nelson; HANSEN, Lygia. A escalada dos livros paradidáticos em busca de um ensino criativo e de melhor qualidade. **Lecionare**, ano 1, n. 1, p. 8-9, set. 1993.

SILVA JUNIOR, César da; SASSO, Sezar; CALDINI JUNIOR, Nelson. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 2010.

SWELLER, John. **Cognitive Load Theory**: a special issue of educational psychologist. London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2003.

TONI, M.P.; FICAGNA, N.C. Livro didático: deve ser adotado? In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA, 4, 200-, Rio Grande do Sul. **Anais do IV Encontro ibero-americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem investigação na sua escola**. Rio Grande do Sul, 200-. P. 1 – 9. Disponível em: <<http://ensino.univates.br/~4iberoamericano/trabalhos/trabalho161.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2006.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no Ensino Fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003, São Paulo. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/08.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2009.

XAVIER, M.C.; FREIRE A. S.; MORAES, M.O. A nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006, São Paulo. Disponível em: < <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=219>>. Acesso em: 28 out. 2010.

YASSUDA, A. M. B. G.; TEIXEIRA, M. J. C. A circulação do paradidático no cotidiano escolar. In: BRANDÃO, H; MICHELETTI, G. **Aprender a ensinar com livros didáticos e paradidáticos**. São Paulo: Cortez, 1997, p.167-19.

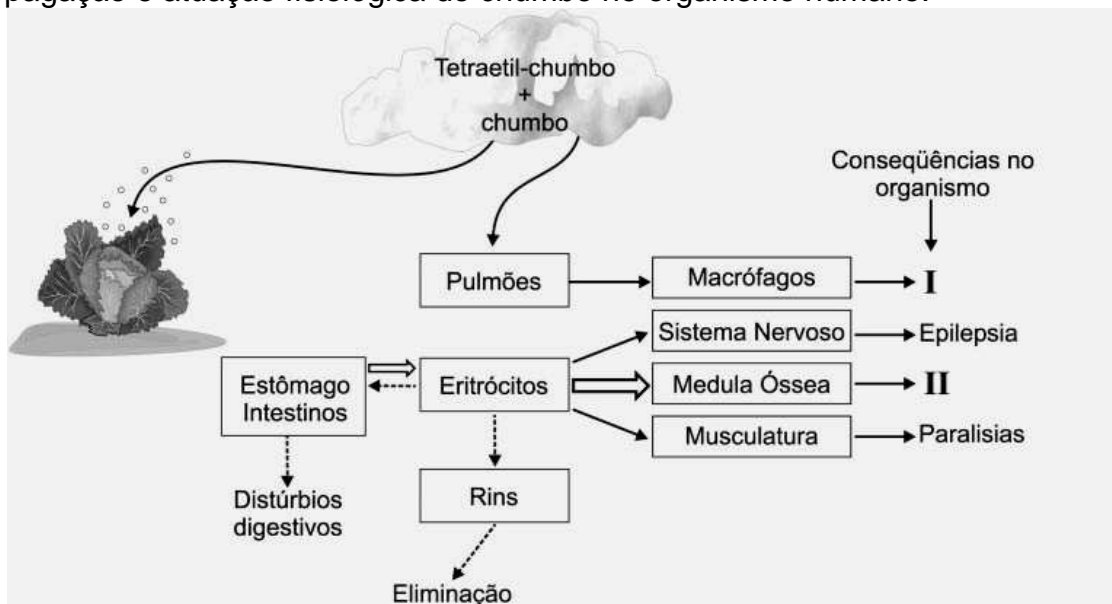
ZAMBONI, Ernesta. **Que história é essa?** uma proposta analítica dos livros didáticos de História. 1991. Tese (Doutorado) - Universidade de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

## APÊNDICE A – Questionário aplicado aos alunos sobre o conteúdo Sistema imune

Prezado (a) aluno (a), as respostas a este questionário serão utilizadas em uma pesquisa sobre o Ensino de Biologia, na área de Ensino de Ciências/Biologia. No sentido de garantir o anonimato das informações, não solicitamos sua identificação.

**Agradecemos, desde já, a sua colaboração.**

1. UFMG (2007) Algumas indústrias de papel poluem o ambiente com chumbo. Analise esta figura, em que estão indicadas as possibilidades de absorção, propagação e atuação fisiológica do chumbo no organismo humano:



Considerando as informações dessa figura e outros conhecimentos sobre o assunto, CITE a função de macrófagos e a da medula óssea no organismo humano e, também, uma provável Consequência do efeito do chumbo nas células afetadas em cada uma dessas duas situações.

Função de macrófagos: \_\_\_\_\_

Consequência I: \_\_\_\_\_

Função da medula óssea: \_\_\_\_\_

Consequência II: \_\_\_\_\_

2. UFMG (2006-adaptada) Sabe-se que o cortisol -hormônio corticosteróide produzido pela glândula supra-renal- suprime o sistema imunológico, diminuindo a atividade de linfócitos e neutrófilos.

**RESPONDA** qual é a implicação de tal ação do cortisol para a saúde humana.

\_\_\_\_\_

3. (Cesgranrio-1993) Todas as estruturas citadas a seguir podem ser ligadas à defesa do organismo, EXCETO:

- a) pâncreas  
 b) amídalas  
 c) baço  
 d) timo  
 e) gânglios linfáticos

4. (PucMinas-2006) A memória imunológica e imunidade resultam da seleção clonal. De acordo com a teoria clonal, um linfócito ativado produz dois tipos de células-filhas: células efetoras, que realizam o ataque e morrem, e células de memória, que produzem anticorpos e têm vida longa. Em uma pessoa vacinada contra uma possível infecção, podem-se observar os seguintes eventos, **EXCETO**:

- a) Ativação de resposta imune primária e produção de clones de células efetoras e de memória pelos linfócitos.  
 b) Maior e mais rápida produção de anticorpos específicos em casos de encontros subsequentes com o mesmo antígeno.  
 c) Na primeira exposição ao antígeno, há uma fase de espera antes de o número de moléculas de anticorpos e células T aumentar.  
 d) Promoção imediata de resposta imune secundária, com produção de células efetoras e de memória, que controlam lentamente o invasor.

5. (UFPE-2006) O sistema imunitário, que atua no combate a infecções, é constituído por diferentes tipos de glóbulos brancos e pelos órgãos responsáveis pela produção e maturação desses glóbulos. Em relação a esse sistema, podemos afirmar que:

- ( ) Os macrófagos fagocitam elementos estranhos e imobilizam resíduos na membrana, estimulando os linfócitos T  
 ( ) Linfócitos T reconhecem antígenos nas membranas de outras células, especialmente nos macrófagos, produzem interleucinas, estimulam os linfócitos B a produzirem anticorpos e eliminam células anormais.  
 ( ) Os linfócitos B, quando estimulados, se diferenciam em plasmócitos que produzem anticorpos e participam da memória imunológica.  
 ( ) Os macrófagos são responsáveis pela secreção de histamina, a qual provoca vasodilatação, causando vermelhidão e edema nos processos inflamatórios.  
 ( ) Os linfócitos T e B originam-se no timo e depois migram para a medula óssea, fixando-se temporariamente no ducto torácico, onde podem se multiplicar ao detectarem elementos estranhos ao organismo.

- a) V - V - V - F - F  
 b) V - F - F - F - V  
 c) F - F - V - F - F  
 d) V - F - V - V - F  
 e) V - V - V - V - F

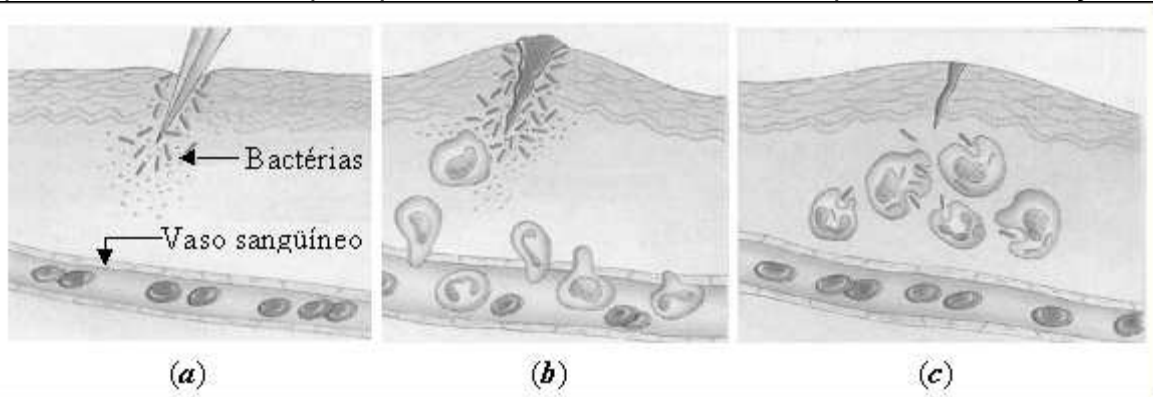
6. (PucMinas-2005) As defesas inatas dos organismos são geralmente mecanismos de proteção que inibem a entrada ou o desenvolvimento de organismos causadores de doenças. Assinale a alternativa que **NÃO** apresenta a relação correta entre o fator de defesa e sua função.

- a) Fagócitos - previnem a entrada de patógenos e substâncias estranhas.  
 b) Secreções mucosas - prendem microorganismos no trato digestivo e respiratório.  
 c) Lágrima - lubrifica e limpa, contém lisozima, que destrói bactérias.  
 d) Descamar da epiderme - opõe-se à colonização da pele por alguns patógenos.

7. (PucRio-2008) No caso de transplantes de órgãos, o processo de aceitação/rejeição do órgão transplantado pelo indivíduo receptor está diretamente relacionado à(ao):

- capacidade de digestão de toxinas do doador, pelo receptor.
- capacidade de multiplicação das células do doador.
- sistema nervoso do receptor.
- sistema imunológico do receptor.
- sistema imunológico do doador.

8. (UFU-2006) As ilustrações a seguir (a, b e c) representam o que pode acontecer quando uma lesão na pele permite a entrada de bactérias que causam infecção.



Analise as afirmativas a seguir:

I - A inflamação é uma resposta imune do corpo, na tentativa de destruir agentes invasores.

II - O tecido lesado libera sinais químicos (histamina e prostaglandinas) que promovem a dilatação dos vasos na área lesada.

III - Alguns tipos de leucócitos (glóbulos brancos) atravessam as paredes dos capilares por diapedese e deslocam-se pelo tecido, fagocitando os microorganismos patogênicos.

Marque a alternativa correta.

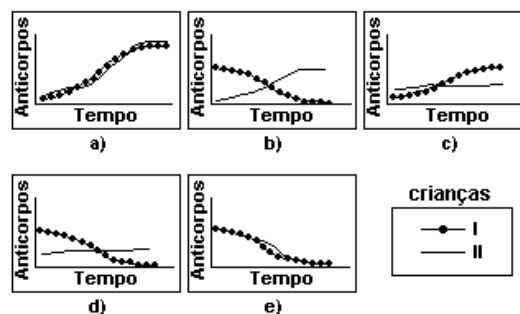
- Apenas I e II são corretas.
- I, II e III são corretas.
- Apenas II e III são corretas.
- Apenas I é correta.

9. (ENEM 1999) - A variação da quantidade de anticorpos específicos foi medida por meio de uma experiência controlada, em duas crianças durante um certo período de tempo. Para a imunização de cada uma das crianças foram utilizados dois procedimentos diferentes:

**Criança I: aplicação de soro imune**

**Criança II: vacinação.**

O gráfico que melhor representa as taxas de variação da quantidade de anticorpos nas crianças I e II é:



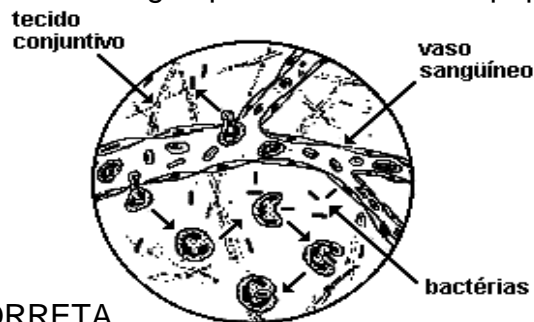
10. (Unifesp-2005) - A revista "Veja" (28.07.2004) noticiou que a quantidade de imunoglobulina extraída do sangue dos europeus é, em média, de 3 g por litro, enquanto a extraída do sangue dos brasileiros é de 5,2 g por litro.

Assinale a hipótese que pode explicar corretamente a causa de tal diferença.

- Os europeus tomam maior quantidade de vacinas ao longo de sua vida.
- Os brasileiros estão expostos a uma maior variedade de doenças.
- Os antígenos presentes no sangue do europeu são mais resistentes.
- Os anticorpos presentes no sangue do brasileiro são menos eficientes.
- Os europeus são mais resistentes às doenças que os brasileiros.

11. (PucMinas-2005) - O sangue pode realizar várias funções no nosso corpo.

Dentre elas, a de defesa contra microrganismos é realmente notável, pois envolve um grupo de células especializadas. A figura a seguir mostra, de forma esquemática, um modo como essas células do sangue podem realizar seu papel de defesa.



Assinale a afirmativa INCORRETA.

- Os neutrófilos são glóbulos brancos capazes de atravessar as paredes dos capilares sanguíneos.
- A destruição de bactérias que invadem o tecido conjuntivo depende de moléculas enzimáticas produzidas pelos glóbulos vermelhos.
- O tecido conjuntivo, invadido por células sanguíneas e bactérias, pode apresentar um quadro inflamatório.
- Os glóbulos brancos que saem dos capilares podem realizar fagocitose, que engloba bactérias invasoras.

12. (Ufmg 2005) - A Campanha Nacional de Vacinação do Idoso, instituída pelo Ministério da Saúde do Brasil, vem-se revelando uma das mais abrangentes dirigidas à população dessa faixa etária. Além da vacina contra a gripe, os postos de saúde estão aplicando, também, a vacina contra pneumonia pneumocócica.

É CORRETO afirmar que essas vacinas protegem porque

- são constituídas de moléculas recombinantes.
  - contêm anticorpos específicos.
  - induzem resposta imunológica.
  - impedem mutações dos patógenos.
-

**GABARITO**

1. *Função dos macrófagos: fagocitar.  
Consequência I: resposta imune inata prejudicada.  
Função da medula óssea: produzir células do sangue.  
Consequência II: diminuir a quantidade de células do sangue prejudicando a defesa do corpo, transporte de gases e coagulação sanguínea.*

2. *Prejudica a resposta imune específica e a resposta imune inata.*

3. A

4. B

5. A

6. A

7. D

8. B

9. B

10. B

11. B

12. D

