



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIA E O  
ENSINO DE MATEMÁTICA

SAMANTHA SUYANNI DOS SANTOS

**TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CONTEÚDOS DIDÁTICOS ACERCA DO  
PROCESSO DE RESPIRAÇÃO CELULAR DOS VEGETAIS PRESENTE EM  
LIVROS DIDÁTICOS**

Maringá  
2013

SAMANTHA SUYANNI DOS SANTOS

**TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CONTEÚDOS DIDÁTICOS ACERCA DO  
PROCESSO DE RESPIRAÇÃO CELULAR DOS VEGETAIS PRESENTE EM  
LIVROS DIDÁTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o ensino de Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Luzia Marta Bellini

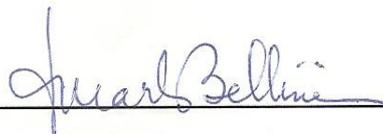
Maringá  
2013

**SAMANTHA SUYANNI DOS SANTOS**

**Transposição didática do processo de respiração celular dos  
vegetais presente em manuais didáticos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

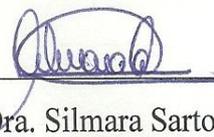
**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dra. Luzia Marta Bellini

Universidade Estadual de Maringá – UEM



---

Prof. Dra. Silmara Sartoreto de Oliveira

Universidade Estadual de Londrina – UEL



---

Prof. Dra. Regina Maria Pavanello

Universidade Estadual de Maringá – UEM

Dedico este trabalho aos amores da minha vida, minha mãe e irmãos que eu tanto amo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço:

A Deus que tem me sustentado e me dado forças para lutar e ser alguém melhor todos os dias.

À minha orientadora Marta Bellini que me incentivou, apoiou e me ensinou muito.

Às professoras Silmara Sartoreto e Regina Pavanello, membros avaliadores de meu trabalho que contribuíram com sugestões.

Ao professor Rui Marcos de Oliveira Barros que me enviou materiais.

À secretária do mestrado Sandra que sempre foi muito prestativa ao me atender.

Às minhas irmãs Ana Camila e Amanda Carolina que estão sempre ao meu lado me dando forças para continuar com alegria.

À minha mãe Silmara que me ajuda, incentiva e estimula para que eu seja uma pessoa cada vez melhor em todos os aspectos.

À minha avó pelas orações.

Aos meus amigos que torcem por mim e celebram comigo as vitórias.

## RESUMO

Este trabalho teve o objetivo examinar retoricamente o processo de transposição didática de Chevallard (2005) sobre o conteúdo de respiração celular dos vegetais de cinco coleções de livros didáticos (LD) de Biologia aprovados pelo PNLD. O material didático analisado foram livros utilizados nas escolas da rede pública e particular de ensino e que estão disponíveis nas bibliotecas das escolas. Desse modo, textos e imagens foram submetidos à Análise retórica segundo a perspectiva de Contêncas (1999), Breton (2003), Reboul (2004) e Leach (2007). Para análise retórica examinou-se a forma de argumentação e recursos argumentativos (como figuras de linguagem) empregados para a explicação do conteúdo. Nos LD analisados foi possível observar a presença de argumentos do tipo descritivo, dedutivo, de exemplo, de autoridade e comparação, e como recursos argumentativos, a metonímia e a metáfora. Os resultados revelaram que 1) os argumentos por exemplo foram empregados, principalmente, nas abordagens sobre célula e fisiologia vegetal, 2) os dedutivos elucidam os aspectos evolutivos acerca do surgimento e consolidação da mitocôndria nas células vegetais, e 3) citação de pesquisadores caracterizam argumentos de autoridade que subsidiam a informação presente no LD. A presença recorrente dos argumentos descritivos caracterizam os LD como mecanicistas, ou seja, o conteúdo é disposto e discutido de maneira simplificada pouco relacionada com outras áreas do conhecimento tornando o leitor como receptor passivo das informações. As metáforas podem auxiliar a aprendizagem do conteúdo se for empregada com o sentido mais conhecido do termo para que não haja distorção na compreensão o que pode se tornar um obstáculo epistemológico. Com base nesse estudo foi possível compreender que a argumentação empregada no processo de Transposição didática dos conteúdos analisados pode facilitar a aprendizagem do conteúdo devido aos argumentos utilizados pelos autores. Entretanto, alguns argumentos e figuras de linguagem interferirem de modo negativo na compreensão dos conhecimentos escolares.

**Palavras-chave:** Transposição didática. Análise retórica. Livro didático.

## ABSTRACT

This paper aims to discuss the rhetorical analysis of the process of didactic transposition second Chevallard (2005) about the content of cellular respiration of plants of five collections of textbooks Biology approved by the PNLD. The analyzed material corresponds to the books used in public schools and private schools and libraries that are available in the schools. Texts and images were subjected to analysis from the perspective of rhetoric Contenças (1999), Breton (2003), Reboul (2004) e Leach (2007). For analysis we checked the form of arguments and argumentative resources (such as figures of speech) used to explain the content. In the textbooks examined was possible to observe the presence of descriptive arguments, deductive, for example, authority and comparison, and how resources argumentative metonym and metaphor. The results revealed that 1) the arguments for example were employed mainly in approaches to cell and plant physiology, 2) the deductive elucidate the evolutionary aspects of the emergence and consolidation of mitochondria in plant cells, and 3) Citation of researchers characterize arguments authority that support the information in this textbook. The recurring presence of descriptive arguments characterize the textbooks as mechanistic, the content is categorized and discussed in a simplified somewhat related to other areas of knowledge making the reader as a passive recipient of information. Metaphors can aid learning content if used with the meaning of the term more known so there is no distortion in understanding what may become an epistemological obstacle. Based on this study it was possible to understand that the arguments used in the process of didactic transposition can facilitate the learning of content due to the arguments used by the authors, however, some arguments and figures of speech can interfere in a negative way.

**Keywords:** Didactic transposition. Rhetorical analysis. Textbooks.

# SUMÁRIO

I- INTRODUÇÃO .....	9
II- CIÊNCIAS E ENSINO DE CIÊNCIAS: o que é transposição didática e teoria da argumentação .12	
2.1 A Transposição Didática.....	12
2.2 A Teoria da Argumentação como base da transposição didática no processo de ensino	17
2.3 A Didática e o Livro didático: características e importância .....	21
2.4 Livro didático e o saber escolar.....	23
III- A PESQUISA.....	27
3.1 Sobre os procedimentos metodológicos .....	27
3.2 Apresentando os livros analisados.....	27
3.3 A análise argumentativa e caminhos percorridos.....	28
IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
4.1 Sobre a Célula vegetal .....	33
4.2 Sobre a Mitocôndria .....	42
4.3 Sobre a Fisiologia da célula vegetal.....	44
4.4 Aspectos evolutivos do processo de respiração celular .....	51
4.5 Aspectos ecológicos relacionados à respiração celular dos vegetais.....	63
4.6 Características argumentativas dos LD.....	68
V CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
VI REFERÊNCIAS .....	74

## I- INTRODUÇÃO

Este trabalho, então, tem como objeto de estudo a análise dos conteúdos argumentativos, presentes em textos e imagens, sobre o tema respiração celular nos vegetais em coleções de LD de Biologia voltados para o Ensino Médio aprovados pelo PNLD (Plano Nacional do Livro Didático). Para efetuar esse exame utilizaremos 1) a definição de transposição didática dos conteúdos científicos para os de ensino, e 2) a análise da composição textual e as ilustrações segundo a teoria da argumentação e figuras de retórica de Reboul (2004), Breton (2003), Contencas (1999) e Leach (2007) com o objetivo de avaliar o processo de comunicação dos livros didáticos sobre o processo de respiração celular dos vegetais.

O livro didático (LD) é o recurso mais utilizado pelos professores; é, muitas vezes, o único material para obtenção dos conteúdos escolares e seus conceitos, explicações, definições. É conhecido, também, que esses conteúdos devem ser abordados de tal maneira que possibilite ao aluno o entendimento dos conceitos básicos das ciências biológicas: mecanismos fisiológicos e ciclos de vida dos seres vivos, as interações entre os organismos, as questões evolutivas e ecológicas.

Quando tratamos de como a abordagem desses conceitos básicos ao ensinar um conteúdo é feita pelo professor estamos falando da comunicação em dois sentidos: a comunicação dos conceitos científicos para os livros didáticos e a comunicação do professor aos seus alunos. A primeira dimensão, a qual é o enfoque desta pesquisa, é conhecida como o processo de transposição didática na qual os argumentos científicos são adaptados a uma linguagem mais adequada ao entendimento do aluno. Durante esse processo de mudança de vocabulário são utilizados metáforas, figuras de linguagem e pensamento na elaboração de argumentos (MAZZOTTI, 2005).

Nessa perspectiva justificamos esta pesquisa. Ou seja, os argumentos dos LD são importantes para que tanto o professor como o aluno compreendam as noções científicas. A maneira como os argumentos são usados determina uma boa alfabetização e ensino científico. E em uma cultura escolar em que o LD é a base do ensino/aprendizagem a linguagem dos LD necessita de um bom exame retórico para evitar distorções no processo de transposição didática, justifica, assim, no caso desta pesquisa, sobre o conteúdo de respiração celular dos vegetais.

Os problemas de pesquisa delineados foram: a) a transposição didática dos conteúdos científicos ocorre de que forma aos saberes escolares nos conteúdos estudados de respiração celular de cinco coleções de Biologia do Ensino Médio? b) houve boa adequação? e c) a transposição didática foi dialógica como preconiza Chevallier ou foi esquemática e tecnicista?

Estudos como os de Almeida (2005), Medeiros et al, (2009), Souza e Almeida (2002) sobre o conhecimentos dos alunos em relação a fotossíntese apontam que processo ocorre nos vegetais, porém, os educandos não compreendem como ocorre confundindo, muitas vezes, com o processo de respiração celular que também ocorre nas plantas devido a presença de mitocôndrias em suas células e da necessidade vital de obtenção de energia química.

Santos e Oliveira (2012), em uma análise de figuras presentes em livros didáticos do ensino fundamental em relação ao processo de respiração celular dos vegetais, observaram a predominância de aspectos antropocêntricos ou informações superficiais sobre a respiração celular dos vegetais as quais, além de distanciar esse processo do metabolismo vegetal, pouco contribui para a compreensão do aluno a respeito dessa reação química que ocorre nos vegetais.

O diagnóstico os elementos textuais do processo de respiração celular presentes em manuais didáticos do ensino fundamental também detectou a presença de elementos antropocêntricos e informações criticadas como confusas que dificultam a compreensão da respiração celular dos vegetais e a distinção desse processo em relação a fotossíntese (SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

Mediante essas pesquisas levantadas para o desenvolvimento deste trabalho foi possível observar que o conteúdo sobre respiração celular, tanto como conhecimento desenvolvido pelos alunos como nas explicações do LD, está aquém do desejado para o ensino.

Considerando, também que o LD é um recurso disponível pelos alunos e, assim, de fácil acesso, e que deve apresentar as principais noções e conceitos acerca dos conhecimentos científicos escolares fazemos os seguintes questionamentos: será que as informações e conteúdos científicos, como são discutidos e expressos possibilitam um conhecimento não distorcido sobre os conceitos básicos do Ensino de Ciências a respeito do processo de respiração celular dos vegetais? Quais são os argumentos de retórica e como as figuras de linguagem nos texto e figuras são empregadas para abordar o conteúdo de respiração celular dos vegetais? Os argumentos científicos

transpostos como argumentos didáticos garantem a compreensão dos professores e alunos de como o processo de respiração celular ocorre nos vegetais? Nessa perspectiva, por meio da investigação da Transposição didática do processo de respiração celular em vegetais realizada em livros didáticos, espera ser possível responder a essas questões.

## II- CIÊNCIAS E ENSINO DE CIÊNCIAS: o que é transposição didática e teoria da argumentação

### 2.1 A Transposição Didática

Chevallard, em seu livro *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*, apresenta o processo de transposição do saber científico ao objeto de ensino em sala de aula. Para o autor é o conjunto de transformações do saber científico em um saber escolar descrito em uma linguagem mais acessível didaticamente. Trata-se de adaptações linguísticas que transformam o objeto de saber científico em escolar.

Segundo Chevallard, o trabalho desenvolvido com o objeto do saber científico, que passa a ser objeto de ensino em sala de aula, faz este último ser chamado de transposição didática. Para este autor, o estudo científico da transposição didática supõe considerá-la, num sentido amplo, da seguinte forma: objeto do saber - objeto a ensinar – objeto de ensino (GONÇALVES, 2008, p. 48).

Para o próprio Chevallard,

Um conteúdo do conhecimento, designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os *objetos de ensino*. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar, faz um objeto de ensino, é chamado de *transposição didática* (CHEVALLARD, 2005, p. 45).

A Transposição Didática, então, é compreendida pelo autor como um processo “de criações didáticas de objetos necessárias para o funcionamento didático” (CHEVALLARD, 2005, p. 47). Desse processo resulta o saber escolar (SANTOS, 2002). Assim, a mediação entre o conhecimento científico e o escolar é concretizada por meio da Transposição Didática por meio da qual ocorrem adaptações do conhecimento científico, uma “substituição didática” (CHEVALLARD, 2005, p. 48), do saber sábio, em conhecimento escolar, o saber a ser ensinado.

Conforme Lopes (1997), estudiosa desse aspecto na comunicação didática, a Transposição Didática não representa uma mera (re)construção de saberes a ser ensinados, mas uma complexa transformação dos conhecimentos científicos. Dessa forma,

A Transposição está atrelada à ideia de reprodução, movimento de transportar de um lugar a outro, sem alterações. Mais coerentemente, devemos nos referir a um processo de *mediação didática*. Todavia, não no sentido genérico, ação de relacionar duas ou mais coisas, de servir de intermediário ou “ponte”, de permitir a passagem de uma coisa a outra. Mas no sentido dialético: processo de constituição de uma realidade através de mediações contraditórias, de relações complexas, não imediatas, com um profundo sentido de dialogia (LOPES, 1997, p. 564).

Para essa autora, a Transposição não representa um simples deslocamento do saber científico para o âmbito escolar, mas promove rupturas e transformações diversas durante o desenvolvimento e elaboração dos conhecimentos escolares em relação ao contexto social; sendo assim, a transposição didática

[...] tem por base a compreensão de que a educação escolar não se limita a fazer uma seleção entre o que há disponível da cultura num dado momento histórico, mas igualmente tem por função tornar os saberes selecionados efetivamente transmissíveis e assimiláveis. Para isso, exige-se um exaustivo trabalho de reorganização, de reestruturação ou de transposição didática (LOPES, 1997, p.563).

Polo (2005), em relação ao currículo de matemática, considera que a Transposição Didática consiste na produção de um saber matemático como um produto cultural de uma instituição ou comunidade científica de pesquisadores.

Para Simonneaux e Jacobi (*apud* MARANDINO, 2004, p. 101) no estudo sobre a linguagem presente na divulgação científica na forma de pôsteres propõe a noção de “*transposição museográfica*, caracterizada como uma operação delicada de transformação, na qual elementos como espaço, linguagem, conceitos e texto estão em jogo.”. A adaptação desses componentes é de suma importância para a melhor compreensão do conhecimento científico que está sendo exposto.

Em suma, a Transposição Didática é o conjunto de mudanças/adaptações que tornam o conhecimento científico acessível e didático transformando-o, assim, em conhecimento a ser ensinado.

O conhecimento científico como saber sistemático ao ser levado a sala de aula na forma de conteúdo de ensino, é adaptado, transformado e organizado em conhecimento escolar para que o aluno possa se apropriar do conhecimento erudito, mesmo que superficialmente. Um dos diferenciais do conhecimento científico e do conhecimento escolar é a sua forma de apresentação. O conhecimento a ser ensinado em

sala de aula é um saber didaticamente adaptado para a atividade educativa. A didática é uma das responsáveis por fornecer os princípios, métodos e técnicas aplicáveis em todas as áreas do conhecimento a fim tornar mais eficaz o processo de ensino-aprendizagem. Auxilia a direcionar a aprendizagem em uma perspectiva que aglutine as dimensões humanas, técnicas e político-sociais (DOMINGUINI, 2008). Cabe, então, ao processo de Transposição Didática desenvolver essas adaptações.

Pode-se observar esse processo, por exemplo, nos LD nos quais o conhecimento científico transposto em conhecimento escolar está estruturado na forma de conteúdo sistematizado. A organização dos conteúdos no LD, segundo Astolfi e Devaley (1990, p. 62-63) “fornece um ponto de referência sólido, mas não obrigatório, para situar as representações dos alunos, suas produções e orientar a aprendizagem com mais eficiência” e paralelamente organiza a estrutura das aprendizagens escolares.

Segundo Chevallard (2005), o conceito de transposição didática apresenta três partes significativas: *O savoir savant*, que corresponde ao conhecimento científico; o *savoir a enseigner*, atrelado ao saber dos professores e suas práticas e conduções didáticas; e o *savoir enseigné*, que é o saber compreendido pelo aluno mediante as adaptações, transformações e mediações feitas pelos cientistas e pelos professores. É esse saber que analisamos nesta pesquisa. A relação entre essas três partes ocorre por meio das etapas da Transposição didática: a Transposição didática externa e interna. A primeira analisa e seleciona os conteúdos a serem ensinados para comporem os currículos e programas escolares. A segunda etapa é a metodologia de como transpor didaticamente esses conteúdos no processo de ensino. Almeida discute o processo de Transposição Didática demonstrando que

A transposição do conhecimento científico para o conhecimento escolar se dá primeiro com a definição da parte que será prioridade absorver. Depois, faz-se um apanhado da totalidade do conteúdo científico a fim de mostrar a sua amplitude. Essa visão mais ampla precisa ser, no mínimo, projetada para que o aluno perceba que o horizonte é bem mais distante, mas que será, aos poucos, apropriado por ele (ALMEIDA, 2007, p. 47).

Na Transposição didática externa, o *savoir savant* (conhecimento científico ou objeto do saber) é selecionado e organizado na forma de conteúdos os quais são definidos como um

[...] conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida. Englobam, portanto, conceitos, ideias, fatos, realidades, princípios, leis científicas, regras; habilidades cognoscitivas, modos de atividade, métodos de compreensão e aplicação, hábitos de estudo, de trabalho e de convivência social; valores convicções, atitudes. São expressos nos programas oficiais, nos livros didáticos, nos planos de ensino e de aula, nas aulas, nas atitudes e convicções do professor, nos exercícios, nos métodos e formas de organização do ensino (LIBÂNEO, 1990, p. 448).

Os conteúdos são selecionados, segundo Nérici (1985), e organizados na forma de programas de acordo a área de estudo ou disciplina, sobre quais os tópicos ou atividades são selecionados para compor o LD, conforme seu valor funcional, informativo e formativo. São os conhecimentos escolhidos que irão constituir o conjunto de informações a serem transmitidos aos alunos no sistema formal de ensino.

Depois de selecionados, os conteúdos sofrem um processo de adaptação, ou seja, uma transmutação do conhecimento científico para conhecimento escolar, sob uma nova linguagem, mais próxima da utilizada pelos alunos, é empregada para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Nessa primeira etapa do processo de transposição didática, tem destaque o que Chevallard (*apud* CARVALHO, 2009) designa de *noosfera* que estabelece transição entre o saber erudito e o *savoir a enseigner* (saber a ensinar), corresponde a círculos intermediários entre a pesquisa e o ensino. *Noosfera* é então definido como

[...] conjunto dos processos intelectuais que, influencia a seleção dos conteúdos a ensinar que provêm daqueles que desenvolvem os conteúdos de ensino, incluindo não só os políticos de educação e os acadêmicos interessados nos problemas relacionados com o ensino (incluindo os didactas), mas também os autores dos manuais escolares e de outros recursos didáticos. Esses são, pois, os atores com forte influência em determinar o que deve ser extraído do “objecto de saber” para o “saber a ensinar” (CARVALHO, 2009, p. 43).

Sant’Anna, Bittencourt e Olsson (2007) apontam alguns fatores orientadores desse processo como o momento político atual, a ideologia dominante no atual contexto social, teorias de ensino-aprendizagem, novas descobertas científicas, entre outros.

Sendo assim, o elemento do conhecimento científico, ao ser transformado e adaptado em conhecimento escolar, tem sua natureza fortemente modificada. Trata-se de uma despersonalização e de uma descontemporização dos conceitos (LOPES,

1997). O conhecimento escolar, portanto, não é uma reprodução fiel do conhecimento científico. Chevallard (2005) afirma, ainda, que o saber ensinado tende a se aproximar do senso comum e se afastar do saber sábio, ou seja, frequentemente ocorre uma grande distância entre objeto do saber (conhecimento erudito) e o objeto de ensino. Por isso, o *savoir a enseigner* é compreendido por Filho (2000) como um novo conhecimento. O conhecimento escolar é submetido a um processo de *dogmatização* sociopolítica, institucional e epistemológica. A questão sociopolítica está atrelada à visão neutra e universal que a ciência assume na sociedade. O aspecto institucional relaciona-se aos processos de transposição que ocorrem por meio da *noosfera*. E, por fim, a epistemologia diz respeito às complexidades relacionadas ao conceito científico.

Além desses aspectos, Chevallard (2005) parte do pressuposto de que durante a Transposição Didática externa, o elemento do saber perpassa pelos seguintes processos: a) descontemporização, ou seja, a separação entre o contexto histórico e esfera do saber sábio; b) naturalização no sentido de dar um valor incontestável ao conceito; c) descontextualização, extraindo do saber sábio seu contexto e sentido original devido a recontextualização muitas vezes equivocada do conhecimento científico; d) despersonalização para cumprir a função de reprodução e representação do saber sem estar submetido às mesmas exigências do processo de produção social.

Quanto à sistematização da Transposição didática externa, Astolfi e Develay (1990), propõem, também, outros determinantes sobre a elaboração curricular. São eles as *práticas sociais* de referência, os *níveis de formulação de um conceito* (nos planos linguístico, psicogenético e epistemológico) e as *tramas conceituais*. Assim, os conteúdos escolares, didaticamente elaborados, são transmitidos para os alunos conforme a transposição que o profissional considera possibilitar a assimilação por parte do aluno.

Partindo do pressuposto de Aranha e Martins (1993, p.21) no qual “o conhecimento é o pensamento que resulta da relação que se estabelece ente o sujeito e o objeto a ser conhecido” e essa interação aluno-saber, é mediada pela Transposição Didática, é por meio desse processo que o conhecimento científico torna-se acessível e de fácil compreensão aos alunos.

O conhecimento é produto da atividade racional humana; é o resultado da interação sujeito e objeto, e da seleção do que é representativo da totalidade. Para a elaboração do conhecimento escolar, do conhecimento científico são extraídos os aspectos relevantes ao ensino. Conforme destaca Almeida (2007) para ensinar o

conhecimento há a necessidade de modificá-lo, ou seja, submetê-lo à Transposição Didática. Durante o ensino os objetos de conhecimento convertem-se em conteúdo curricular. É preciso modificar o saber para que este se transforme em conhecimento escolar, isto é, em condições de ser aprendido pelo aluno.

Nesse aspecto, conforme Rovira e Puig (1998), a “ciência escolar” não é uma simples redução ou simplificação da ciência dita erudita. É

[...] uma reconstrução que deve cumprir a condição de selecionar aspectos fundamentais de cada teoria ou modelo e, ao mesmo tempo, devem ser relevantes e úteis para os alunos na elaboração de explicações significativas acerca dos fenômenos naturais (ROVIRA; PUIG, 1998, p.1).

Ainda de acordo com as mesmas autoras, uma eficiente seleção de conceitos e uma fiel Transposição didática, possibilitam um eficiente processo de construção de modelos didáticos como, por exemplo, as representações de células e esquemas, o que exige inovar em relação às estratégias de ensino e um conhecimento da teoria e dos conhecimentos científicos.

Diante desses pressupostos, ressaltamos que indica que “os processos transpositivos – didáticos e, mais genericamente, institucionais – são, imagina-se, a mola essencial da vida dos saberes, de sua disseminação e de sua funcionalidade adequada”. Para Chevallard (2005), as transformações/ adaptações dos saberes possibilitam o funcionamento das sociedades. As mudanças que os saberes sofrem no âmbito do ensino são fundamentais, e a própria produção de conhecimento resulta do processo de socialização fruto do funcionamento das sociedades.

## **2.2 A Teoria da Argumentação como base da transposição didática no processo de ensino**

O processo de transposição didática faz parte da comunicação, pois emprega argumentos para desenvolver a dialética entre o conhecimento erudito e o saber a ser ensinado. Breton (2003) considera a argumentação como um meio de convencimento intermediário entre a retórica e o conhecimento científico. Sendo assim,

A argumentação, meio poderoso para fazer partilhar uma opinião (que pode ter como consequência uma ação), se afasta tanto do exercício da violência persuasiva quanto do recurso à sedução ou à demonstração científica (BRETON, 2003, p. 11).

A retórica, desde Aristóteles, estuda os procedimentos discursivos envolvidos ao processo de persuasão. Esse convencimento resulta da atuação dos argumentos retóricos na instância do *ethos*, *logos* e *pathos*. A partir dessa dimensão relacionada ao discurso, a retórica passa a estudar a totalidade do processo argumentativo e não apenas a lógica em que se estrutura.

*Ethos* é compreendido por Reboul (2004) como o caráter que o autor de LD assume para atrair a confiança do público específico ao qual destina seu discurso. No caso do LD considera-se como *ethos* a capa, suas ilustrações e disposição do texto, por exemplo.

*Pathos* é o conjunto de elementos psicológicos e emocionais que será despertado no auditório segundo a característica de cada público (REBOUL, 2004). A relação que o autor estabelece com o leitor levantando questionamentos e citando elementos do cotidiano são formas de estabelecer essa relação emocional com os leitores.

Ainda conforme o mesmo autor, *logos*, objeto de estudo desta pesquisa, é definido como a argumentação do discurso. Os argumentos podem ser do tipo entimema que é dedutivo baseado em premissas prováveis, ou do tipo exemplo de característica indutiva de acordo com fatos passados. Além disso, a argumentação é resultante da interação entre emissor<sup>1</sup> (autor do livro didático) a mensagem (conteúdo descrito nos manuais didáticos que será analisado nesta pesquisa) e o receptor (alunos) constituindo-se como o meio mais rico culturalmente e o mais aberto do campo da comunicação; nesse sentido, a argumentação não é universal, é raciocinar, propor uma opinião aos outros envolvendo os aspectos que a tornarão aceitável para que um dado público passe a aderir a ela (BRETON, 2003).

Os argumentos do *logos* deve ser logicamente válido, sólido e plausível a ponto de convencer o interlocutor ou auditório. O argumento constitui-se como persuasivo e eficaz quando atinge a adesão do auditório. Como elucida Reboul (2004), para eficácia do *logos*, a narração dos argumentos deve ser clara, breve e transmitir credibilidade.

---

<sup>1</sup> O emissor ou “*orador*” é aquele que, dispondo de uma opinião, transporta-a até um auditório e a submete ao auditório, para que ele partilhe dela” (BRETON, 2003). De acordo com essa definição, o orador – autor dos livros didáticos – é o responsável em desenvolver a Transposição didática, a adaptação do conteúdo científico nos manuais didáticos por meio da argumentação.

Breton (2003), ao elucidar a família dos argumentos os classifica como dedutivos e analógicos. Os argumentos analógicos são produtos de processos comparação, exemplo e metáforas. A comparação resulta da relação de semelhança entre dois eventos. O segundo argumento analógico tem a função de dar presença a consciência. A metáfora, por sua vez, é uma figura de estilo que se torna argumento quando tem o cunho de defender uma tese ou opinião (BRETON, 2003).

As figuras de retórica definidas por Reboul (2004) classificadas como figuras de pensamento se referem ao discurso com seu sujeito (orador) com ou sem seu objeto. As figuras de sentido, conforme o mesmo autor, dizem respeito aos significados, consistindo em empregar um termo (ou vários) com um sentido que não lhe é habitual; é um significante tomado no sentido de outro; em outras palavras, a figura de sentido desempenha papel lexical, como ocorre no emprego de figuras de estilo.

Boyd citado por Contenças (1999) explicita as funções da metáfora quando empregada na ciência diferenciando-a em dois tipos: metáforas substantivas ou constitutivas e as exegéticas ou pedagógicas. As primeiras são aquelas que utilizadas pelos cientistas para divulgar teses teóricas ao meio acadêmico. As metáforas pedagógicas podem ser consideradas como a transposição didática da explicação das teorias; assim como Origen/Richards (*apud* MACHADO, 1995, p. 158) define a metáfora como sendo “fundamentalmente um préstimo mútuo entre pensamentos, uma transação entre contextos, uma cooperação entre ideias”.

A metáfora como instrumento retórico, segundo Booth (*apud* CONTENÇAS, 1999) realiza uma comparação entre dois elementos e a comunicação num certo contexto parafraçando e reconstruindo significados. Nesse processo comunicativo ocorre um transporte de relações significativas de um contexto para outros em sintonia com a própria etimologia por meio de recursos de linguagem que conferem, então, sentido aos argumentos e proporciona uma estrutura coerente na comunicação.

No âmbito cognitivo, Ullmann (*apud* MACHADO, 1995) ao estabelecer as bases de uma “ciência do significado” propõe a noção de “campo associativo” para a formação de sentido, conhecimento. Nesse campo, o processo de aprendizagem resultaria de uma rede de associações dentre as quais estaria a linguagem figurada como as metáforas, comparações, entre outras. Mediante as associações forma-se uma rede de significados associados à palavra enunciada.

Nas ciências, as metáforas permitem a elaboração inclusive de teorias, modelos e conceitos científicos durante a explicação científica do objeto analisado, pesquisado.

Elas têm o poder de dedução, a sua função não é apenas heurística, mas também cognitiva, articulando a lógica da descoberta e a lógica da justificação ou, como cita Contenças (1999, p. 11), “uma boa metáfora em ciências será aquela capaz de sugerir novas hipóteses de investigação”. As metáforas, então, cumprem uma função cognitiva na construção de conceitos e definições científicas. Além disso, especialmente na Ciência, os argumentos narrados passam pela confirmação, “o conjunto de provas, seguido por uma refutação (*confutatio*), que destrói os argumentos adversários” (REBOUL, 2004, p. 57) para evitar contra-argumentos que refutem uma contradição sobre os argumentos abordados.

A linguagem da Ciência e do Ensino de Ciência pode ser observada como, por exemplo, no uso de metáforas como “código genético”, “hélice de DNA” para descrever elementos genéticos (CONTENÇAS, 1999). Nesse sentido, esses recursos de linguagem cumprem seu papel na construção do conhecimento e possibilitam o desenvolvimento da Ciência.

Para Contenças (1999), nos manuais escolares há uma reformulação, uma reconstrução do sentido do discurso produzido pelos cientistas. O processo de ensino requer a transposição dos argumentos científicos para o nível didático. Neste nível – no qual professores, LD e alunos se relacionam – há uma situação retórica uma vez que esta envolve um discurso argumentativo para cativar o consentimento dos alunos. Assim, a utilização de figuras de linguagem nos livros didáticos tem a finalidade de tornar as teorias, conceitos, definições mais acessíveis aos alunos e convencê-los dos argumentos ali presentes. A “transposição didática”, pode ser explicitada pela retórica; ensinar uma matéria é conferir-lhe uma clareza, uma coerência que ela não tem necessariamente como ciência; é passar da invenção à elocução e à ação, porém, muitas vezes em detrimento do conteúdo propriamente científico (FRASSON, 2006, CHEVALLARD *apud* MARANDINO, 2004).

Na transposição do saber científico em escolar os argumentos, conceitos, definições podem ficar distorcidos devido ao uso de metáforas (CONTENÇAS, 1999). Nesse caso, essa figura de linguagem não representa um argumento cognitivo, mas um discurso estilístico distanciando o conceito científico do escolar. Consequentemente não haverá formação de conhecimento científico, mas uma falsa aprendizagem fomentada na memorização de definições sem estipular relações com outros aspectos envolvidos em determinado conteúdo.

### 2.3 A Didática e o Livro didático: características e importância

A transposição didática, como elucidada nos tópicos anteriores, tem a finalidade de adaptar didaticamente o conteúdo científico para o LD. A didática, por sua vez, está relacionada a concepções que propõem uma visão sistêmica do processo de ensino e aprendizagem. No processo didático está estipulada a relação professor-aluno articulada a uma área de conhecimento específica (Biologia, Física, Química, etc). Esses três aspectos fundamentais aluno – saber disciplinas – professor constituem o triângulo didático proposto por Develay (1992, *apud* CARVALHO, 2009). A sistematização do conhecimento visa a transformação dos sujeitos em indivíduos críticos em relação ao meio social em que estão inseridos.

Comênio em 1651 em seu livro *Didática Magna* estabeleceu a primeira sistematização do discurso pedagógico relacionando aspectos técnicos com reflexões sobre o homem conforme o modo capitalista que estava surgindo. Citado por Legendre (1993, *apud* CARVALHO, 2009), Comenius lançou

[...] as fundações para uma nova pedagogia centrada na experiência, em exemplos concretos, em métodos intuitivos e dando atenção à ordem pela qual os estádios de desenvolvimento se seguem um ao outro (LEGENDRE, 1993, *apud* CARVALHO, 2009, p.35).

Segundo Alves (2005), essa organização do ensino, que se mantém até hoje, possui as seguintes características: a) *mestre medieval* que domina o conhecimento e o acervo cultural e, para ser economicamente viável é substituído pelo *mestre moderno* que detém parte do conhecimento e tem a função de transmitir esse conhecimento para uma grande quantidade de alunos; b) *manual didático* (ou, no caso desta pesquisa, o LD) – desenvolvido pelo mestre erudito como um instrumento de apoio ao trabalho do mestre moderno – com um conteúdo delimitado, um conjunto de lições e exercícios para fixar o programa de ensino; c) *alunos* organizados em grupos de acordo com o grau de instrução; d) *estabelecimento de ensino*.

De acordo com a organização das manufaturas, o trabalho didático para por um processo de racionalização no qual os professores executam seu trabalho com o auxílio de livros e outros recursos didáticos. Esse sistema gerou, a partir do século XX, abordagens de ensino tecnicistas cujo currículo escolar estava estruturado como se fosse uma linha de montagem da indústria (TARDIF, 2004). As concepções tecnicistas

definem com clareza os objetivos instrucionais e os passos necessários para atingi-los por meio de etapas instrucionais estabelecidas.

Nesse período e nos subsequentes, apesar da organização escolar ter permanecido a mesma (ALVES, 2005), pensadores como Herbart e Dewey procuraram desenvolver métodos didáticos segundo suas filosofias.

Herbart determinou um modelo didático de aprendizagem por percepção e repetição. Nesse processo o aluno era passivo aos “passos de Herbart” que consistiam em preparação, apresentação, associação, generalização e aplicação.

As obras de Dewey culminaram em uma revolução escolar como ativismo, educação nova ou escolanovismo. Esse movimento teve influencia nas práticas cotidianas escolares por inserir a criança no centro do programa educativo.

Mediante essa nova concepção, Dewey compreendeu a linguagem como instrumento do pensar. Nesse sentido, “embora a linguagem não seja o pensamento, é necessária ao pensamento e à **comunicação**” (DEWEY *apud* CALDEIRA; BASTOS, 2009, p. 18 – grifo à parte). Para ele, a linguagem e o pensamento estão relacionados aos significados.

Na década de 1970 houve a estruturação da Didática da Ciência. Profissionais das áreas de Ciências, reconhecendo os problemas que afloravam nas aulas de Ciências, entendendo que a metodologia tecnicista não solucionava os problemas detectados, adotaram visões construtivistas do processo de elaboração do conhecimento. Esse conhecimento relacionado à Ciência tinha o objetivo de tornar os alunos capazes de entender que o conhecimento científico não é absoluto e pode servir a interesses econômicos e políticos, sendo assim, sob essa nova perspectiva didática, Caldeira e Bastos (2009) elucidam o conhecimento como

[...] construção humana, isto é, como uma forma possível de representação da realidade, e não como a realidade em si mesma; ou – pode-se dizer ainda – o conhecimento aparece, nessas vertentes, como uma criação da mente humana que organiza a realidade e não como algo preexistente na natureza, à espera de ser descoberto (CALDEIRA; BASTOS, 2009, p. 22).

Como todas as mudanças conceituais na didática ao longo do tempo e com pesquisas realizadas atualmente, Libâneo (2008) tenta definir a Didática como estudo das relações entre ensino e aprendizagem que resultam da relação entre teorias do conhecimento, psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem, os conteúdos e

métodos particulares, os conhecimentos específicos e recursos que permitam a compreensão dos contextos socioculturais.

Em relação à Didática das Ciências o papel articulador de diferentes campos do conhecimento objetiva proporcionar aos alunos as situações mais favoráveis para seu crescimento intelectual e emocional e de sustentá-los em seu processo de aprendizagem específica. Isso resulta da utilização de linguagens gerando dados e informações que serão consolidados em conhecimentos a fim de oferecer várias possibilidades e habilidades para que novas significações sejam estabelecidas.

Assim, conforme Caldeira e Bastos (2009), a exposição do conhecimento científico deve possibilitar a aprendizagem num sentido epistemológico proposto por Bachelard, ou seja, tomando os fatos como ideias relacionando-os num sistema de pensamento. Essa forma de aprendizagem e reflexão, ou seja, estabelecimento de novas significações possibilita o entendimento do conhecimento biológico inter-relacionando suas especificidades. Para tal, a linguagem (argumentos), as habilidades cognitivas e os conceitos científicos devem estar interconectados. Esses elementos precisam estar presentes nos livros didáticos.

## **2.4 Livro didático e o saber escolar**

Os argumentos retóricos são empregados para transformar a linguagem erudita em linguagem acessível aos integrantes da escola e, assim, estabelecer comunicação entre o conhecimento científico e o escolar foram empregados no LD a fim de proporcionar aprendizagem.

Choppin (1992, *apud* CARVALHO, 2009) considera esse recurso didático como principal veículo dos valores que a instituição escolar transmite de acordo com a linguagem, o estilo, a seleção dos assuntos e textos, a organização e hierarquização dos conhecimentos que refletem os objetivos políticos, morais, religiosos, estéticos, ideológicos, mesmo que implicitamente.

Os LD tornaram-se o principal recurso para o trabalho docente a partir da década de 1980. Nesse período, o professor e os alunos ficaram subordinados aos livros adotados na escola para os quais o conhecimento científico era sinônimo de “conteúdos” (PARANÁ, 2008).

Entre as décadas de 1980 e 1990 identificou-se a existência de problemas de ordem conceitual e metodológica nos LD. Em 1996, professores de universidades públicas fizeram uma primeira avaliação pedagógica dos LD. Devido a melhorias na qualidade dos LD, esse instrumento tornou-se norteador da prática docente e o único material didático utilizado tanto pelo professor quanto pelo aluno. Dessa forma, a influência do LD sobre a prática pedagógica tornou-se superior à influência dos cursos de formação docente inicial ou continuada (CASCONI, 2009).

O LD, desde então, é visto como um meio de fácil veiculação de conhecimentos científicos além ser um recurso de fácil utilização diária por alunos e professores, permitindo, conseqüentemente, ampla penetração na comunidade escolar de todas as camadas sociais. Esse instrumento, de conforme alguns trabalhos (FERREIRA; SELLES, 2003; BITTENCOURT, 1997; MENDONÇA, et al, 2004) é utilizado como o único instrumento que orienta o trabalho dos professores e considerado o grande responsável pelos equívocos que muitos deles cometem. Mesmo quando não adotado na íntegra pelos docentes, constitui-se em um dos materiais mais consultados para prepararem suas aulas compondo grande parte das referências que o docente baseia-se para organizar o ensino.

Em relação ao uso exclusivo do LD um dos argumentos contrários é a lista de critérios para a análise dos manuais, orientados pelo MEC que avalia: 1) se a seleção dos conteúdos é adequada, 2) se esta obedece à progressão da aprendizagem planejada, 3) se o conjunto de conteúdos está de acordo com o currículo, 4) se a linguagem é precisa, se não existem erros conceituais, 5) se o texto das explicações é acessível aos alunos e 6) se as atividades apresentadas nos livros se preocupam em ajudar o aluno a entender o texto apresentado (BRASIL, 2007, p. 17).

Além desses critérios, Santo (2006) menciona que, segundo Gerard e Roegiers (*apud* BRASIL, 2007), existem funções essenciais do LD que são: 1) função de transmissão de conhecimentos; 2) de desenvolvimento de capacidades e de competências; 3) de consolidação das aquisições e aprendizagens; 4) de avaliação das aquisições; 5) de ajuda na integração das aquisições; e 6) de educação social e cultural. A aprendizagem, de acordo com essas orientações deve, portanto, envolver a vida cotidiana dos alunos e ampliar seu conhecimento de mundo para que, assim, o aluno não se limite à mera memorização dos conteúdos abordados.

Entretanto, observa-se que o modo de apresentação do conteúdo pelo LD foca no processo de ensinar e aprender fundamentado na concepção epistemológica que se

materializa na sequência didática de cada conteúdo a ser trabalhado. Sendo assim, o procedimento metodológico adotado pelos LD é uma forma de organização do ensino. Todavia, nos últimos anos, as coleções de obras didáticas não sofreram mudança em relação ao conteúdo e conceitos, aspectos de relevância considerável para o entendimento de processo e reações discutidos na disciplina de Ciências (NETO; FRACALANZA, 2003). Não obstante, as diretrizes e orientações das propostas curriculares de escolas e, inclusive, dos Parâmetros Curriculares Nacionais da área de Ciências, derivam desses fundamentos conceituais.

Amaral e Megid Neto (1997) afirmam que mesmo os autores de LD descreverem os fundamentos conceituais e os avanços educacionais na área de Ciências, em diferentes partes do livro, a implementação dessas ideias usualmente não se efetiva no texto do livro, nas atividades propostas, nem ao menos nas orientações metodológicas explicitadas ou implícitas na obra. Ainda segundo esses autores, em relação às coleções de LD de Ciências de 5ª a 8ª séries (na denominação atual, 6º ao 9º ano) do Ensino Fundamental, nota-se a presença de erros conceituais ou de preconceitos sociais, culturais e raciais, do senso comum. Nesse sentido,

[...] o conhecimento apresentado aos professores e seus alunos pelos livros didáticos de Ciências situa-se entre uma versão adaptada do produto final da atividade científica e uma versão livre dos métodos de produção do conhecimento científico (NETO; FRACALANZA, 2003, p. 154).

Ainda de acordo com esses autores, o LD não corresponde a uma versão fiel das diretrizes e programas curriculares oficiais, nem divulgam a risca a produção do conhecimento científico. O LD, então, “introduz ou reforça equívocos, estereótipos e mitificações com respeito às concepções de ciência, ambiente, saúde, ser humano, tecnologia, entre outras concepções de base intrínsecas ao ensino de Ciências” (NETO; FRACALANZA, 2003, p. 154).

Enquanto não há um livro que contemple os seguintes aspectos: 1) flexibilidade curricular, 2) abordagem interdisciplinar, 3) vínculo com o cotidiano (sócio histórico), 4) atendimento à diversidade cultural e regional, 5) atualidade de informações, 6) estímulo à curiosidade, à criatividade e à resolução de problemas, Neto e Fracalanza (2003) propõem usufruir do livro de forma alternativa divulgando outras fontes de pesquisa; e investir na produção de manuais com melhor qualidade gráfica, maior

diversidade de textos e ilustrações, e atividades melhor elaboradas de maneira a articular diversas áreas do conhecimento.

### **III- A PESQUISA**

#### **3.1 Sobre os procedimentos metodológicos**

Esta pesquisa foi elaborada por meio de uma abordagem qualitativa a qual, segundo Godoy (1995), tem como característica um caráter descritivo com enfoque dedutivo dos componentes dos significados presentes nos elementos de análise. Foi realizada a seleção de LD no quesito Respiração celular dos vegetais recortando textos e imagens desse item. Tanto o conteúdo textual como as representações pictóricas foram submetidas a Análise retórica devido a relação da retórica na comunicação de na pesquisa social científica conforme descrevem Bauer e Gaskell

Um elemento essencial da atividade científica é “comunicar”, e isso implica persuadir os ouvintes que algumas coisas são importantes e outras não. A persuasão nos leva à esfera tradicional da retórica como a “arte de persuadir”. Por conseguinte, nós consideramos a pesquisa social científica como uma forma de retórica com meios e normas específicas de engajamento (BAUER; GASKELL, 2007, p. 28).

Esta pesquisa, por meio da análise argumentativa dos elementos (texto, figuras e esquemas) presentes nos LD como processo de comunicação científica, caracteriza um diagnóstico qualitativo do que chamamos de conteúdos argumentativos do tema respiração celular de cinco coleções de livros de Biologia do Ensino Médio.

#### **3.2 Apresentando os livros analisados**

Foram analisadas cinco coleções de livros de Biologia do Ensino Médio (PEZZI; GOWDAK; MATTOS, 2010, AMABIS; MARTHO, 2010, SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010, JÚNIOR; SASSON; JÚNIOR, 2010) aprovados pelo PNLD 2012 (Plano Nacional do Livro Didático), enfocando a abordagem do processo de respiração das plantas. Cada coleção apresenta três livros; assim, foram analisados um total de quinze LD. Esses livros foram escolhidos porque, devido a sua aprovação pelo MEC (Ministério da Educação), estão disponibilizados para utilização dos alunos durante o

ano de 2012 em diversas escolas a partir da opção realizada pelos professores de Biologia de cada instituição.

Inicialmente, para o desenvolvimento desta pesquisa, houve um interesse em analisar livros de Ciências. Entretanto, estes foram trocados pelos de Biologia porque os livros de Ciências não apresentam os conceitos básicos das ciências biológicas como o aspecto evolutivo, por exemplo. Os livros voltados para o Ensino Médio, por sua vez, inserem os elementos evolutivos e abordam os conteúdos de maneira mais complexa estabelecendo diálogo entre diferentes informações, isto é, são referenciados, além dos elementos evolutivos, termos ecológicos, aspectos fisiológicos, noções de química, entre outros.

No início de cada ano as editoras dos LD aprovados pelo PNLD enviam suas coleções às escolas para os professores escolherem as que irão adotar no ano seguinte. Após a escolha, alguns professores apanham esse material para compor sua biblioteca particular. Devido a isso houve dificuldade em encontrar as coleções nas escolas. Os livros que ficaram disponíveis na biblioteca das escolas foram as coleções que os alunos estão utilizando este ano (AMABIS e MARTHO, 2010), as que os professores já tinham as edições anteriores (CÉSAR e SEZAR, 2010 e SÔNIA LOPES, 2010) ou não tiveram interesse (SANTOS, AGUILAR e OLIVEIRA, 2010).

### **3.3 A análise argumentativa e caminhos percorridos**

Os dados desta investigação de caráter qualitativo foram submetidos à análise argumentativa das teorias apresentadas nos estudos de Contenças (1999), Breton (2003), Reboul (2004) e Leach (2007) à luz de como ocorre a transposição didática. Esses mostram a comunicação/argumentação no fazer pedagógico para compreender a informações disponíveis em textos e ilustrações bem como o movimento e influência do conteúdo textual, a partir da definição da retórica como análise dos atos de persuasão. Esses atos podem ser denominados de argumentos (MARTIN; VEEL *apud* LEACH, 2007).

Os argumentos, por sua vez, podem ser examinados por meio da análise argumentativa descrita por Liakopoulos (2007). Essa análise tem como objetivo registrar “como afirmações são estruturadas dentro de um texto discursivo [retórico], e avaliar sua solidez” (LIAKOPOULOS, 2007, p. 219). Nessa perspectiva, os argumentos

são analisados tanto como processo e como produto. Como processo se refere às afirmações usadas para compor o discurso. O argumento como produto resulta da maneira como os argumentos caracterizam o discurso.

O exame das argumentações do livro didático com base nas figuras de retórica observa a forma como o texto está organizado e as figuras de linguagem (metáforas) utilizadas no processo de transposição didática.

O primeiro passo metodológico foi efetuar o exame dos três volumes das coleções escolhidas. O segundo passo foi a procura do item sobre o processo de respiração celular dos vegetais. Uma vez feita essa busca, vimos que a explicação da respiração celular dos vegetais está presente apenas no primeiro volume no conteúdo de Citologia, isto é, a célula e suas organelas – entre elas, a mitocôndria envolvida no processo de respiração celular. O terceiro passo foi então o exame dos conteúdos argumentativos presentes nos LD.

Quanto à análise dos textos e das figuras foram considerados: 1) as diferentes linguagens e metáforas empregadas nas explicações do conteúdo científico escolar e 2) o estilo e disposição dos argumentos e a sequência das ideias nos textos a fim de identificar o que o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) define como princípio da progressão – em que a disposição dos conteúdos deve orientar o desenvolvimento de estruturas de pensamento em escala crescente de *complexidade* em função do amadurecimento do aluno.

#### IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A descrição dos resultados será elucidada de acordo com o tipo de argumentação e elementos argumentativos como, por exemplo, as figuras de linguagem sobre cada um dos aspectos da respiração celular dos vegetais (célula vegetal, organela celular – mitocôndria, fisiologia vegetal, aspectos evolutivos e ecologia) presentes nos livros analisados. Posteriormente, serão destacados os aspectos peculiares e comuns dos LD.

Para facilitar a descrição, os LD serão citados da seguinte maneira:

Livro 1 – Biologia. Volume 1.

Autores: Antônio Pezzi, Demétrio Ossowski Gowdak e Neide Simões de Mattos.

Livro 2 – Biologia. Volume 1.

Autores: José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho.

Livro 3 – Biologia: Ensino Médio. 1º ano.

Autores: Fernando Santiago dos Santos, João Batista Vicentin Aguiar e Maria Martha Argel de Oliveira (Org.).

Livro 4 – Biologia. Volume 1.

Autores: César da Silva Júnior, Sezar Sasson e Nelson Caldini Júnior.

Livro 5 – Bio. Volume 1.

Autores: Sônia Lopes e Sérgio Rosso.

Será apresentada a análise das coleções dos livros de Biologia. Como o conteúdo sobre respiração celular dos vegetais foi encontrado apenas no volume 1 de cada coleção, será feita apenas a análise desses livros.

A análise retórica será realizada conforme cada assunto sobre a respiração celular dos vegetais está descrito e organizado em cada LD.

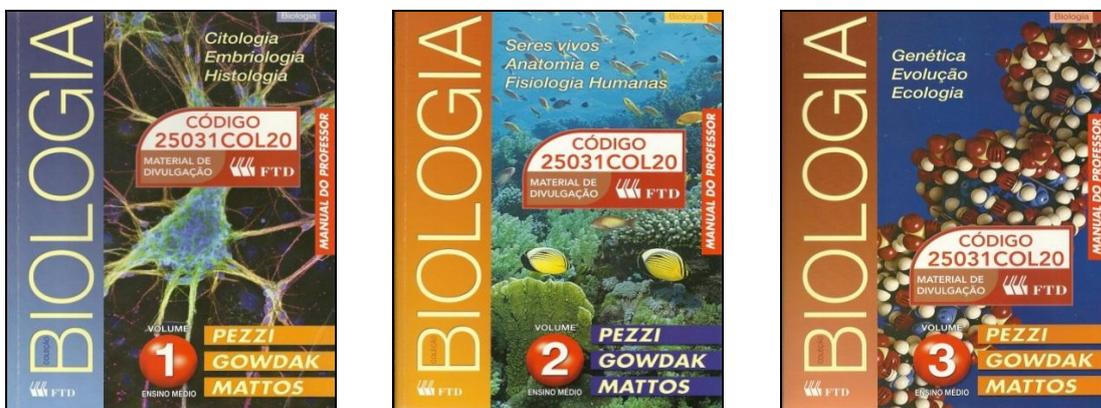
Após a análise dos livros, será abordada uma explanação geral sobre as características argumentativas dos volumes verificados e as conjecturas vinculadas ao processo de aprendizagem.

A coleção “Biologia” de Pezzi, Gowdak e Mattos (2010) (figuras a seguir), assim como as outras, é composta por três livros, um para cada ano do Ensino Médio padrão<sup>2</sup>. O volume 1 (primeira das figuras seguintes) apresenta na capa a imagem de

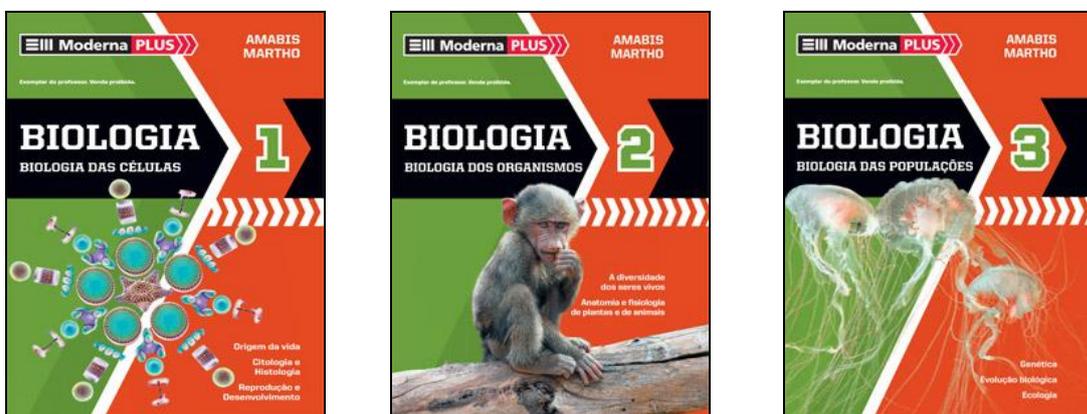
---

<sup>2</sup> Considerando o Ensino Médio com duração de três anos.

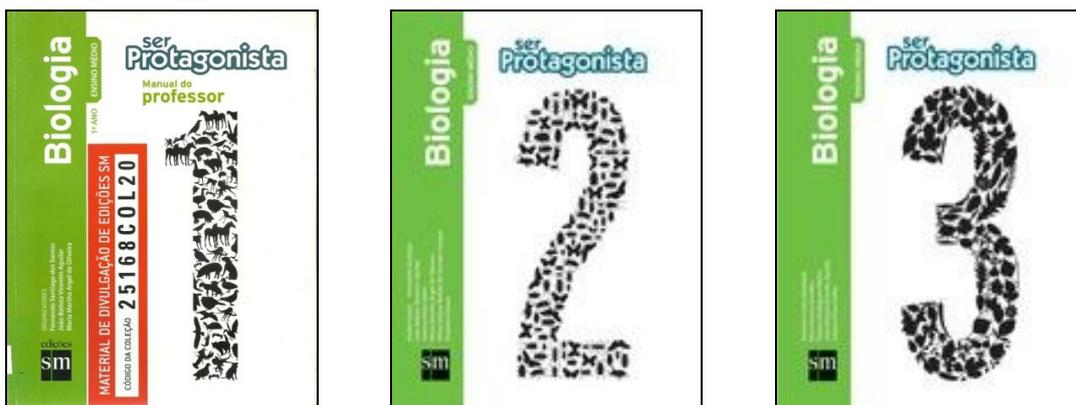
células nervosas (neurônios) sob a ótica microscópica. Essa figura condiz com o conteúdo predominante desse volume no qual será abordado como principal a citologia – estudo da célula, e caracteriza uma metonímia na qual o neurônio (parte) representa todas as demais células (todo).



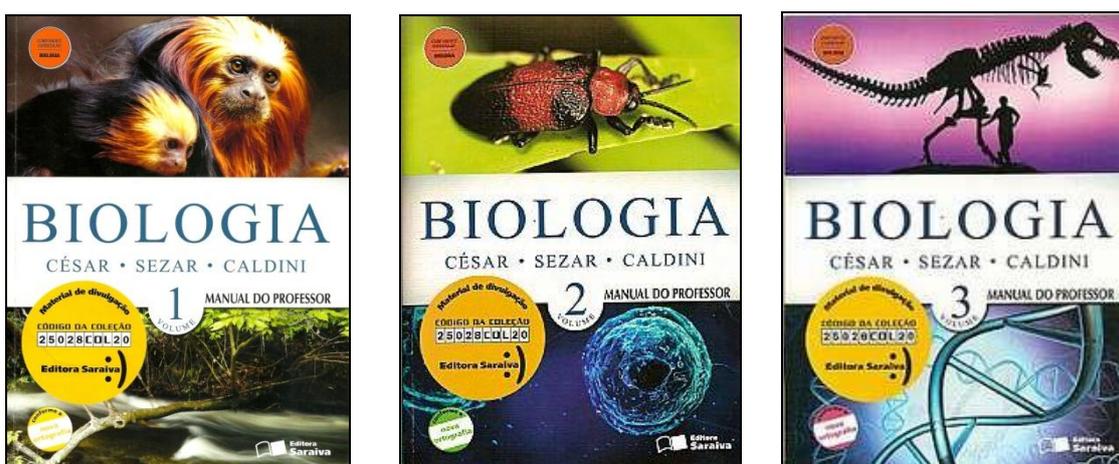
No volume 1 (primeira das figuras abaixo), da coleção “Biologia” de Amabis e Martho (2010) há na ilustração da capa uma montagem de algas unicelulares que formam uma espécie de mosaico remetendo a ideia da união e organização celular para a formação de um organismo.



Na capa do volume 1 (primeira das figuras seguintes) da coleção “Biologia” de Santos, Aguilar e Oliveira (2010), coleção “Ser protagonista”, há uma montagem com a figura da sombra de diferentes animais compondo um número arábico “um” referente do volume 1 desta coleção. Essas sombras – se caracterizam como metonímia – indicam de maneira limitada a diversidade de organismos vivos.



Júnior, Sasson e Júnior (2010), conhecidos e publicados como César, Sezar e Caldini apresentam na capa do livro do volume 1 (primeira das figuras seguintes), acima do título, a figura dois micos-leão-dourados que configuram relações de proximidade entre os conceitos que serão ensinados com os exemplos citados, como é o caso dos primatas brasileiros. A representação desses animais que estão em extinção remete a importância do conhecimento para a preservação dos organismos. Essa imagem dos micos-leão-dourados, filhote e progenitor, revela a ideia de reprodução e, conseqüentemente, de perpetuação da espécie no sentido de ciclo da vida no qual os organismos nascem, crescem, se desenvolvem, se reproduzem (deixando descendentes) e morrem. Abaixo do título do livro, a fotografia de um riacho com plantas às margens direciona o conceito de interação dos seres vivos (vegetais) com o meio ambiente estabelecendo um equilíbrio ecológico.



O volume 1, de Lopes e Rosso (2010) apresenta na capa (primeira das figuras seguintes), na porção central à direita, a fotografia de uma borboleta em cima do

maxilar, próximo às narinas, de um jacaré. Essa representação pictórica caracteriza uma metonímia representando os seres vivos, porém, limitando-os aos animais. Abaixo do título do livro (“Bio”) há uma imagem do fundo do mar – recife de corais – representando o conjunto da individualidade na formação do todo (metonímia). Esse recurso de linguagem determina uma comparação entre a organização/composição celular na constituição dos organismos multicelulares como, por exemplo, a borboleta, o jacaré e o peixe.



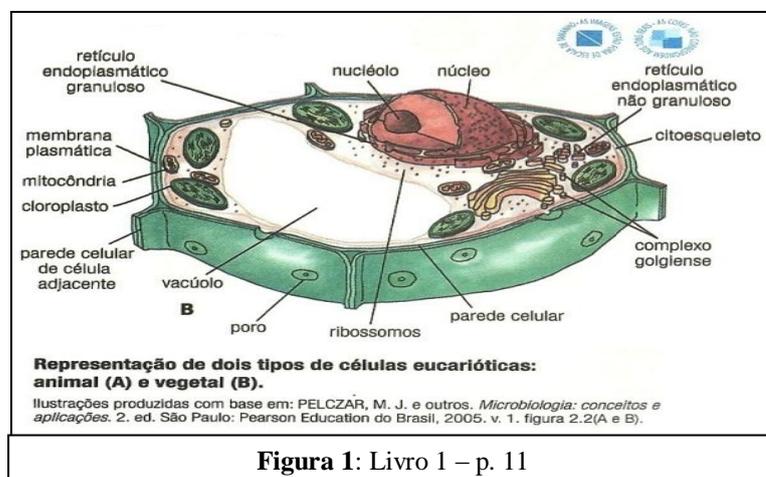
A análise retórica será abordada conforme os tipos de argumentos verificado nos assuntos sobre a respiração celular dos vegetais (célula vegetal, mitocôndria, fisiologia vegetal e aspectos evolutivos e ecológicos) e como são organizados em cada LD.

Após a análise dos livros, será realizada uma explanação geral sobre as características argumentativas de cada assunto relacionado à respiração celular dos vegetais nos volumes verificados e as conjecturas vinculadas ao processo de aprendizagem.

#### 4.1 Sobre a Célula vegetal

Com esse roteiro sobre a célula vegetal, um dos elementos importante para a compreensão do processo de respiração celular dos vegetais, foi possível observar no Livro 1 a figura representativa de uma célula vegetal (Figura 1) para ilustrar e complementar a introdução sobre Citologia. Essa, assim como os demais recursos visuais, conforme citado por Santos e Oliveira (2012), são utilizados para auxiliar a

explicação das ideias e informações contidas no livro, são um meio de reconhecimento das informações descritivas. A função das ilustrações é tornar as informações mais claras, estimulando a compreensão e a interação entre leitores e o texto científico. A imagem possibilita uma visualização agradável da página. Em textos muito longos, ela rompe o ritmo cansativo da leitura. As figuras devem, portanto, estar dispostos de maneira a complementar o conteúdo escrito e facilitar a compreensão do fenômeno/conceito explicitado. E é dessa maneira que as imagens atreladas ao conteúdo de respiração celular dos vegetais estão dispostas nos livros analisados. As figuras compõem um texto com uma outra forma de representação e, devido a isso, também se caracterizam como argumentação.

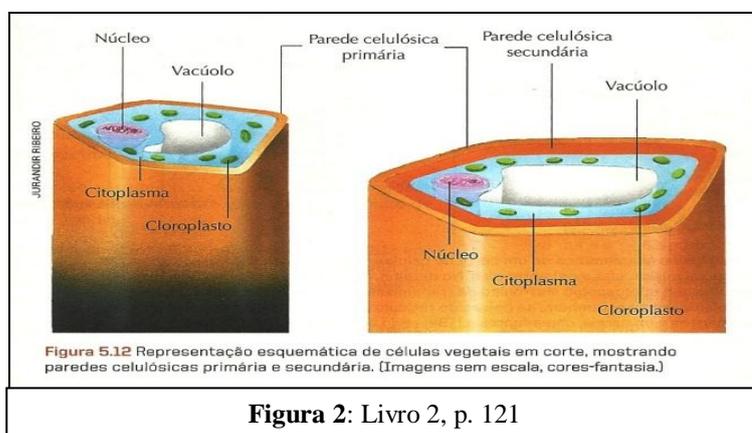


**Figura 1:** Livro 1 – p. 11

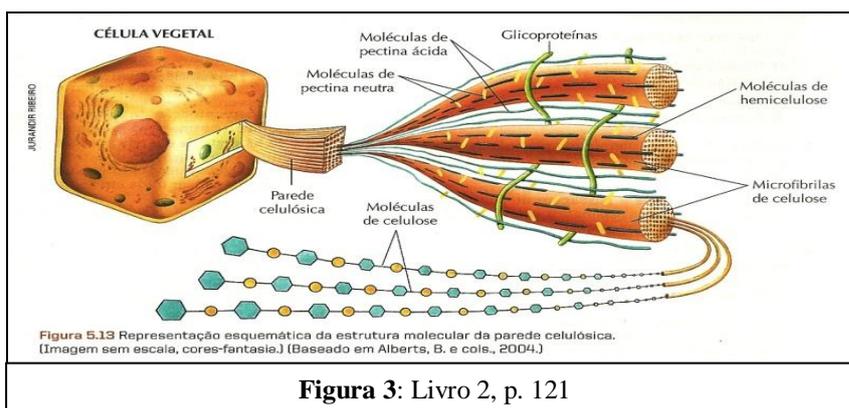
Essa figura (Figura 1), mesmo com cores fantasia utilizadas para diferenciar as organelas e estruturas celulares em proporções diferentes da realidade, revela a presença de mitocôndrias, organelas nas quais ocorre o processo de respiração celular. Nesse caso, a figura e as representações e definições que transmitem caracterizam um argumento descritivo o qual, conforme Reboul (2004), dá sentido ao termo definido. A presença da mitocôndria revela a ocorrência da respiração celular nos vegetais como também é observado nessas mesmas descrições nos outros LD. Sendo assim, é possível estabelecer uma relação entre a presença da estrutura e, conseqüentemente, da reação fisiológica determinando uma argumentação por meio da metonímia. Essa figura de linguagem designa um objeto pelo nome do outro estabelecendo uma relação lógica que pode ser por causa e efeito de modo que é possível substituir um elemento pela citação de outro ao qual se relaciona (BRETON, 2003). Assim, por meio da metonímia ocorre a transferência de atributos e características de uma coisa a outra (LEACH, 2007). Os

autores também empregam um argumento de autoridade ao mencionar Pelczar, um microbiologista reconhecido mundialmente, como fonte de obtenção dos dados da figura elementos presentes. A citação desse estudioso legitima a informação descrita em vista de competência e reconhecimento desse pesquisador (REBOUL, 2004, BRETON, 2003).

Após a descrição sobre parede celulósica – ausente nas células animais –, no Livro 2, há uma figura representando essa e outras estruturas (Figura 2) que também são exclusivas das células vegetais como vacúolo e cloroplasto. Representar apenas essas estruturas caracteriza um argumento por metonímia. A omissão das outras organelas entre as quais a mitocôndria pode dificultar a compreensão da célula vegetal bem como suas reações de forma complexa.

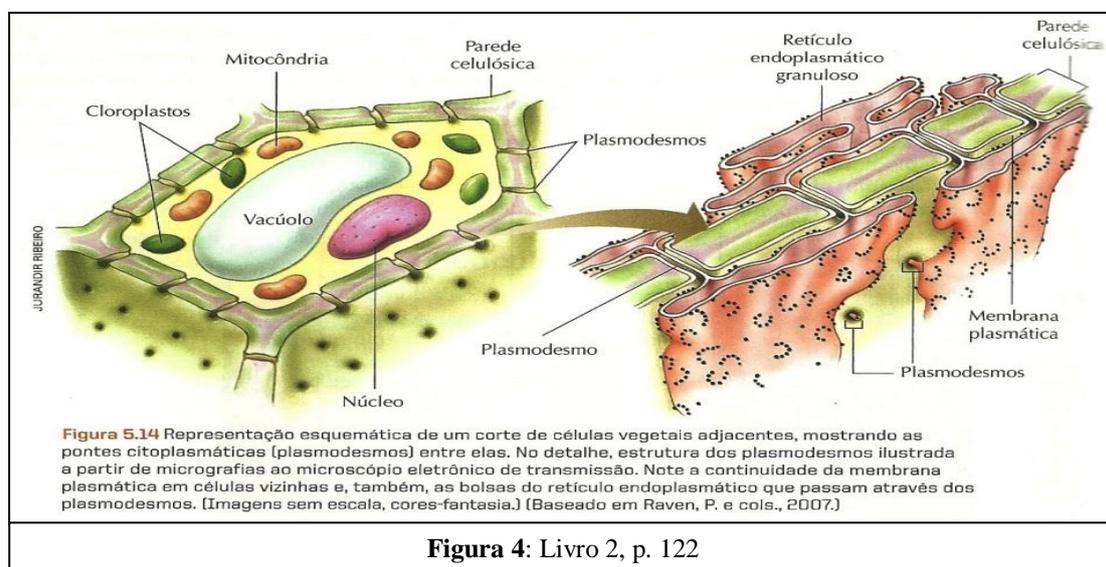


Na sequência da figura 2 e ainda na mesma página do Livro 2, depois da explicitação das características moleculares da parede celulósica, está inserida um desenho para ilustrar o texto (Figura 3). Já na figura a célula vegetal é representada com outras organelas, inclusive a mitocôndria, além dos cloroplastos possibilitando uma compreensão mais abrangente e mais próxima da célula vegetal.



Essa forma mais complexa de representar a célula é um argumento descritivo por abordar, por meio desse recurso visual, a estrutura celular. A legenda emprega um argumento de autoridade indicando a fonte (Alberts, autor reconhecido na área de Biologia celular) na qual se buscou a fundamentação do desenho oferecendo mais veracidade e credibilidade à explicação por meio da imagem.

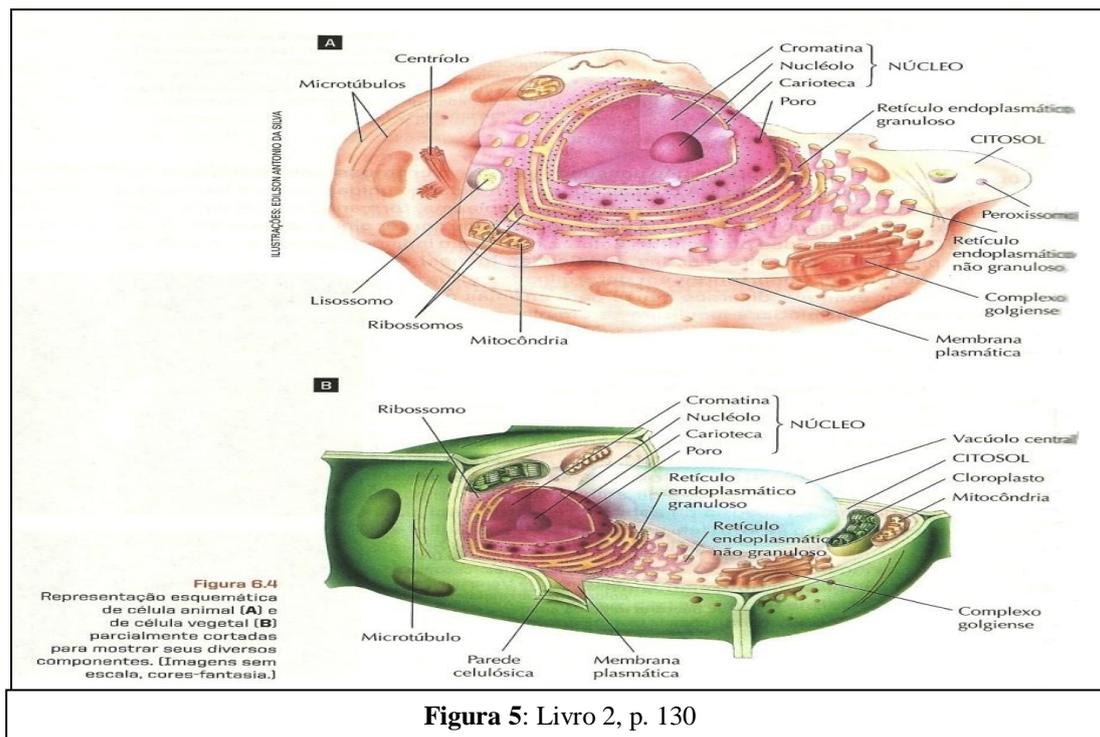
No tópico subsequente do livro, ao explicar os plasmodesmos, uma estrutura peculiar das células vegetais, a figura da célula (Figura 4) representa, corretamente, a presença de mitocôndrias mesmo com proporções incorretas as quais são informadas na legenda da imagem. As figuras de mitocôndrias representam um argumento de metonímia, ou seja, a presença dessas organelas nas células vegetais condiciona a presença da respiração celular nas plantas.



**Figura 4:** Livro 2, p. 122

Essa imagem também utiliza o argumento de autoridade citando o botânico Raven como fonte de obtenção das informações e ilustração para a composição da figura 4.

Para abordar o citoplasma das células eucarióticas os autores inserem imagens paralelas de uma célula animal e vegetal (Figura 5) como argumento de comparação entre as organelas e, conseqüentemente, as reações que ocorrem em cada célula/organismo.

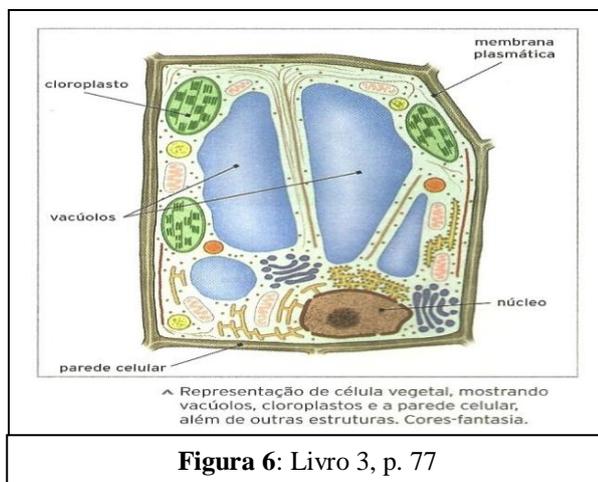


Na comparação entre as células nota-se a forma como as organelas – mitocôndria e cloroplasto – estão dispostas e nomeadas paralelamente estabelecendo uma relação entre as estruturas e suas reações. A comparação constitui um vínculo entre duas realidades colocando-as de maneira aceitável entre uma realidade e outra (BRETON, 2003). Assim, a apresentação da célula vegetal de maneira comparativa possibilita a clara compreensão de que a respiração celular também ocorre nas células vegetais reforçando a explicação evolutiva do surgimento da mitocôndria.

Sobre a apresentação das células no Livro 2 bem como os argumentos empregados pode-se considerar que as várias e diferentes representações das células e sua estrutura interna evidenciando suas organelas contribuem para a compreensão de que as células vegetais possuem mitocôndria e, conseqüentemente, realizam a respiração celular.

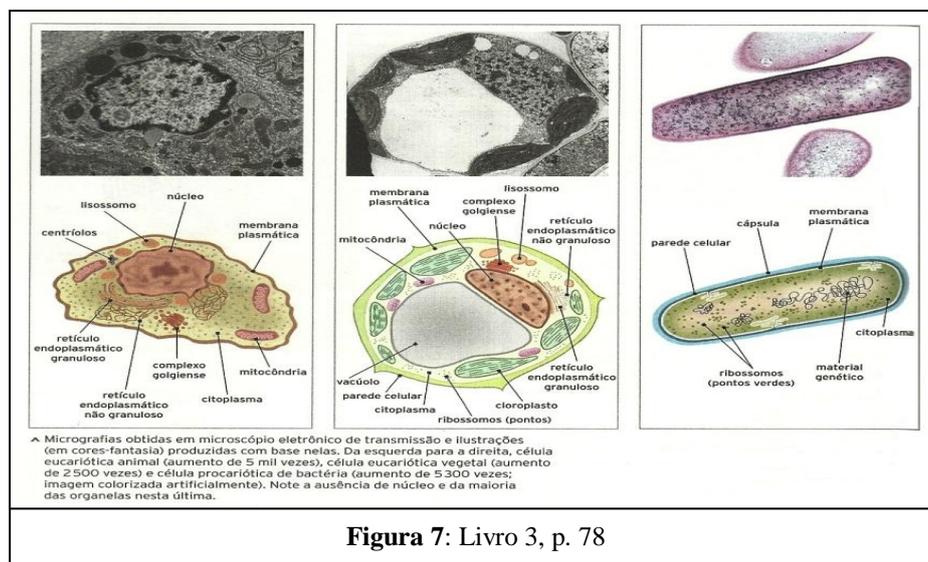
Para abordar as características celulares, no Livro 3 há a imagem esquemática de uma célula vegetal (Figura 6) que, mesmo nomeando apenas as estruturas exclusivas, revela todas as organelas ali presentes, inclusive a mitocôndria. Devido a possível intenção do autor em caracterizar as estruturas exclusivas da célula vegetal a mitocôndria não é representada e destacada como uma organela particular dessa célula. Isso desvia a atenção do leitor apenas para as peculiaridades da célula vegetal

dificultando a compreensão do processo de respiração celular dos vegetais. Nesse formato, a imagem assume o papel de argumento descritivo.



**Figura 6:** Livro 3, p. 77

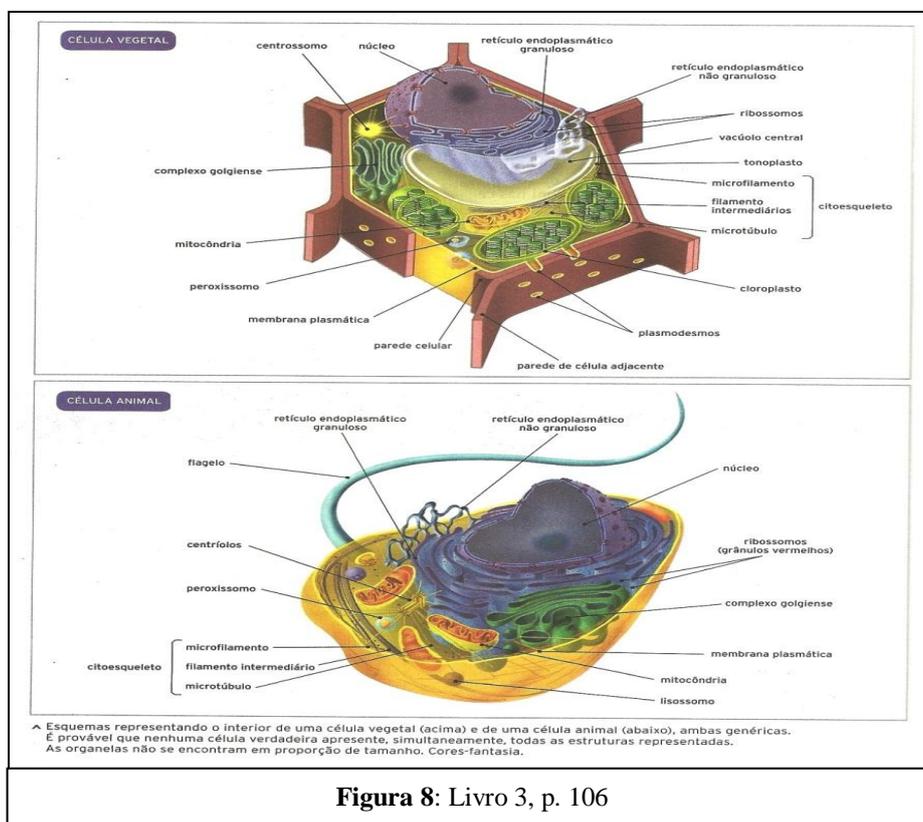
Ao abordar diferenciar células pro e eucarióticas, a explicação no texto é seguida de figuras comparativas de esquemas e micrografias das células animal, vegetal e bacteriana (Figura 7). A ilustração esquemática é o argumento descritivo e as micrografias caracterizam-se como argumento de autoridade uma vez que serve como prova, comprovação do esquema.



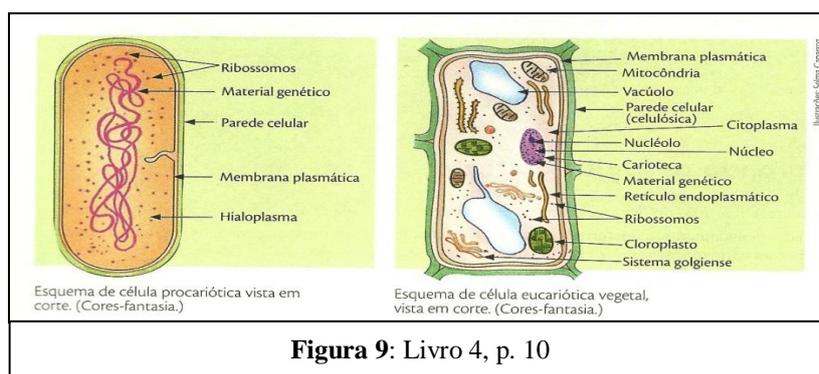
**Figura 7:** Livro 3, p. 78

O argumento de comparação empregado por meio dessas imagens evita explicações repetitivas sobre as mesmas reações e possibilitam ao leitor, compreender em quais organismos cada reação ocorre devido à presença de determinada organela em

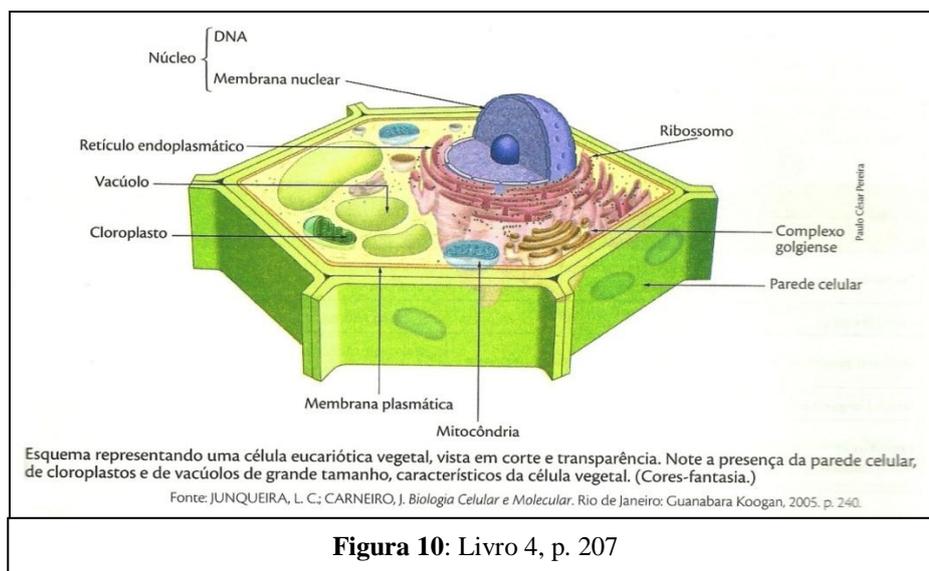
suas células. Dessa forma, quando os autores escrevem “... mitocôndrias, organelas presentes em células eucarióticas” (Livro 3, p. 78) o auditório saberá que as reações que ocorrem na mitocôndria sucedem também nos vegetais. O mesmo ocorre com as figuras comparativas entre célula animal e vegetal (Figura 8).



No livro 4, logo no primeiro capítulo sobre a “Identidade da vida” os autores citam a célula vegetal (Figura 9) como exemplo de célula eucariótica. O argumento pelo exemplo, para Breton (2003) e Reboul (2004), é um elemento proposto como norma vai do fato à regra. Assim, o exemplo da célula vegetal como eucariótica caracteriza as plantas como seres vivos e, também, como organismos capazes de realizar respiração celular.

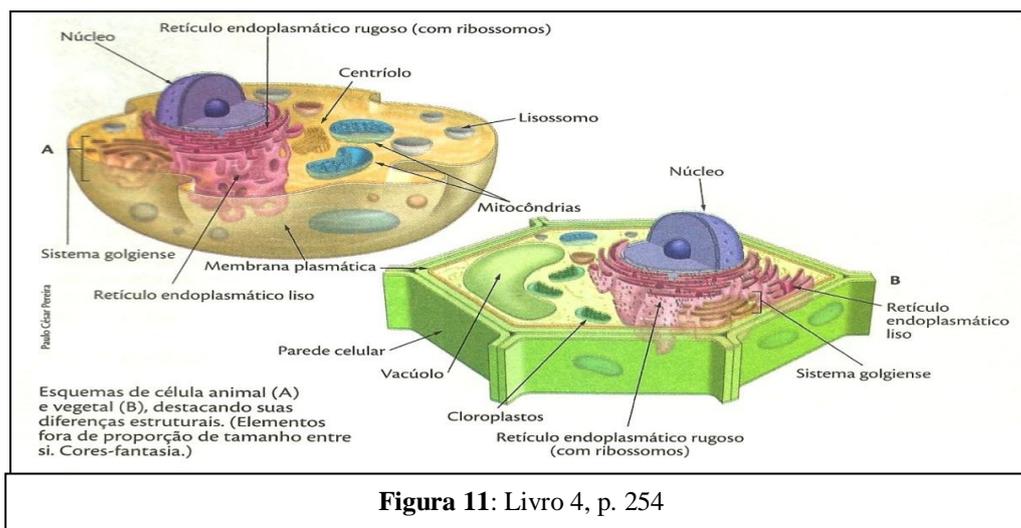


Na explanação sobre células, após as explicações, é inserida a imagem de uma célula vegetal (Figura 10) representada corretamente e, assim como algumas figuras dos livros descritos anteriormente, com a citação da fonte de obtenção dos dados, neste caso, a de Junqueira e Carneiro – estudiosos em biologia celular e molecular – configurando um argumento de autoridade.



**Figura 10:** Livro 4, p. 207

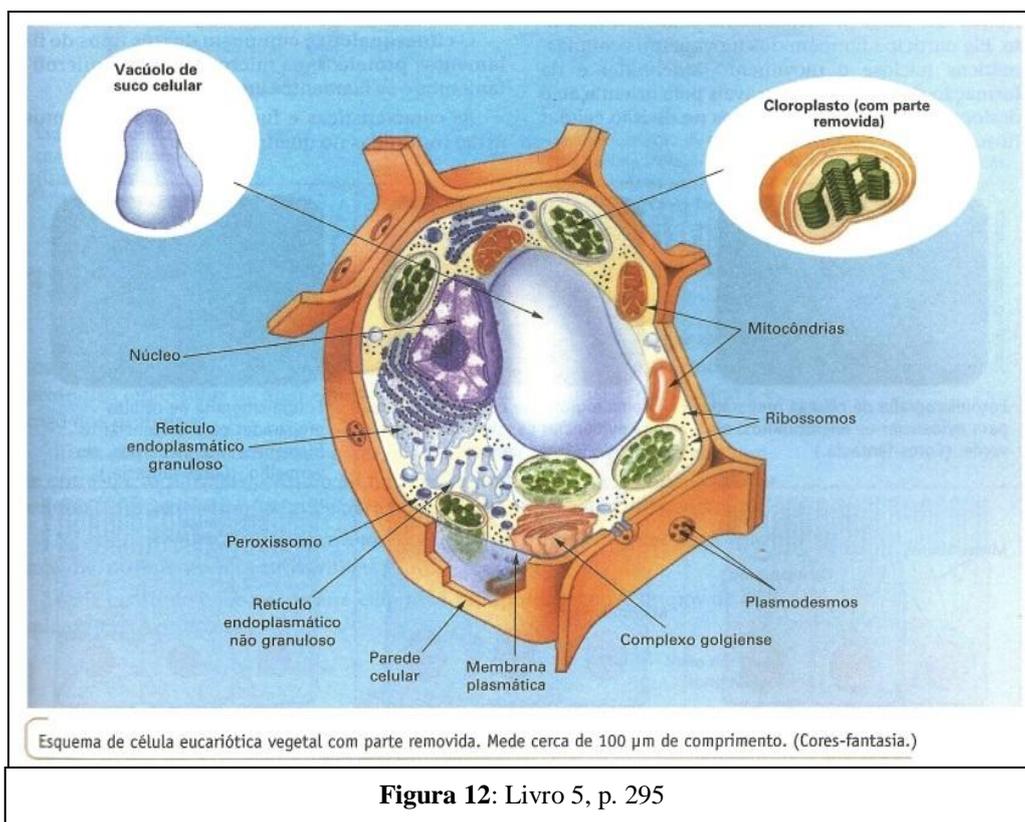
Na comparação entre as células animal e vegetal (Figura 11) a mitocôndria presente nesta célula não é intitulada<sup>3</sup>.



**Figura 11:** Livro 4, p. 254

<sup>3</sup> Esse equívoco pode não ter sido intencional uma vez que todas as outras organelas são apontadas pelos nomes que lhes são atribuídos. Nesse caso, a comparação entre as células, destacando a mitocôndria, deverá ser apontada: a) pelo professor ao utilizar essa figura para ilustrar suas explicações, e b) pelo olhar atento do leitor tomando como referência os conceitos e informações abordadas anteriormente nos textos e demais figuras do livro.

Após a citação dos elementos das células eucarióticas (animal e vegetal) no livro 5 há imagens de cada uma delas. Na representação da célula vegetal (Figura 12) todas as estruturas são nomeadas e são destacadas apenas as organelas exclusivas dessa célula o que pode desviar a atenção do leitor apenas para as estruturas em destaque. Nesse caso, a figura é um argumento descritivo.



Quanto à abordagem das características celulares, com o destaque das células vegetais, observa-se a ocorrência de argumentos descritivos e comparativos nos LD. A descrição, principalmente por meio de imagens (Figuras 1, 3, 6, 7 e 11), evidencia a estrutura básica que forma os vegetais e as estruturas responsáveis por desempenhar as funções vitais desses organismos. Nesse sentido, a descrição também se caracteriza como metonímia. A comparação (Figuras 5, 7, 8 e 11) estabelece relações de semelhança entre diferentes estruturas e aproximam o conhecimento novo, como, por exemplo, o processo de respiração das plantas, com o conhecimento já adquirido, a respiração dos animais.

Além desses argumentos também há o de autoridade (Figuras 1, 3, 4, 7 e 9) empregado como subsídio para a explicação desenvolvida pelos autores.

## 4.2 Sobre a Mitocôndria

O Livro 1 para introduzir a explicação sobre a estrutura e reações da mitocôndria, é observada a citação de células que apresentam uma grande quantidade dessa organela no seu citoplasma (citação 1).

**(Citação 1)** *“As mitocôndrias, organelas encontradas em todas as células eucarióticas e responsáveis pela respiração celular, [...] Seu número é variável, sendo maior nas células com grande atividade metabólica, como, por exemplo, as fibras musculares.”* (Livro 1, p. 52).

Ao discorrer sobre a mitocôndria, é citado que ela está presente nas células eucarióticas, como é o caso das vegetais, mas destaca a presença dessa organela nas fibras musculares, células animais. Essa exemplificação, argumento que fundamenta a estrutura do real, pode compor um argumento que vai do fato à regra (REBOUL, 2004) limita, assim, o entendimento da presença dessas organelas em todas as células eucarióticas mesmo sendo citadas.

Especificamente sobre a mitocôndria, os livros 2 e 5 apresentam apenas a descrição da sua morfologia interna e externa e a sua função sem mencionar em que tipo de células estão presentes. Essa informação já foi explicitada ao descrever a célula tanto por meio dos textos como pelas imagens.

Os autores do Livro 3 ao discutirem sobre as mitocôndrias empregam o argumento de exemplo (citação 2) ao citar células que possuem uma grande quantidade dessa organela em seu citoplasma.

**(Citação 2)** *“Sua abundância no interior das células é muito variável, mas tende a ser maior em células com atividade mais intensa. Uma célula hepática (do fígado) [...] nos ovócitos ou óvulos.”* (Livro 3, p. 112).

Os exemplos referidos podem limitar a compreensão da presença da mitocôndria em células vegetais, mesmo citando as células reprodutoras. Entretanto, essa exemplificação é complementada com o argumento explicativo sobre a origem dessa organela nas células (citação 3).

**(Citação 3)** *“As mitocôndrias de animais e plantas com reprodução sexuada originam-se sempre a partir daquelas que estão presentes no óvulo.”* (Livro 3, p. 112).

Ao concluir a explicação sobre todo o processo de respiração celular, o texto é finalizado com outro exemplo de células com grande quantidade de mitocôndrias (citação 4). Apesar de ser apenas um exemplo da inferência sobre o número de mitocôndrias no citosol das células e não na presença ou ausência, a exemplificação limitada a células animais, pode contribuir para uma generalização ou passar a adotar o exemplo como modelo.

**(Citação 4)** *“O número de mitocôndrias por célula varia muito. É maior naquelas que apresentam intensa atividade de liberação de energia para o trabalho celular, como é o caso das células musculares e nervosas.”* (Livro 3, p. 131).

Na explicação sobre a mitocôndria no Livro 4 são mencionados exemplos de organismos que possuem essa organela (citação 5) constituindo um argumento por metonímia, a saber: a presença da organela indica a ocorrência da respiração celular.

**(Citação 5)** *“As mitocôndrias são orgânulos presentes nas células de animais, vegetais [...]”* (Livro 4, p. 248).

Os livros 1 e 3 ao exemplificar em quais tipos de células a mitocôndria é encontrada em maior quantidade (citação 1, 2, 3 e 4) limita a concepção da mitocôndria como uma estrutura celular animal o que poderá ser um obstáculo para que o aluno compreenda que o processo de respiração celular também ocorre nos vegetais.

A argumentação por metonímia (citação 5) e a inferência explícita da presença da mitocôndria nas plantas (citação 3 e 5) é importante para que o auditório aprenda o conteúdo que está sendo analisado.

### 4.3 Sobre a Fisiologia da célula vegetal

No capítulo, do Livro 1, sobre Respiração celular, esse processo é definido (citação 6), resumidamente, de forma clara e correta bem como em quais organismos ocorre.

**(Citação 6)** *“A respiração celular é o processo de liberação de energia dos compostos orgânicos, sendo a glicose a molécula mais utilizada pelos seres vivos.”* (Livro 1, p. 61)

Já no capítulo seguinte, sobre Fotossíntese, na introdução, a glicose *“é o mais importante desses açúcares, pois serve de fonte energética para os demais seres vivos não fotossintetizantes, entre os quais se inclui o ser humano.”* (Livro 1, p. 70 – grifo nosso), a importância desse carboidrato passa a ser contraditória e ausente nos vegetais em relação ao que foi abordado no capítulo anterior. Nesse sentido, ao declarar que a glicose é a fonte dos seres não fotossintetizantes, exclui a importância desse carboidrato para as plantas, logo, não ocorre respiração nesses organismos. O aluno pode formar a seguinte sequência lógica:

Premissa 1 – A respiração celular utiliza a glicose para produzir energia.

Premissa 2 – A glicose é fonte de energia para os organismos não fotossintetizantes.

Conclusão – Logo, somente os seres não fotossintetizantes realizam respiração celular.

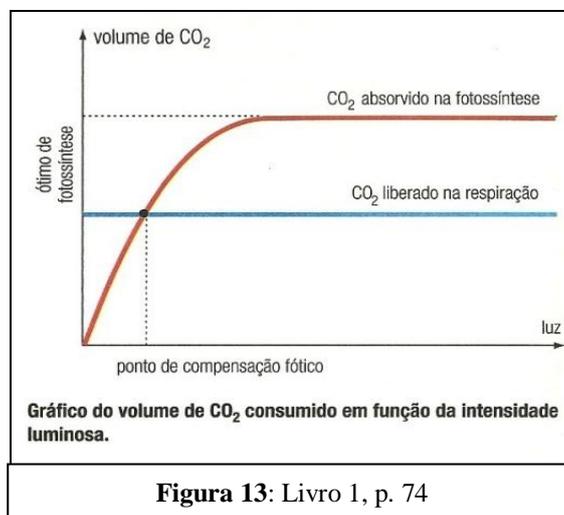
Sendo o argumento científico encontrado na lógica para a qual a conclusão é o resultado das premissas (LIAKOPOULOS, 2007), a elaboração dessa estrutura interpretativa pode distorcer os conceitos científicos transpostos no LD.

No final do capítulo sobre Fotossíntese, no tópico “Fotossíntese e respiração”, está inscrita (citação 7) a presença dessas duas reações fisiológicas nos vegetais bem como a relação entre eles. Nessa seção é explicitada a utilização da glicose (açúcares) no processo de respiração celular por meio do argumento descritivo.

**(Citação 7)** *“O processo da respiração [...] ocorre dia e noite sem cessar, durante a vida da planta, com consumo de  $O_2$  e de açúcares produzidos na fotossíntese.”* (Livro 1, p. 74).

Na sequência é abordada a equivalência da taxa de respiração e fotossíntese elucidando que os dois processos ocorrem nos vegetais. Isso também é representado por

meio de um gráfico (Figura 13). Esse tipo de argumento por equivalência, segundo Perelman (*apud* BRETON, 2003), tem o intuito de tornar aceita a ideia que será transmitida.



**Figura 13:** Livro 1, p. 74

Tanto o texto, por meio do argumento descritivo (citação 6 e 7), como a figura com a comparação que estabelece um argumento de equivalência (figura 13) do Livro 1 possibilitam a compreensão da ocorrência da respiração celular por citar que esse processo ocorre nos vegetais de maneira intermitente representando por meio de um gráfico a liberação de CO<sub>2</sub> em uma frequência contínua.

No tópico “respiração celular”, do Livro 2, na parte intitulada “Etapas da respiração celular”, esse assunto é descrito de maneira clara e objetiva e citado em que tipo de célula ocorre (Citação 8 e 9).

**(Citação 8)** “A maioria dos seres vivos produz ATP para suas necessidades energéticas por meio da **respiração celular** [...]” (Livro 2, p. 199).

**(Citação 9)** “A degradação da glicose na respiração celular ocorre em três etapas [...] Nas **células eucarióticas** [...] o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa ocorrem no interior das **mitocôndrias**.” (Livro 2, p. 199 – grifo à parte).

Conforme os argumentos foram organizados ao longo dos textos do Livro 2 para possibilitar a compreensão das características e surgimento das células eucarióticas e suas organelas, os termos e conceitos “respiração celular”, “células eucarióticas” e

“mitocôndria” passam a compor argumentos por metonímia porque remetem a compreensão de organela, organismos e reações, respectivamente relacionados a cada um deles.

Posteriormente às explicações das reações de respiração celular e fotossíntese é mencionado (citação 10) o destino dos produtos do ciclo das pentoses, em outras palavras, para onde vão os elementos produzidos na fotossíntese, especificamente sobre o carboidrato produzido nessa reação. Essa abordagem, como argumento descritivo, serve como subsídio para elucidar e reforçar a ocorrência da respiração celular nos vegetais.

**(Citação 10)** *“Parte dos glicídios produzidos na fotossíntese é utilizada imediatamente nas mitocôndrias da célula vegetal, no processo de respiração celular [...]”* (Livro 2, p. 213).

O Livro 2, por meio de metonímia (citação 8 e 9) e com a argumentação descritiva (citação 10), destaca a ocorrência da respiração celular nas plantas mesmo que de maneira implícita. A descrição da respiração celular “na maioria dos seres vivos” (citação 8) e “nas células eucarióticas” (citação 9) possibilita a compreensão desse processo nos vegetais porque é esclarecido nos primeiros capítulos do livro; assim, partindo do pressuposto que o leitor tem a ciência que os vegetais são seres vivos e são formados por células eucarióticas, a forma de argumentação e explanação do autor permite uma aprendizagem adequada da respiração celular desses organismos.

O Livro 3, ao explicitar o processo de respiração celular, emprega o argumento de exemplo para citar em quais organismos esse processo ocorre (citação 11) e o argumento por metonímia, por se referir aos organismos classificados quanto à forma de obtenção de alimento.

**(Citação 11)** *“Autótrofos e heterótrofos realizam a respiração celular ininterruptamente.”* (Livro 3, p. 128).

A explicação da fase aeróbia da respiração celular é introduzida também com a citação dos organismos em que essa reação ocorre o que se caracteriza como argumento de exemplo (citação 12).

(Citação 12) “A fase aeróbia é aquela que acontece apenas na presença do gás oxigênio. Nos animais, plantas [...] essa fase ocorre no interior das mitocôndrias.” (Livro 3, p. 129).

Em um adendo (Figura 14) no capítulo sobre Fotossíntese é estabelecida uma comparação entre respiração e fotossíntese por meio de argumentos de exemplo ao citar uma situação específica.

**Biologia no cotidiano**

**Faz mal dormir com plantas no quarto?**

É comum pensar que as plantas fazem fotossíntese durante o dia e respiram somente à noite. Assim, as plantas “roubariam” todo o  $O_2$ , produzindo  $CO_2$  e sufocando quem estivesse dormindo no quarto. Não há fundamentação lógica nesse raciocínio.

As plantas respiram tanto de dia como de noite. Durante o dia, porém, a taxa de fotossíntese é maior do que a de respiração. Por isso ocorre liberação de gás oxigênio.

Em termos gerais, cada quilograma de biomassa vegetal consome cerca de 0,2 L de oxigênio por hora. O ser humano consome cerca de 25 L de oxigênio no mesmo intervalo de tempo, em condições de repouso (cerca de 30 respirações completas por minuto). Se considerarmos um sono de oito horas, teremos o consumo de 200 L (25 x 8) de oxigênio por pessoa, em um quarto (a planta de 1 kg consumiria, nessas oito horas, apenas 1,6 L). Assim, mesmo que o quarto seja hermeticamente fechado (o que não ocorre na realidade, já que existem pontos de entrada e saída de ar, como janelas, portas, fechaduras, etc.), o consumo de oxigênio da planta é muito menor que o do ser humano.



▲ Não é prejudicial dormir com plantas no quarto.

**Figura 14:** Livro 3, p. 146

Como finalização da explicação do Ciclo das pentoses é exposto o destino da glicose produzida na Fotossíntese (citação 13). Nota-se a presença de argumento de exemplo e descritivo.

(Citação 13) “A glicose é [...] empregada pelas plantas em seus processos respiratórios.” (Livro 3, p. 152).

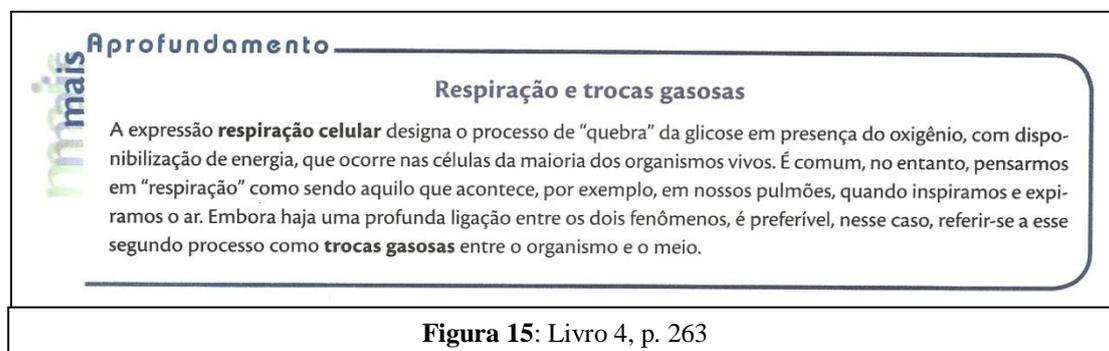
O uso de exemplos como argumento em todos os tópicos sobre a fisiologia celular vegetal no Livro 3, assim como ocorre nas exemplificações dos outros argumentos analisados, aproximam o novo conhecimento científico escolar transposto aos termos que subtendem-se que o aluno já sabe.

No Livro 4, a descrição com a citação “isso vale também para as plantas” (citação 14) conclui a explicação sobre como as células obtêm energia utilizando os

alimentos. A reafirmação das plantas como organismos celulares, pode, inicialmente, parecer um pleonasma, mas no sentido retórico tem a intenção de reforçar essa informação. Nesse sentido, a comparação da respiração dos vegetais e dos animais remete a uma adição de ideias que se pode comparar e, assim, possibilitar um raciocínio mais profundo (MAZZOTTI, 2004). Nessa mesma descrição, ao elucidar que os vegetais “também” realizam a respiração, fortifica a ocorrência da respiração celular além de estabelecer um paralelo com o processo de fotossíntese.

**(Citação 14)** “*A maioria dos organismos celulares – e isso vale também para as plantas – realizam um ou outro desses processos [fermentação ou respiração]. [...] as plantas fazem, sim, fotossíntese [...], mas também realizam a respiração célula (e então consomem parte da glicose produzida na fotossíntese, obtendo a energia de que necessitam).*” (Livro 4, p. 262).

No adendo “Mais aprofundamento” (Figura 15) os autores definem o termo respiração relacionando-o à respiração pulmonar e a respiração celular às trocas gasosas. Com essa forma de explanação por comparação para distinguir as reações fisiológicas.



No tópico “Que organismos fermentam e que organismos respiram?” é descrita corretamente a incidência da respiração celular nos vegetais (citação 15) por meio de exemplo.

**(Citação 15)** “*A maioria dos seres eucariontes, no entanto, são organismos aeróbios, quer dizer, respiradores, como as plantas [...].*” (Livro 4, p. 264).

Há no final do capítulo “Os seres vivos e a energia – fermentação, respiração e fotossíntese” um texto complementar (Figura 16) que relaciona fotossíntese e respiração nos vegetais por meio da quantidade (saldo) de gases consumidos e liberados. Nesse texto está sendo alegada a ocorrência da respiração celular nos vegetais como um processo contínuo citando que a planta, independente das condições ambientais, “continua a realizar a respiração”. Com esse mesmo objetivo os autores, por meio do argumento de equivalência e aproximação que induzem a uma familiarização dos conceitos (MAZZOTTI, 2004), relacionam a periodicidade da respiração celular com a pulmonar induzindo a retomada dos termos e conteúdos discutidos neste capítulo do livro e nos anteriores ao escrever “lembre-se de que a planta respira o tempo todo, dia e noite, como você!”. Além disso, os autores utilizam argumentos dedutivos aos explicar, por meio do texto e das figuras, que os dois processos (respiração celular e fotossíntese) ocorrem nas plantas. O argumento dedutivo baseia-se em proposições lógicas, que são usadas para se chegar a uma conclusão lógica (REBOUL, 2004) por meio de evidências que corroborem determinada tese (MAZZOTTI, 2004).

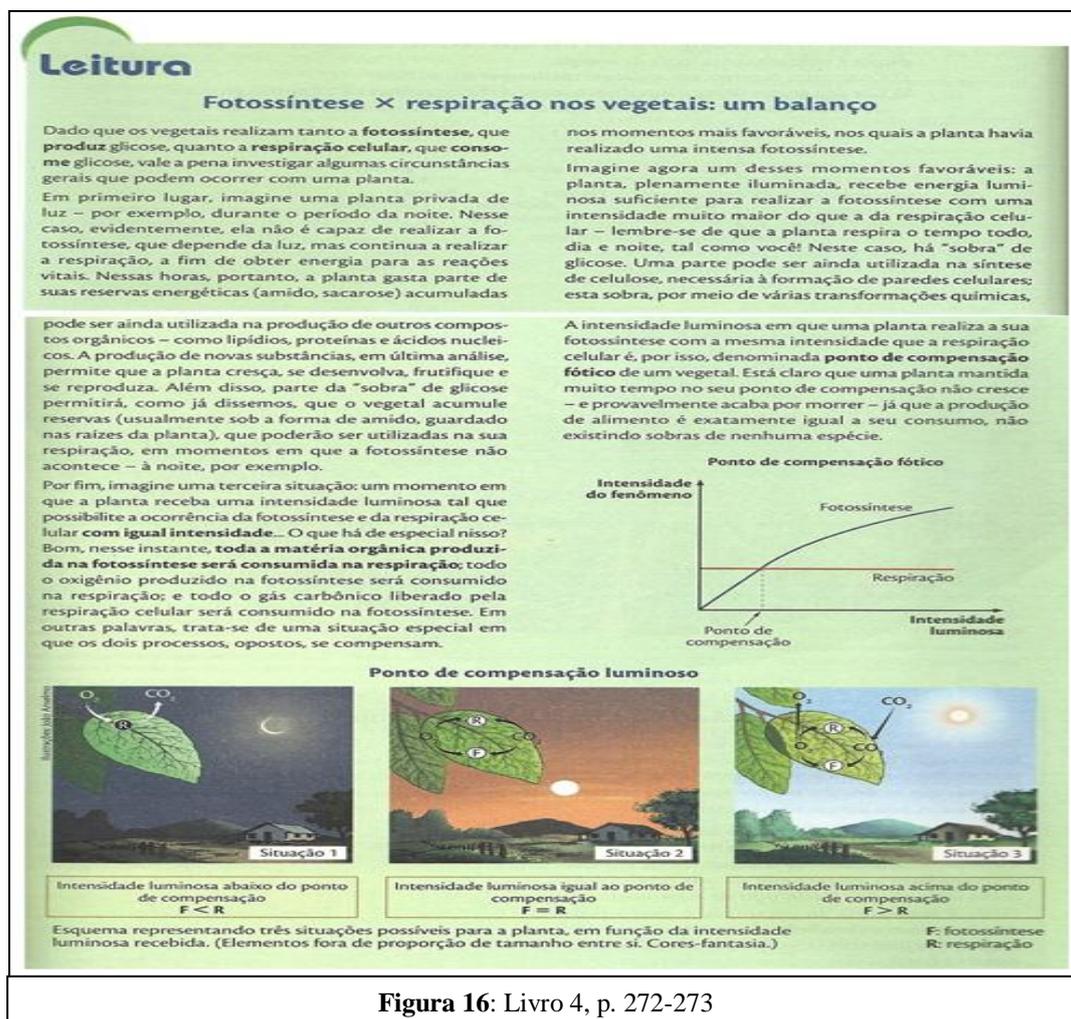


Figura 16: Livro 4, p. 272-273

O livro 4, ao abordar a respiração celular emprega diferentes argumentos como adição (citação 14), comparação (figura 15), exemplo (citação 15) e de aproximação, equivalência e dedução (figura 16). A variedade de argumentos sobre um mesmo assunto auxilia a aprendizagem sobre um conteúdo devido as diversas maneiras de expressão. Assim, se há dúvida ao compreender o conteúdo devido a forma de argumentação, uma linguagem ou recurso argumentativo diferente poderá compensar uma possível dificuldade de entendimento.

No capítulo sobre “Metabolismo energético” do Livro 5 há uma introdução sobre como é produzida a energia química e sua importância no metabolismo. Nesse texto (citação 16) os autores afirmam em que organismos e nível ocorre a respiração celular, processo no qual a energia é produzida. Observa-se o argumento de comparação entre os vegetais e os animais aproximando o conteúdo científico escolar do conhecimento do aluno facilitando, assim, seu entendimento sobre a respiração celular dos vegetais.

**(Citação 16)** *“Plantas realizam também a respiração celular do mesmo modo que os animais e, assim como eles, respiram tanto de dia quanto de noite. É nas células dos seres vivos que se dá o metabolismo energético.”* (Livro 5, p. 321).

Ao explicar o processo de respiração cita os organismos (argumento de exemplo) (citação 17) nos quais ocorre respiração aeróbica após elucidar que nesse processo há participação do oxigênio.

**(Citação 17)** *“A respiração aeróbica é realizada [...] por plantas...”* (Livro 5, p. 334).

A comparação (citação 16) e o exemplo (citação 17) presentes no Livro 5 destacam a ocorrência da respiração celular nos vegetais assim como sucede nos animais.

Todos os livros, com sua maneira particular de argumentar a respiração celular nos vegetais, explicitam este tema de maneira clara indicando a importância desse processo fisiológico para a manutenção das funções vitais dos vegetais.

Ao descrever as reações da respiração celular, ao inferir que esse processo ocorre nas células das plantas os livros 3, 4 e 5 empregam o argumento por exemplo. Esse conteúdo também é explicitado por meio de argumentos descritivos e

comparativos. Os descritivos explicam como a respiração celular ocorre nas células eucarióticas, como, por exemplo, as vegetais; os comparativos estabelecem relações entre a respiração celular e a fotossíntese, processo característico das plantas.

#### 4.4 Aspectos evolutivos do processo de respiração celular

Em um texto complementar do Livro 1, os autores descrevem a hipótese do processo evolutivo da mitocôndria como organela (Figura 17). A hipótese da ingestão, ou endossimbiose, é claramente elucidada e argumentada utilizando metáforas como “infectam”, “hospedeiros” e “parasitas”. Esse discurso argumentativo possibilita a compreensão lógica dessa hipótese tanto por meio do texto como pelo uso da imagem devido a estruturação de argumentos que criam uma estrutura do real “fazendo que entre as coisas apareçam nexos antes não vistos” (REBOUL, 2004, p. 181).

**... E por falar em...**

*... mitocôndrias e cloroplastos, você sabe qual é a hipótese proposta para o surgimento de tais organelas?*

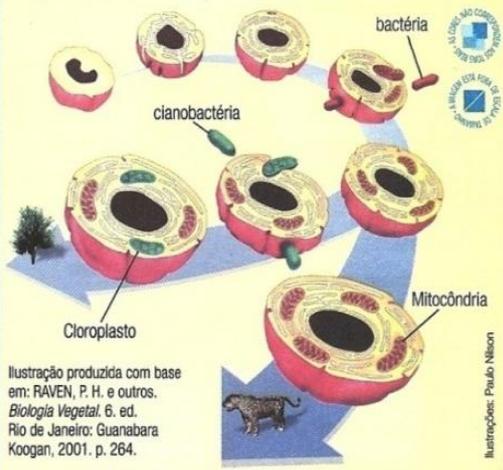
As mitocôndrias e os cloroplastos são organelas cuja estrutura e comportamento lembram muito as células procarióticas, respectivamente bactérias e cianobactérias. Elas têm seu próprio DNA e se autorreproduzem, além de sintetizar muitas das proteínas necessárias às suas atividades.

Acredita-se que essas organelas sejam originárias de procariontes que infectaram primitivas células eucarióticas. Com o passar do tempo, hospedeiros e parasitas desenvolveram associações estáveis. Os hospedeiros eucariontes garantiram aos associados um ambiente constante e acesso a nutrientes, e as bactérias que origina-

ram as mitocôndrias garantiram às células hospedeiras, que realizavam **fermentação**, um sistema mais eficiente de produção de energia por meio de oxidação.

As cianobactérias, que resultaram em cloroplastos, dotaram as células eucarióticas, com as quais se associaram, de um sistema que lhes permitiu aproveitar a energia solar por meio da fotossíntese.

Bactérias e cianobactérias, para alguns autores, teriam sido fagocitadas por células eucarióticas, daí o nome de **hipótese da ingestão**.



**Esquema da provável origem das mitocôndrias e dos cloroplastos.**

Ilustração produzida com base em: RAVEN, P. H. e outros. *Biologia Vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 264.

Ilustrações: Paulo Nilson

Figura 17: Livro 1 – p. 54

As metáforas “infectam” e “parasita”, mesmo sendo termologias da Ciência corretamente aplicadas, podem remeter a uma característica negativa devido aos conceitos de senso comum. Os alunos só terão acesso a definição dessas metáforas como conceitos no volume 3 dos livros didáticos nos quais são descritas as relações ecológicas. Mediante esse conteúdo os estudantes compreenderão tais metáforas. Mas nessa descrição evolutiva das mitocôndrias essas metáforas designam a destruição, doença, como verificado por Bellini e Frasson (2006) e Contencas (1999), o que não condiz com a relação endossimbiótica que ocorreu entre as mitocôndrias e a célula.

A ilustração (Figura 17) representa como as mitocôndrias passaram a compor as células vegetais e animais. Entretanto a imagem ou até mesmo o texto poderiam citar que esse processo evolutivo é decorrente de milhões de anos e não fatos imediatos. Além disso, a figura poderia destacar a presença da mitocôndria na célula vegetal como é feito com o cloroplasto.

No livro 2 antes de explanar as estruturas celulares é abordada (citação 18), no tópico “Evolução e diversificação da vida” com o título “Hipótese endossimbiótica ou simbiogênica”, uma das teorias evolutivas do possível surgimento das organelas das células eucarióticas. Essa teoria descreve principalmente a origem das mitocôndrias e plastos como organelas celulares. Para tal abordagem os autores utilizam argumento de autoridade relatando a teoria evolutiva segundo a perspectiva dos cientistas.

**(Citação 18)** *“Os cientistas acreditam que tanto mitocôndrias como plastos originaram-se de bactérias que, em um passado distante, associaram-se às primitivas células eucarióticas. Essa é a ideia central da hipótese endossimbiótica, ou hipótese simbiogênica”* (Livro 2, p. 58)

Considera-se como argumento de autoridade a utilização do termo “cientistas” que, segundo o senso comum, são os sujeitos que detém o conhecimento científico; logo, seu discurso é incontestável.

Na sequencia da citação 18, os autores apresentam um esquema (Figura 18) para ilustrar como o processo de endossimbiose pode ter evolutivamente ocorrido.

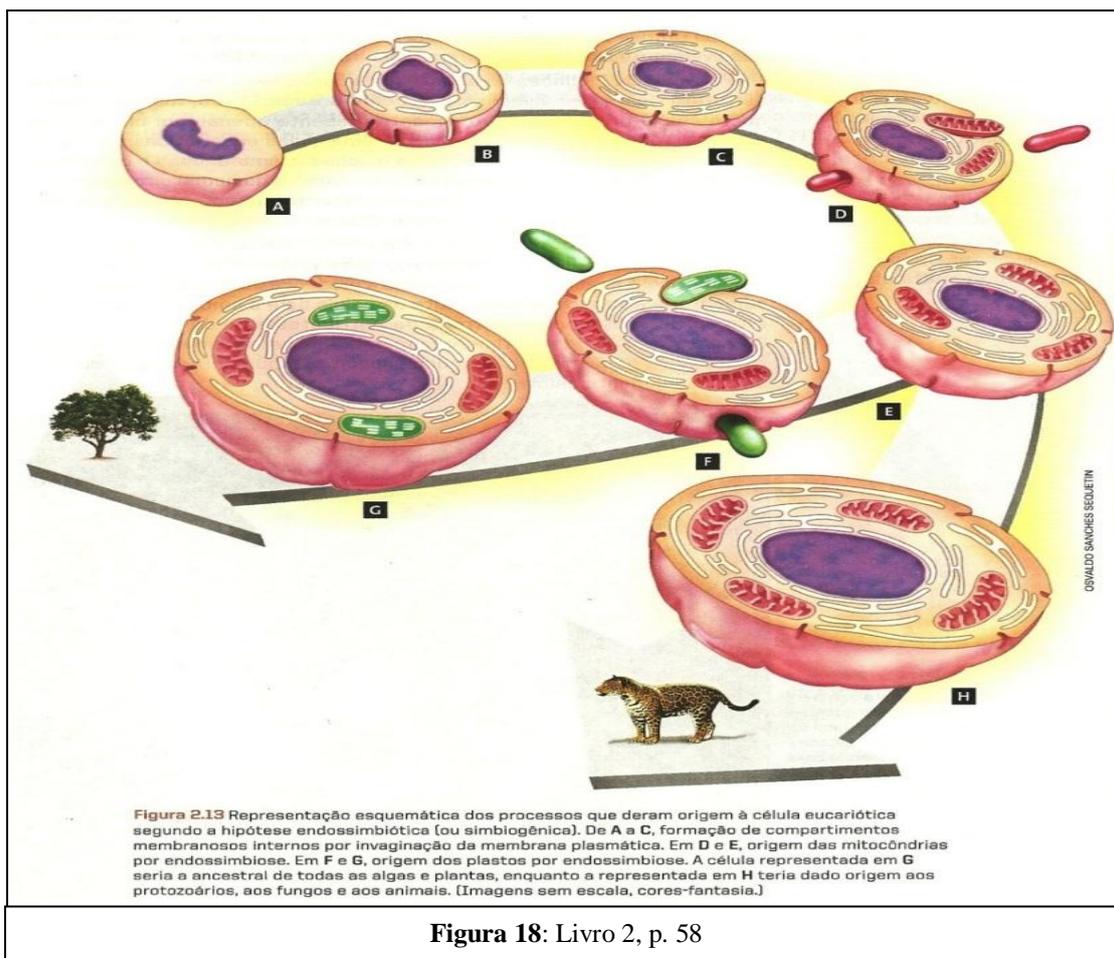


Figura 18: Livro 2, p. 58

Essa figura (Figura 18), além de ilustrar o texto e, conseqüentemente, facilitar a compreensão desse processo evolutivo, é um argumento dedutivo e metonímia. De acordo com essa definição, é possível que se estabeleçam relações entre a presença da organela e a reação química (respiração celular) nos vegetais.

No texto seguinte à figura há uma explicação (citação 19) da ilustração para fundamentar ainda mais a hipótese simbiogênica.

**(Citação 19)** “Segundo essa hipótese, as primeiras células eucarióticas adquiriram capacidade de respirar gás oxigênio quando passaram a abrigar, em seu citoplasma, células procarióticas respiradoras. Estabeleceu-se, então, uma troca de benefícios entre esses seres: a célula eucariótica garantia abrigo e alimento à célula procariótica e esta lhe fornecia energia, obtida por meio da respiração aeróbica. De acordo com os cientistas, associação foi tão bem sucedida que se tornou permanente e os primitivos “inquilinos” procarióticos se transformaram em mitocôndrias, organelas essenciais à sobrevivência da célula eucariótica”. (Livro 2, p. 59).

Nessa explicação é verificado o argumento de dedução ao se comparar as células procarióticas respiradoras com as células eucarióticas que realizam respiração celular devido a presença de mitocôndria em seu citoplasma. Além disso, há, novamente, o argumento de autoridade devido a citação da crença dos cientistas.

A metáfora “inquilinos” complementa os argumentos sobre essa hipótese uma vez que esse termo, conforme Bueno (1992, p. 368), significa “indivíduo que reside em casa que tomou de aluguel, locatário”. Nesse sentido, partindo do pressuposto que uma célula procariótica respiradora passou a sobreviver dentro de uma célula eucariótica primitiva fornecendo a esta energia, essa metáfora implica na argumentação por analogia por construir uma estrutura do real a fim de corroborar uma verdade estabelecendo semelhança de relações (REBOUL, 2004, BRETON, 2003) por meio da transferência de sentido de um conceito a outro (LEACH, 2007).

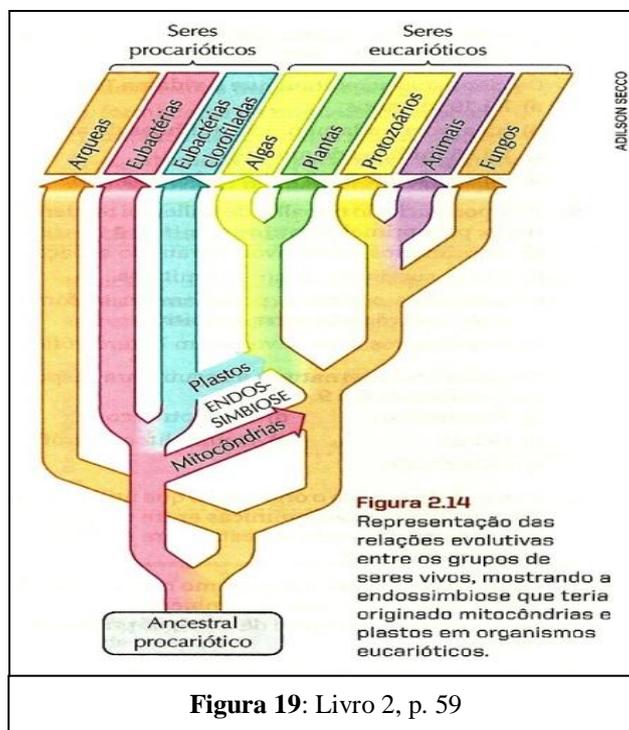
Continuando a explicação da hipótese endossimbiótica os autores argumentam (citação 20) por dedução citando a semelhança entre as células procarióticas com as mitocôndrias. Utilizam também argumento de autoridade resultante do termo “evidências”.

**(Citação 20)** *“Diversas evidências dão sustentação à hipótese da origem endossimbiótica da célula; por exemplo, as mitocôndrias e os plastos têm DNA próprio, sintetizam algumas de suas próprias proteínas e são capazes de se autoduplicar. Acredita-se que os ancestrais diretos das mitocôndrias foram organismos procarióticos de um grupo conhecido como bactérias púrpuras, que se instalaram nas primitivas células eucarióticas provavelmente entre 2 bilhões a 1,9 bilhão de anos atrás.”* (Livro 2, p. 59).

O parágrafo seguinte vai relaciona todos os argumentos citados para concluir a explicação da hipótese evolutiva (citação 21) por meio do argumento descritivo.

**(Citação 21)** *“A associação bem-sucedida entre células eucarióticas primitivas e células procarióticas determinou os novos rumos que a vida seguiu na Terra. [...] as plantas atuais, por sua vez, evoluíram a partir das células eucarióticas portadoras tanto de mitocôndrias quanto de plastos. (Fig. 2.14)”* (Livro 2, p. 59).

Essa conclusão é ilustrada por meio de um esquema (Figura 19), argumento dedutivo porque possibilita ao leitor visualizar a presença das mitocôndrias na constituição dos seres eucarióticos, entre eles as plantas.



**Figura 19:** Livro 2, p. 59

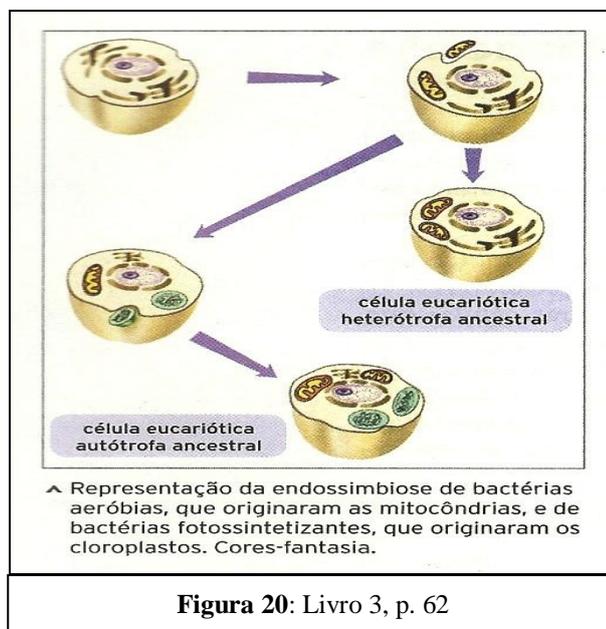
Perelman (*apud* CAPDEVILA, 2005) considera a interação como um dos aspectos da argumentação. A interação resulta do intercâmbio entre diferentes argumentos com relação ao texto, a outros argumentos, ao contexto e as conclusões. É segundo essa perspectiva que o processo evolutivo da respiração celular exemplificado por meio da hipótese endossimbiótica foi argumentado no livro 2 no qual o assunto foi explicado utilizando metáforas e argumentos descritivos, explicativos e de autoridade.

Ao abordar os aspectos evolutivos do surgimento da mitocôndria nas células vegetais e, conseqüentemente, da respiração celular nessas células, no Livro 2 observa-se o emprego de argumentos de autoridade (citação 18, 19 e 20 e figura 18) para subsidiar a explanação. Há também a utilização de argumentos dedutivos (figura 18 e 19 e citação 19 e 20) para estimular o aluno a compreender o aparecimento da organela respiratória como um organismo ancestral por meio da teoria simbiogênica a qual é explicada tanto pelo texto como pelas ilustrações (figuras 18 e 19).

O livro 3 também antes de explicar as estruturas celulares aborda, no tópico “Origem das células, da multicelularidade e da diversidade”, a Hipótese

endossimbiônica de Lynn Margulis (citação 22). Essa hipótese descreve a origem das mitocôndrias como organelas celulares por meio de argumentos de autoridade por citar o nome dessa pesquisadora – conhecida como uma autoridade mundial em biologia evolutiva – e argumentos dedutivos observados tanto no corpo do texto como na figura (Figura 20). A imagem complementar (Figura 20) a explicação dessa hipótese é um argumento descritivo que ilustra o texto.

**(Citação 22)** “Segundo essa hipótese [endossimbiônica], células eucarióticas que inicialmente utilizavam bactérias como alimento, englobando-as por um processo de ingestão celular, passaram a não mais digerir algumas delas, mantendo-as como parte da própria célula eucariótica. Tornando-se, assim, endossimbiontes, uma relação simbiótica [associação em ter organismos de espécies diferentes na qual os organismos envolvidos são beneficiados, explicação descrita anteriormente a essa citação] entre um organismo que vive no interior do outro. Primeiramente deve ter ocorrido endossimbiose com bactérias capazes de respirar aerobicamente e com isso, a célula hospedeira, inicialmente anaeróbia, passou a contar com esse processo mais eficiente de obtenção de energia. [...] Com isso, as bactérias teriam se transformado, ao longo da evolução, nas atuais mitocôndrias.” (Livro 3, p. 62).



Na sequência da explicação dessa hipótese, os autores do livro 3, utilizam, também, o argumento de dedução aplicando o termo “evidências” (citação 23).

**(Citação 23)** *“Uma das evidências a favor da hipótese é o fato de as mitocôndrias [...] atuais terem seu próprio material genético sendo capazes de replicação e síntese de proteínas.”* (Livro 3, p. 62).

Em “Organelas endossimbióticas” há, na introdução do tópico, uma breve retomada do processo evolutivo (citação 24) e, conseqüentemente, da presença da mitocôndria nas células eucarióticas reafirmando os conceitos e explicações relacionados ao processo de respiração celular dos vegetais. Nessa retomada, emprega-se, mais uma vez, o argumento de autoridade com as considerações dos especialistas da área.

**(Citação 24)** *“Como vimos no capítulo 3, muitos especialistas acreditam que a mitocôndria e os cloroplastos sejam organelas derivadas de bactérias primitivas que se associaram a células eucarióticas. Ambas [...] presentes nas células eucarióticas aeróbias, que desempenham importantes funções relacionadas ao metabolismo e à produção de energia.”* (Livro 3, p. 112).

Os diferentes argumentos (explicativo, descritivo, dedutivo e de autoridade) utilizados no Livro 3 pretendem auxiliar a aprendizagem sobre o processo evolutivo da respiração celular dos vegetais assim como ocorre na descrição dos aspectos fisiológicos dessa reação no Livro 4.

Os autores do Livro 4, explicam como, possivelmente, ocorreu o processo evolutivo de formação da célula eucariótica e do sistema de endomembranas (sistema de membranas que percorre todo o citoplasma dividindo a célula em compartimentos funcionais e estruturais) por meio da invaginação da membrana plasmática sem intitular essa teoria. Essa explanação ocorre por meio da elucidação (citação 25) simplificada desse processo evolutivo e pela citação da importância do sistema de endomembranas especificando a mitocôndria e o processo de respiração celular que caracterizam uma argumentação por metonímia. Além disso, o termo “abrigadas” configura-se como uma metáfora remetendo corretamente a ideia da entrada e permanência das enzimas respiratórias presentes nas mitocôndrias.

**(Citação 25)** *“A divisão do ambiente citoplasmático em diferentes compartimentos (isto é, organelas delimitadas por membranas) permite maior eficiência na execução das*

*variadas atividades metabólicas da célula. [...] se as principais enzimas necessárias ao processo de respiração celular ficarem 'abrigadas' no interior de um compartimento específico (no caso, a mitocôndria), provavelmente a célula se beneficiará, pois suas mitocôndrias realizarão a respiração celular [...]"* (Livro 4, p. 207).

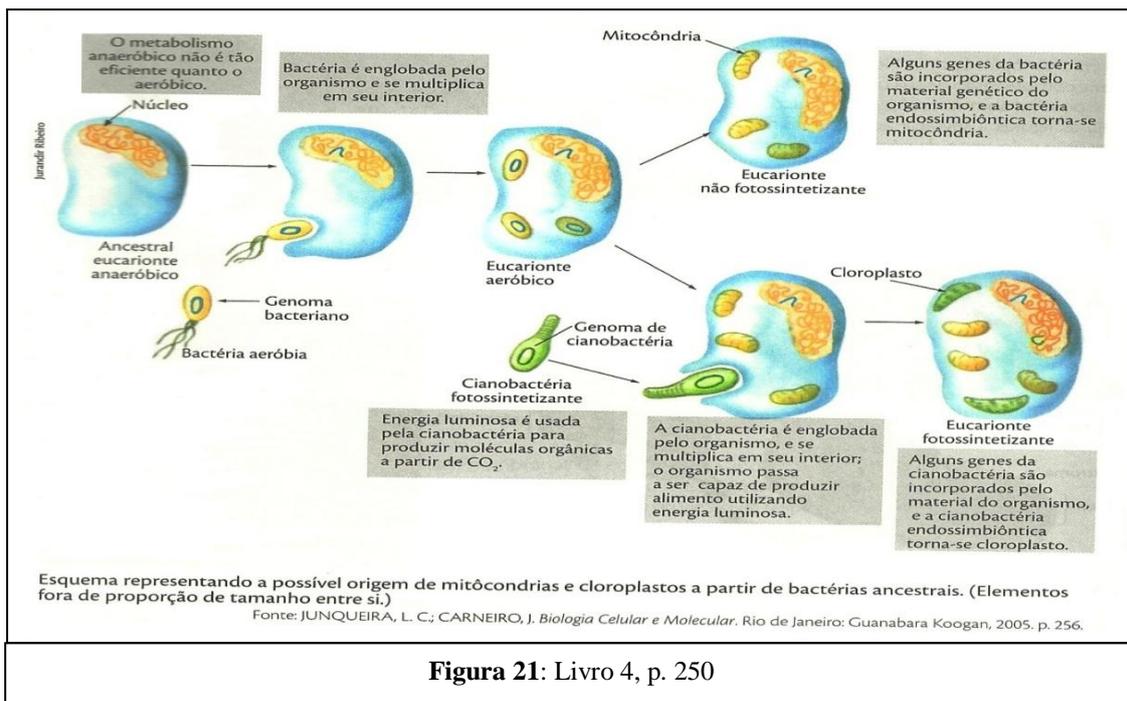
Ao concluir a elucidação sobre essa organela cita brevemente o surgimento dessa organela (citação 26) segundo a teoria da endossimbiose, sem intitula-la, diferente à explicação evolutiva descrita em dois capítulos anteriores. Essa explanação do processo evolutivo é argumentada de maneira descritiva.

**(Citação 26)** “... as mitocôndrias podem ter sido um dia células independentes, que se associaram a células mais complexas e acabaram se tornando orgânulos permanentes na célula eucariótica.” (Livro 4, p. 249).

Ao transpor corretamente a teoria endossimbiótica (citação 27), de Lynn Margulis, para explicar a origem evolutiva da mitocôndria o faz por meio de uma argumentação dedutiva na qual são explicitados elementos que ratificam tal teoria.

**(Citação 27)** “De acordo com essa teoria, como já dissemos, é possível que a existência das atuais mitocôndrias [...], nas células eucarióticas, seja resultado de uma associação simbiótica estabelecida inicialmente entre células eucarióticas e células procarióticas (bactérias e cianobactérias). Com o passar do tempo, esses simbiontes perderam seu caráter de organismos independentes e passaram a fazer parte permanente das células que os hospedaram.” (Livro 4, p. 250).

Para aclarar a explicação sobre o processo evolutivo há um esquema didático (Figura 21) caracterizando um argumento dedutivo. Nessa imagem, a mitocôndria poderia ser nomeada na célula vegetal como forma de explicitar essa organela como resultante do mesmo processo evolutivo que ocorreu com o cloroplasto, mesmo que tenha sido mencionada na figura. Os autores citam como fonte de obtenção dos dados para elaboração do esquema o livro de Junqueira e Carneiro constituindo um argumento de autoridade.



**Figura 21:** Livro 4, p. 250

Na explicação evolutiva da mitocôndria (citação 28) é retomada a teoria endossimbiótica de Lynn Margulis por meio do argumento de autoridade. Afirmam que Margulis é uma cientista da Universidade de Massachusetts e que sua teoria é “muito popular hoje entre os biólogos”, uma vez que essa notoriedade principalmente entre os biólogos (profissionais que estudam e publicam os conhecimentos científicos) sugere uma maior aceitação dessa teoria. Emprega, também, argumentos dedutivos para elucidar esse processo evolutivo e a metáfora “bactérias-mitocôndrias” para corroborar a semelhança entre as bactérias respiradoras primitivas e as mitocôndrias. Observam-se, também, as metáforas “engolidas” e “digeridas” as quais são complementares entre si e aproximam a explicação da teoria evolutiva aos termos e conceitos possivelmente já conhecidos pelos estudantes.

**(Citação 28)** “... uma cientista da Universidade de Massachusetts, Lynn Margulis, propôs uma teoria, chamada de *teoria endossimbiótica*, muito popular hoje entre os biólogos: certos orgânicos, como as mitocôndrias [...], podem ter se originado de uma relação de simbiose<sup>4</sup> entre as duas células, uma maior e outra menor.

*As mitocôndrias atuais teriam sido, um dia, bactérias independentes que tinham a habilidade de respirar. Por acidente, algumas dessas bactérias podem ter sido*

<sup>4</sup> Simbiose: em ecologia, significa “associação entre seres vivos”; textualmente, o significado é “vida em comum” (JÚNIOR; SASSON; JÚNIOR, 2010, p. 311 nota de rodapé)

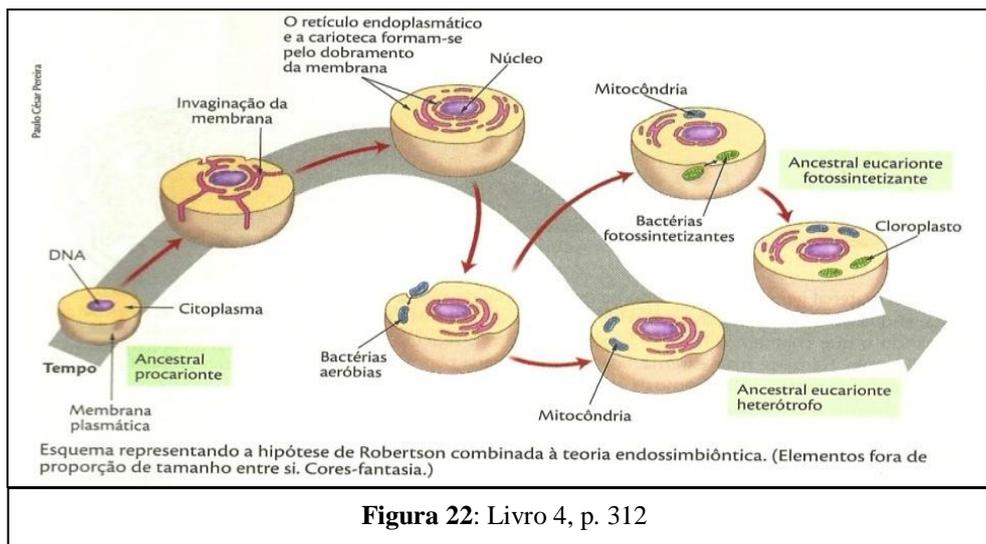
*'engolidas' por um organismo maior, [...], sem que, no entanto, elas fossem digeridas. Daí para frente, as duas células conviveriam, uma dentro da outra, cada uma obtendo vantagens de associação: a célula menor (a mitocôndria) ficaria mais protegida, obtendo alimento mais fácil; a maior passaria a ter uma grande disponibilidade de energia, por adotar o método mais eficiente de combustão da glicose: a respiração celular.*

*Cada vez que a célula maior se reproduzisse, as células-filhas receberiam algumas das pequenas 'bactérias-mitocôndrias', que também se duplicariam. Estaria assegurada, dessa forma, a continuidade dessa associação no decorrer dos tempos"* (Livro 4, p. 311-312).

Para concluir as explicações evolutivas sobre a formação e constituição das células eucarióticas os autores estabelecem um paralelo entre a teoria de Lynn Margulis (explicada no tópico anterior a esse) sobre o surgimento da mitocôndria e a de Robertson (elucidada anteriormente à teoria endossimbiótica) sobre a origem da célula eucariótica (citação 29) os autores empregam argumentos dedutivos para confirmar as teorias citadas. Nesse mesmo tópico, enfocando a origem evolutiva da mitocôndria nas células vegetais, observa-se a argumentação por equivalência e aproximação evidenciada pelo termo "também" para elucidar a presença das mitocôndrias nas células vegetais. Nessa citação o termo "engolido" caracteriza uma metáfora, como ocorre na menção anterior (citação 28).

**(Citação 29)** *"Por um lado, uma célula eucariótica grande poderia ter 'engolido' bactérias capazes de respirar, que se transformariam nas mitocôndrias atuais. [...] As células que se tivessem associado também a procariontes fotossintéticos – que se transformaram nos cloroplastos atuais – originariam as células vegetais."* (Livro 4, p. 312).

Ao final dessa explicação há um recurso pictórico (Figura 22) para ilustrar essas hipóteses evolutivas. Nessa figura, o argumento dedutivo demonstra como pode ter ocorrido a estruturação da célula eucariótica e o surgimento da mitocôndria nessa célula. Mesmo sendo notória a presença da mitocôndria na célula vegetal ancestral, essa organela não é nomeada como o cloroplasto ficando essa observação a critério do auditório.



A maioria dos argumentos usados no Livro 4 é dedutiva (citação 27, 28 e 29 e figura 21 e 22) e de autoridade (figura 21 e citação 28) o que remete a mesma intenção dos autores do livro 2, ou seja, estimular a compreensão do leitor sobre o surgimento do processo de respiração celular dos vegetais por meio da teoria endossimbiótica explicitada pelos textos (citação 25 a 29) e pelas imagens (figuras 21 e 22).

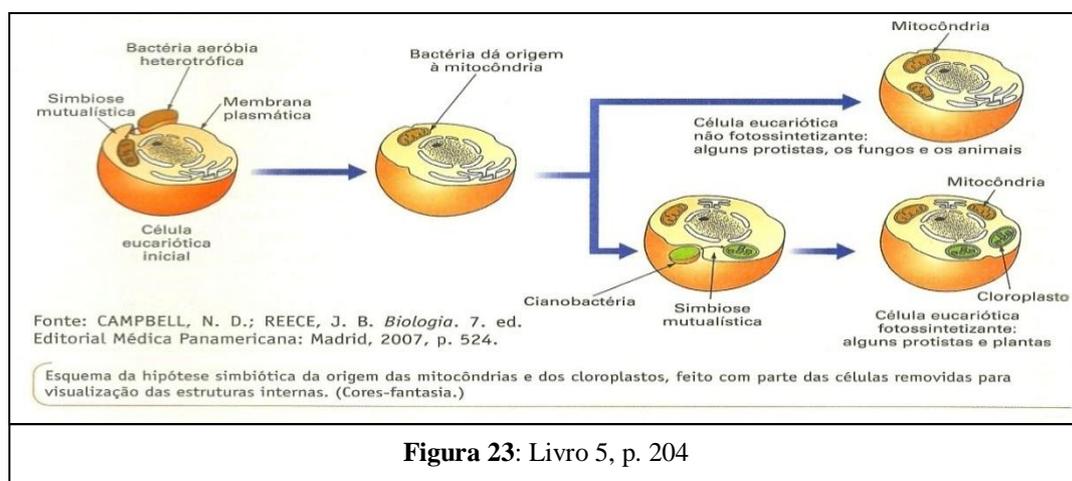
Para escrever o tópico “O surgimento das células mais complexas: as eucarióticas” os autores do Livro 5 empregaram argumentos dedutivos para explicar o processo evolutivo na mitocôndria segundo a hipótese endossimbiótica (citação 30) sem intitulá-la. Nessa descrição a inscrição “foram mantidas” distorce as questões ocasionais dos processos evolutivos uma vez que é possível entender que as bactérias ficaram “aprisionadas” nas células eucarióticas para facilitar o metabolismo celular eucariote. O verbo “receber” em “recebia proteção e nutrientes” remete a ideia de intencionalidade da célula eucariótica em garantir a proteção e alimentos para a bactéria aeróbia.

**(Citação 30)** *“Em algum momento da evolução desses organismos [primeiros seres eucariotes], algumas dessas bactérias aeróbias, que já tinham a capacidade de realizar a respiração, foram mantidas no citoplasma dos eucariotes sem serem degradadas. Essas bactérias teriam sido mantidas por beneficiarem eucariotes, uma vez que realizavam a respiração, um processo de liberação de energia dos alimentos muito mais eficiente que a fermentação. Para a bactéria, essa condição também era vantajosa, pois recebia proteção e nutrientes dos eucariotes. Essa relação simbiótica para ambos os indivíduos (inicialmente protooperativa e depois mutualística) teria se*

*perpetuado, e essas bactérias teriam dado origem às atuais mitocôndrias.”* (Livro 5, p. 204).

A explicação anterior é representada por meio de um esquema (Figura 23) que, assim com o texto, caracteriza-se como argumento dedutivo, e aponta a presença da mitocôndria na célula vegetal como resultado do processo evolutivo descrito anteriormente. Além disso, fundamenta a explicação com o argumento de autoridade referindo-se a Campbell e Reece, autores do principal livro-texto da área de Biologia do mundo que destaca as características evolutivas em todos os conteúdos abordados.

Para complementar e finalizar a explicação acerca do processo evolutivo nota-se a presença de: a) argumentos dedutivos tanto na imagem (Figura 23) quanto na descrição (citação 31) dos elementos que evidenciam essa teoria evolutiva intitulada como hipótese endossimbiose ou simbiogênica citando as bactérias que, possivelmente, se transformaram nas organelas membranosas como é o caso da mitocôndria; e b) argumentos comparativos estabelecendo relação de semelhança (presença das bactérias aeróbias) entre os autótrofos e heterótrofos (citação 31).



**(Citação 31)** *“É interessante notar que as células eucarióticas originaram-se da simbiose entre grupos distantes de procariontes<sup>5</sup>:*

- *Arqueias e bactérias aeróbias no caso dos heterótrofos.*
- *Arqueias, bactérias aeróbias e cianobactérias no caso dos autótrofos fotossintetizantes.”* (Livro 5, p. 204).

<sup>5</sup> A simbiose foi citada ao longo dos textos do Livro 5 para explicar o surgimento das organelas e não da estruturação da célula eucariótica o que pode promover uma aprendizagem incorreta em relação aos termos ecológicos (simbiose) e os resultados evolutivos das interações ecológicas.

Os argumentos do Livro 5 são dedutivos. Essa característica remete a mesma intenção dos autores dos livros 2 e 4 para elucidar o processo evolutivo da respiração celular dos vegetais.

Os livros 2, 3, 4 e 5 utilizam o argumento dedutivo para explicar o processo de entrada das bactérias e sua evolução e transformação em organela. Esse tipo de argumentação, segundo Perelman (apud BRETON, 2003, p. 117) “consiste em ‘passar do que é aceito ao que queremos que seja aceito’”; nessa perspectiva, as evidências que sustentam as hipóteses evolutivas do surgimento e estabelecimento da mitocôndria como organela aceitas pela maioria dos biólogos são expressadas como um argumento dedutivo para expressar essa teoria de maneira que o leitor aceite essa teoria. Essa forma de argumentação por se constituir de uma sequência lógica (BRETON, 2003) induz o leitor a compreender as evidências e provas como elementos concretos que garantem a veracidade da teoria explicitada desenvolvendo um raciocínio lógico que o leve a concordar com a conclusão do autor.

Para complementar o argumento dedutivo, os livros também empregam o argumento de autoridade para corroborar as ideias apresentadas pelos autores sobre os aspectos evolutivos do processo de respiração celular dos vegetais.

A abordagem dos aspectos evolutivos pode ser considerada uma seleção da explicação da construção histórica desse saber que, conforme Chevallard (2005, p. 65), é importante para “levar a noção de um nível dado a um nível superior de explicação”. Assim, ainda de acordo com o mesmo autor, estabelecer um vínculo, mesmo que superficialmente, com aspectos epistemológicos fornece evidências do surgimento das concepções do conteúdo e conceitos como objetos de ensino.

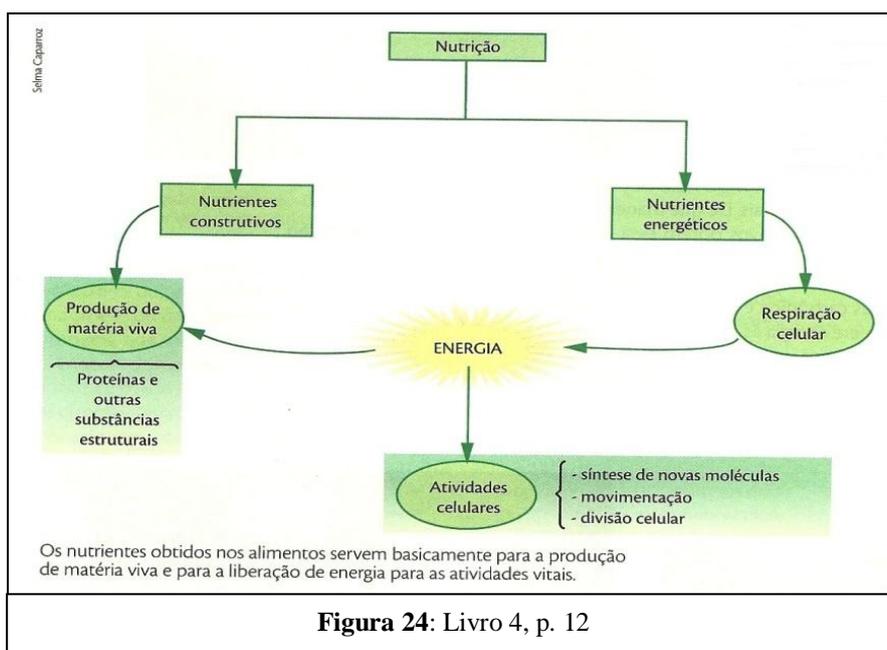
#### **4.5 Aspectos ecológicos relacionados à respiração celular dos vegetais**

No Livro 4, no tópico “Os seres vivos requerem energia”, sob o subtítulo “A obtenção de energia”, os autores explicam sucintamente o processo de produção de energia por meio da respiração celular e cita, na sequência os organismos que a realizam (citação 32) iniciando a explicação com a frase “repare nessa ideia” como um recurso de comunicação que se aproxima da linguagem dos expectadores/leitores (alunos) ao mesmo tempo que indica uma informação importante para ser refletida. Além disso, a argumentação por meio da comparação entre o vegetal (samambaia) e o animal (ser

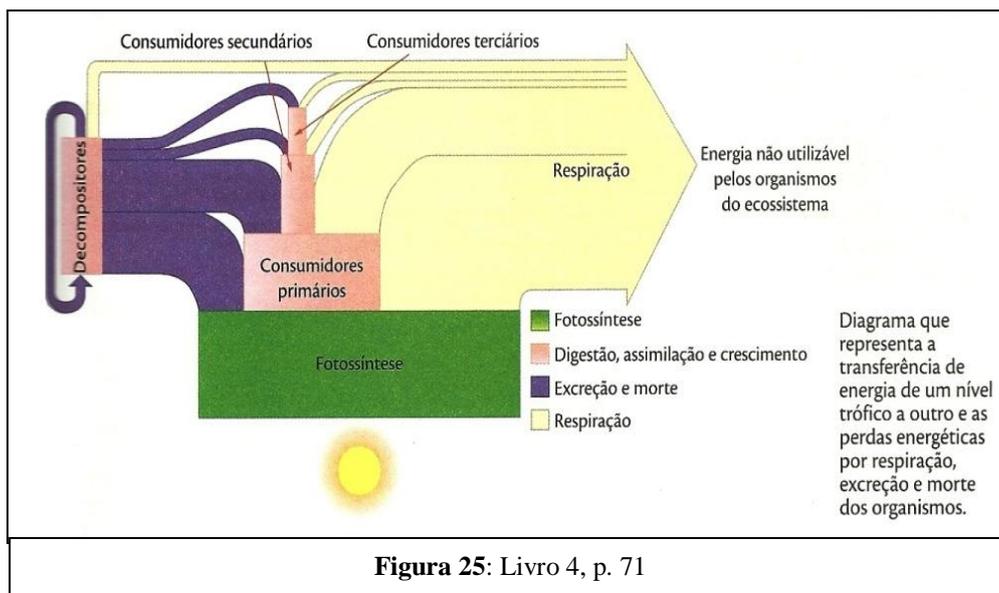
humano) constitui uma relação de semelhança facilitando a compreensão de como e em que organismo ocorre o processo de respiração celular.

(Citação 32) “*Repare nessa ideia: tanto uma samambaia como o ser humano necessitam de glicose, que utilizam em um mesmo processo, a **respiração celular**.*” (Livro 4, p. 11).

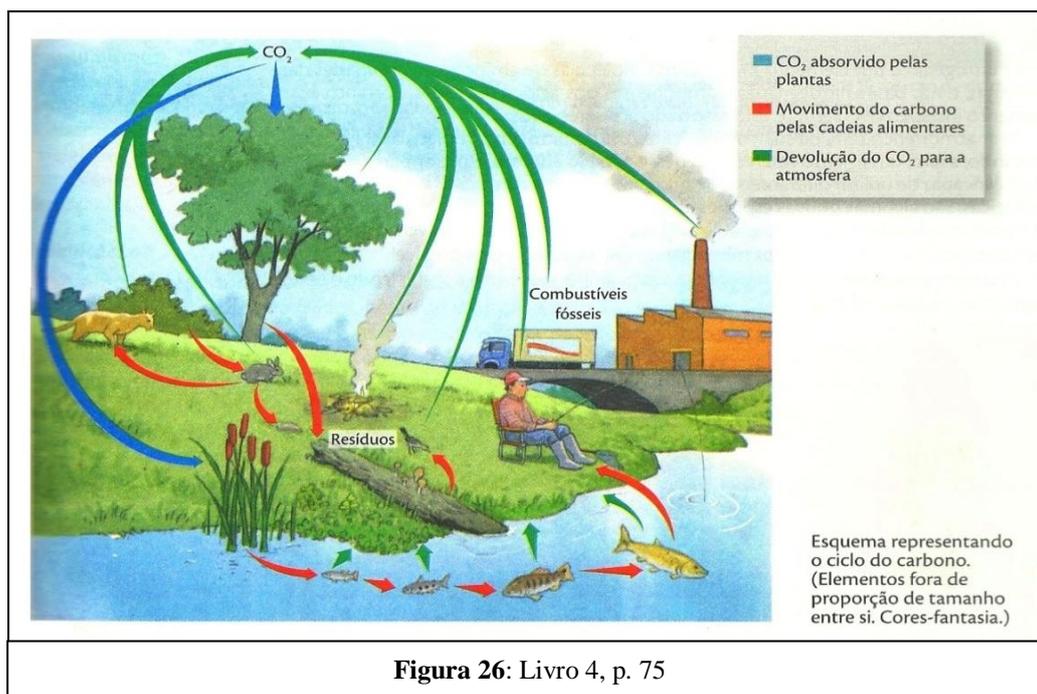
Ao descrever as características dos seres vivos, entre elas, o metabolismo, são citadas algumas reações fisiológicas como nutrição e respiração celular que promovem a homeostase (equilíbrio fisiológico). Para ilustrar é inserido um esquema simplificado (Figura 24) de alguns desses eventos metabólicos. Nesse esquema, a respiração celular é citada como um processo importante para a produção de energia e, conseqüentemente, para a manutenção vital dos organismos que respiram, como é o caso das plantas.



No tópico “As transferências de energia em um ecossistema” o texto é ilustrado por meio de um esquema (Figura 25) no qual é demonstrada, justificada, explicada a obtenção de apenas 10% da energia dos produtores os quais realizam a fotossíntese. Ao analisar esse diagrama, caracterizado como argumento dedutivo, é possível compreender que os consumidores primários não capturam toda energia devido, principalmente, ao processo de respiração realizado pelo vegetal.



O ciclo do carbono é explicado, inicialmente, por uma figura esquemática na qual se observa que os vegetais (árvore) liberam  $\text{CO}_2$  (Dióxido de carbono) para a atmosfera (Figura 26) caracterizando um argumento por equivalência. Essa ilustração é interpretada por um texto sobre a liberação do carbono (citação 33). Segundo a explicação do texto, apenas os herbívoros liberam  $\text{CO}_2$  para a atmosfera como produto da respiração. Essa argumentação utilizando exemplos (herbívoros e consumidores) restringe a produção desse gás apenas aos animais mesmo que a figura indique a produção de  $\text{CO}_2$  também pelos vegetais.



**(Citação 33)** *“Por meio das cadeias alimentares, o carbono ‘orgânico’ é incorporado pelos herbívoros, e deles transferido aos consumidores da comunidade. Todos esses organismos, ao respirar, devolvem gás carbônico para o ar [...].”* (Livro 4, p. 75).

O Livro 4 emprega diferentes argumentos (comparativo, descritivo, dedutivo e de exemplo) para explicar sob diversos aspectos as relações ecológicas da respiração celular dos vegetais. O aluno pode, então, compreender a ocorrência da respiração celular dos vegetais e sua importância para o meio ambiente por meio da relação entre a respiração vegetal e animal (citação 32), da observação das reações fisiológicas que ocorrem nas plantas para manter suas funções vitais (figura 24), pela percepção da perda e transferência de energia ao longo da cadeia alimentar (figura 25), bem como pelo estabelecimento da semelhança entre os gases liberados pelos animais e vegetais (figura 26).

Ao analisar o livro 5 observou-se no tópico “Pirâmide de energia”, para explicar como ocorre o fluxo de energia ao longo da cadeia alimentar e os termos relacionados a esse processo, a explanação da participação da respiração (citação 34) e, conseqüentemente, do consumo de energia, na manutenção das atividades vitais dos vegetais (autótrofos) por meio da argumentação descritiva.

**(Citação 34)** *“O primeiro nível da pirâmide de energia corresponde à quantidade de matéria orgânica produzida pelos autótrofos [...]. Isso é o que se chama de **Produtividade Primária Bruta (PPB)**. Parte da PPB é usada na respiração e, portanto, gasta pelo próprio autótrofo na sua manutenção.”* (Livro 5, p. 94).

No tópico seguinte (“Modelo do fluxo energético”) a explicação é seguida por um esquema do fluxo energético (Figura 27) que ilustra como a energia é transferida de um organismo para o outro. Nessa imagem, a figura geométrica que representa os autótrofos (por exemplo, as plantas) não está claramente descrita como ocorre com a demonstração dos herbívoros, carnívoros e decompositores. Apesar dessa ausência de informação, na figura geométrica que simboliza os autótrofos está inscrito o processo de respiração celular que ocorre nesses organismos.

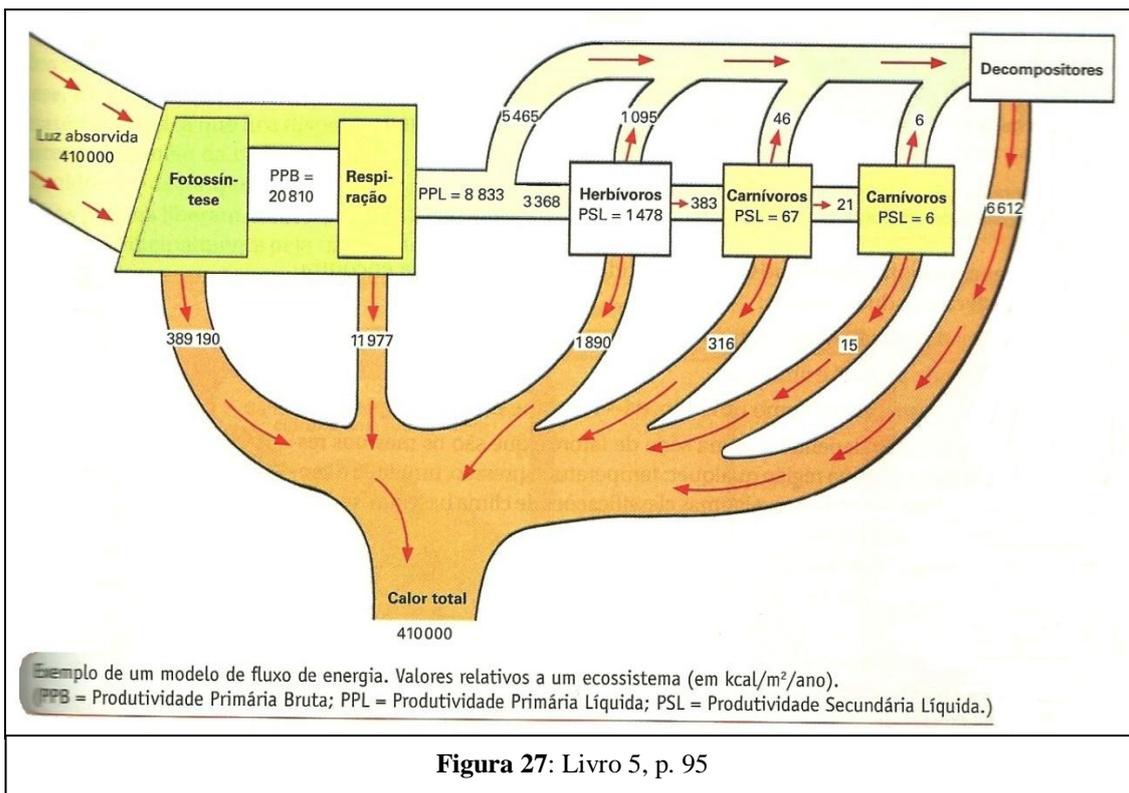


Figura 27: Livro 5, p. 95

O ciclo do carbono é explicado por meio de uma imagem esquemática (Figura 28) na qual está representada a produção de CO<sub>2</sub> para o meio também pela respiração vegetal caracterizando um argumento descritivo.

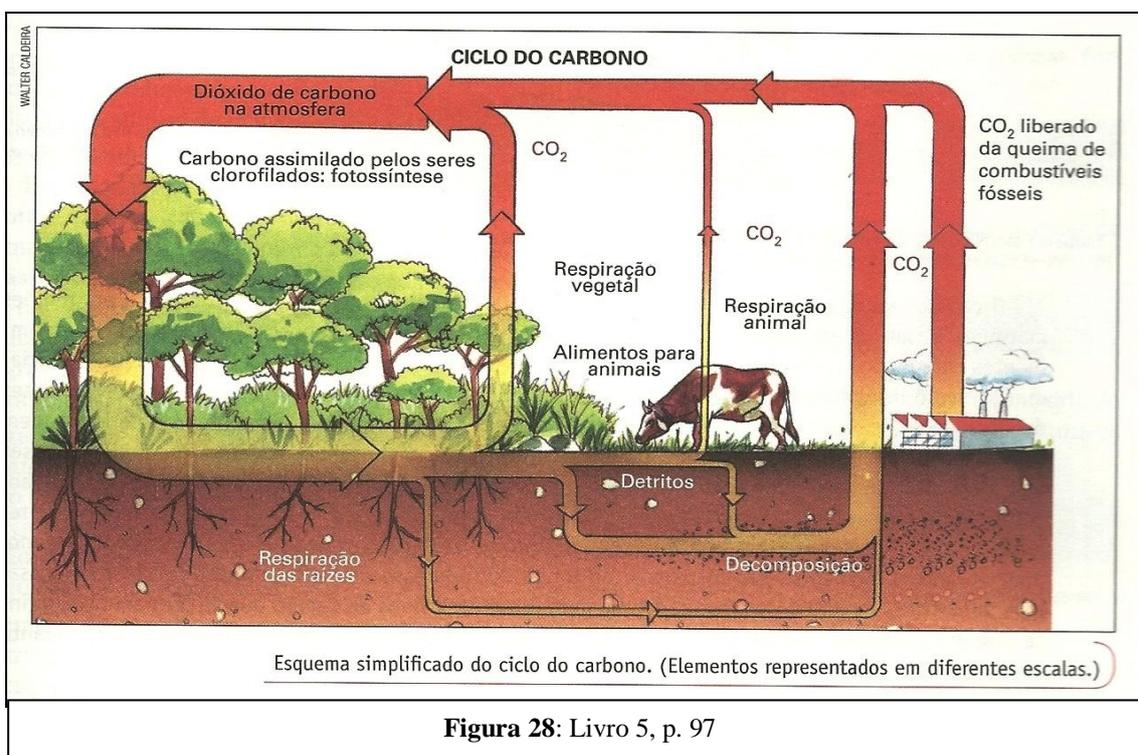


Figura 28: Livro 5, p. 97

Ao explicar o Ciclo do oxigênio os autores argumentam citando exemplos de organismos, entre eles os vegetais, que consomem esse gás (citação 35).

**(Citação 35)** “[...] [O<sub>2</sub>] utilizado para a respiração de plantas, animais e outros organismos aeróbios.” (Livro 5, p. 99).

No parágrafo seguinte afirma-se que a quantidade desse gás (Oxigênio) na atmosfera depende da fotossíntese e da respiração reafirmando (citação 36) em que momento e organismo a respiração acontece por meio de argumento descritivo.

**(Citação 36)** “... a respiração é um processo realizado continuamente pelos seres aeróbios.” (livro 5, p. 99).

No livro 5 predominam os argumentos descritivos (citação 34 e 36 e figura 28). Essa forma de argumentação não possibilita uma compreensão mais complexa sobre o processo de respiração celular e sua relação com o meio ambiente. O aluno então, pouco é induzido a desenvolver seu raciocínio para entender a ocorrência e participação da respiração celular sob o aspecto ecológico.

Para abordar a relação ecológica do processo de respiração celular os autores utilizam, principalmente, argumentos descritivos (figura 24 e 28 e citação 34 e 36) como forma de constar a participação das plantas com o meio ambiente.

#### **4.6 Características argumentativas dos LD**

O Livro 1 emprega, principalmente, argumentos descritivos e de exemplo e, como elemento argumentativo, a metonímia para elucidar a respiração celular nos vegetais. Esses argumentos, conforme já foi citado, apenas revelam uma informação e a limita por meio dos modelos citados uma vez que o exemplo que remete a informação geral pode não caracteriza-la (REBOUL, 2004). A metonímia, por sua vez estabelece uma relação entre a organela (mitocôndria) e as reações fisiológicas (respiração celular).

A metonímia e os argumentos de autoridade e dedutivos são predominantes no Livro 2. As referências como fonte das ideias e elaboração das figuras fomentam as explicações abordadas no LD e os argumentos dedutivos estabelecem um pensamento

lógico que corroboram as conclusões dos autores bem como a aceitação, dos leitores, das ideias explicitadas.

No Livro 3 observa-se a presença de argumentos de exemplo, em especial na abordagem sobre a fisiologia celular vegetal. Os exemplos, cujo objetivo é demonstrar que a regra se aplica a todos (REBOUL, 2004), aproxima o conhecimento do leitor com o científico principalmente quando se referem a estruturas humanas para reforçar a adesão a argumentação, como foi observado em todos os manuais. Por outro lado, Reboul (2004) considera que a exemplificação pode limitar a compreensão o exemplo é tomado como modelo e, assim, o verdadeiro sentido é desviado. Os argumentos descritivos também são muito empregados para caracterizar a respiração celular dos vegetais.

Em relação aos outros LD, o Livro 4 apresenta uma variedade de argumentos o que facilita a compreensão do conteúdo. A dedução é o tipo de argumento mais utilizado possibilitando, assim, que o aluno compreenda e desenvolva seu conhecimento por meio de um raciocínio lógico por meio de evidências e informações que justificam a elaboração de teorias e explicação dos fenômenos naturais, entre eles, o conteúdo analisado.

A transposição didática do Livro 5 ocorre por meio, principalmente, de argumentos descritivos.

As representações pictóricas, analisadas como partes de uma estrutura do argumento servindo como garantia (LIAKOPOULOS, 2007), além de caracterizar diferentes argumentos e, segundo Breton (2003), pode ser fictício e tem a função de dar presença à consciência. As ilustrações<sup>6</sup>, dessa forma, além de se caracterizarem como argumentos, complementam e ilustram as definições do texto.

---

<sup>6</sup> Os autores não são responsáveis pelas imagens. Estas estão dispostas em um banco de imagens da editora qual escolhe a melhor opção. Isso é evidenciado na utilização da mesma imagem que representa o processo evolutivo das mitocôndrias observada nos livros 1 e 2.

## V CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos, também, afirmar que o processo de Transposição didática ainda é um processo em discussão no âmbito educacional devido a recente (no sentido histórico) implantação do LD na educação brasileira bem como a presença de autores brasileiros na elaboração desse material (PARANÁ, 2008).

Os livros didáticos, apesar de, na maioria das vezes, serem bem elaborados, são instrumentos que transmitem passivamente os conhecimentos científicos uma vez que a disposição do conteúdo disciplinar e, principalmente, os argumentos descritivos, comparativos e de exemplo possivelmente não garantem que os alunos adquiram um nível satisfatório de organização de pensamento.

No exame retórico realizado nas coleções (PEZZI; GOWDAK; MATTOS, 2010, AMABIS; MARTHO, 2010, SANTOS; AGUILAR; OLIVEIRA, 2010, JÚNIOR; SASSON; JÚNIOR, 2010) vemos que: a) ocorre a transposição didática do saber a ser ensinado

Nessa perspectiva, a predominância de argumentos descritivos nos LD bem como a mera exposição das informações exige do aluno passivo que não questione os conhecimentos fornecidos e reproduza, nas avaliações, as mesmas certezas ali inscritas. Devido a isso, o ensino “enciclopédico”, argumentos descritivos e de exemplo, mesmo que importantes para que o aluno compreenda aspectos elementares do conteúdo científico escolar, podem induzir a uma simples memorização que não traz significado para a criança ou adolescente e, em consequência, não promove a construção do conhecimento. O aluno deve ser estimulado a estabelecer relações o que é possibilitado por meio de argumentos dedutivos.

Os argumentos empregados nos LD analisados são condensados limitando o conteúdo às características essenciais. Assim, o conhecimento científico é transposto de forma simplificada restringindo o conteúdo a meras definições estabelecendo poucas relações entre o processo de respiração celular e os conceitos de um capítulo ao outro, os exemplos e os aspectos ecológicos. Os argumentos são isolados uns dos outros o que possivelmente conduz o leitor a encerrar seu pensamento em um “bloco”. A argumentação dos LD analisados possibilita a compreensão da ocorrência da respiração celular nos vegetais, porém pode não garantir a aprendizagem sobre esse conteúdo

devido a presença recorrente de argumentos descritivos e de exemplo como foi observado nos livros 1, 3 e 5.

O predomínio de argumentos descritivos caracteriza os textos como mecanicistas que, segundo Bachelard (1996), organizam o conhecimento, ao longo dos capítulos, de maneira linear, fragmentada e especializada, ou seja, de maneira descontextualizada sem estabelecer pontes entre as diferentes áreas do conhecimento. Essa visão empirista-reducionista ainda exerce grande influência na elaboração dos LD como foi analisado neste trabalho. Essa característica pode limitar a produção do conhecimento pelo aluno, pois a contextualização, a problematização e a história da Ciência (não observadas nos livros analisados) é que proporcionam a visão da Ciência como uma construção social, histórica e interdisciplinar.

A transposição didática para desenvolver o conhecimento científico escolar – especificamente do processo de respiração celular dos vegetais – no LD estabelece o ensino de Ciências segundo um dogmatismo do conhecimento, pois não há intercâmbio e construção de significados, apenas um acúmulo das informações estabelecendo um obstáculo epistemológico/ pedagógico (BACHELLARD, 1996).

Esses obstáculos, que podem ser construídos por meio de argumentos de exemplo, além de resultarem da organização e disposição dos conhecimentos escolares, procedem das figuras de linguagem. Essas figuras, como metáforas, metonímias, entre outras, importantes no processo facilitador de transferência do conhecimento de um domínio conceitual não familiar para outro mais familiar promovendo a compreensão, pode fazer com que os alunos formem uma ideia errônea e confusa do conteúdo explicado. Nesse sentido, algumas metáforas utilizadas nos argumentos dos livros analisados podem promover tal resultado negativo como é o caso da abordagem do Livro 1 (Figura 17).

No processo de transposição didática a organização e os argumentos empregados no processo de transposição didática podem, então, facilitar ou não a compreensão dos conteúdos bem como o entendimento da Ciência em si. A dificuldade de aprendizagem, resultante da disposição e forma de argumentação, pode residir no fato de que ao aprenderem somente os conceitos biológicos sem interagir as diferentes informações, não conseguem perceber a ciência como atividade e sim como um conjunto de conceitos e definições como foi observado na abordagem dos aspectos ecológicos, principalmente no Livro 5. Dessa forma, os alunos não relacionam conceitos, não compreendem a ciência em sua totalidade e tampouco o processo de construção dos conhecimentos

científicos. Quando ocorre aprendizagem é por meio de relações superficiais entre os conceitos biológicos.

Sendo assim, a dificuldade que os alunos têm de compreender os conceitos de botânica, especificamente o processo de respiração celular nos vegetais, pode ser reflexo da forma pela qual esse assunto é disposto e abordado nos LD. Possivelmente, devido a separação e pouca articulação do conteúdo científico escolar no livro didático, os alunos conhecem a Ciência por meio da repetição e internalização das descrições das informações, como um meio de reter e memorizar os conceitos. Isso resulta em uma aprendizagem mecanicista que não promove uma alfabetização científica no nível escolar.

A transposição didática não atingiu, para nós, uma mudança razoável e profundidade dos conceitos científicos. Como exemplo os argumentos descritivos referentes às explicitações sobre a célula vegetal, a mitocôndria e as reações fisiológicas. Essa argumentação no processo de transposição didática sobre a respiração celular dos vegetais passa a apresentar função meramente informativa não induzindo, portanto, a construção e mudança de conceitos. O mesmo ocorre com o argumento por metonímia e exemplo (quando este se refere apenas a modelos animais e/ou humanos) os quais também exprimem o conteúdo de maneira restrita e superficial.

No processo de transposição didática os argumentos descritivos, de autoridade e dedutivos são recursos importantes aos conteúdos principalmente aos aspectos evolutivos. A integração desses argumentos possibilita a compreensão de teorias sobre o processo evolutivo da mitocôndria bem como da respiração celular. O argumento de autoridade subsidia os argumentos dedutivos os quais complementam os dedutivos. A utilização dos argumentos dedutivos possibilita a construção lógica do conhecimento a respeito do processo evolutivo dessa organela e da reação fisiológica que realiza nos animais e vegetais

As imagens são recorrentes em algumas coleções (Livros 1 e 2), não são vinculadas a história da evolução (apenas há uma estrutura evolutiva linear) nem tampouco a construção dos conhecimentos sobre a respiração celular dos vegetais no sentido epistemológico. Mediante isso, o leitor pode passar a compreender a evolução da mitocôndria como um processo simples, sempre direcionado a uma estrutura de mais complexidade e melhoria que ocorre em um curto período de tempo.

As coleções apresentam um padrão na organização, disposição e argumentação dos conteúdos apresentando a unidade celular, a organela e seu processo evolutivo a luz

de uma teoria, as reações metabólicas e as relações ecológicas da respiração celular dos vegetais.

Por fim, mediante os pressupostos apresentados pode-se considerar que a Transposição didática ocorre por meio da utilização de argumentos tanto na construção da sequência de apresentação dos conteúdos como na estruturação dos textos e dos recursos pictóricos. O tipo de argumentação para cada tipo de conteúdo bem como a interação entre diferentes argumentos podem promover ou dificultar o raciocínio lógico do estudante no seu processo de aprendizagem.

## VI REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano. MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. Vol. 1. São Paulo: Moderna, 2010.

AMARAL, Ivan A. MEGID NETO, Jorge. Qualidade do livro didático de Ciências: o que define e quem define? **Ciência & Ensino**, Campinas, n.2, (p. 13-14), jun.1997.

ALMEIDA, Geraldo Peçanha de. **Transposição Didática: Por onde começar?** São Paulo: Cortez Editora, 2007.

ALMEIDA, Rosiléia Oliveira. Noção de Fotossíntese: obstáculos epistemológicos na construção do conceito científico atual e implicações para a educação em ciência. **Candombá - Revista Virtual**, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, jan – jun 2005.

ALVES, Gilberto Luiz. **O trabalho didático na escola moderna: formas históricas**. Campinas: Autores Associados, 2005.

ARANHA, Maria Lucia de Arruda. MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: Introdução à Filosofia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Moderna, 1993.

ASTOLFI, Jean-Pierre. DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. Campinas: Papyrus, 1990.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAUER, Martin W. GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

BELLINI, Luzia Marta. FRASSON-COSTA, Priscila Carozza. A metáfora GUERRA na comunicação das ideias de HIV/Aids em livros didáticos. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 217, (p. 1-16), 2006.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. **Livros Didáticos: Concepções e Usos**. Recife: SEE, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Plano Nacional do Livro Didático: Guia de Livros Didáticos: 1a. a 4a. séries**. Brasília, DF, 2007.

BRETON, Phillippe. **A argumentação na comunicação**. 2. ed. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2003.

BUENO, Francisco da Silveira. **Minidicionário da língua portuguesa**. 6ª ed. São Paulo: Lisa S/A, 1992.

CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Didática e Epistemologia da Biologia. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. ARAUJO, Elaine S. Nicolini Nabuco de. (Org.) **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, (p. 73-86), 2009.

\_\_\_\_\_. BASTOS, Fernando. A didática como áreas de conhecimento. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. ARAUJO, Elaine S. Nicolini Nabuco de. (Org.) **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009, (p. 13-33).

CAPDEVILA, Arantxa. Propuesta para el análisis de la propaganda electoral audiovisual. Un modelo retórico-argumentativo. **III Sopcom, VI Lusocom e II Ibérico**. Volumen II. Teorias e estratégias discursivas. Covilha: Universidade da Beira Interior, (p. 239-246), 2005.

CARVALHO, Graça Simões de. A Transposição Didática e o ensino de Biologia. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. ARAUJO, Elaine S. Nicolini Nabuco de. (Org.) **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, (p. 34-57), 2009.

CASCONE, Odete Bulla. **Organização do ensino e aprendizagem conceitual: possibilidades formativas no livro didático**. 2009. 113f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica** Del saber sábio al saber enseñado. 3 ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

CONTENÇAS, Paula. **A eficácia da metáfora na produção da ciência**. O Caso da Genética. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

DOMINGUINI, Lucas. A Transposição Didática como intermediadora entre o Conhecimento científico e o Conhecimento escolar. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v. 7, n. 2, nov. 2008.

FERREIRA, Marcia Serra. SELLES, Sandra Escovedo. Análise de Livros Didáticos em Ciências: entre as Ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. **Revista Educação em Foco**, v.8, nº 1, (p. 63-78), mar/ago 2003.

FILHO, Jose de Pinho Alves. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2000.

FRASSON, Priscila Carozza. **Aids, qual o seu significado nos livros didáticos?** Dissertação de Mestrado do curso de Pós-graduação Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática. Universidade Estadual de Maringá, 2006.

GODOY, Arilda A. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n. 2, (p. 57-63), Mar./Abr., 1995.

GONÇALVES, Adair Vieira. Ferramentas didáticas para o ensino de língua portuguesa: gêneros textuais, transposição e modelo didáticos. **Raído**, Dourados, MS, v. 2, n. 4, jul./dez. 2008.

JÚNIOR, César da Silva. SASSON, Sezar. JÚNIOR, Nelson Caldini. **Biologia1**. São Paulo: Saraiva, 2010.

KAWASAKI, Clarice Sumi. BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. Fotossíntese: um Tema para o Ensino de Ciências? **Química Nova na escola**. nº 12, (p. 24-29), nov. 2000.

LEACH, Joan. Análise Retórica. In: BAUER, Martin W. GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, (p.293-318), 2007.

LIAKOPOULOS, Milton. Análise Argumentativa. In: BAUER, Martin W. GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, (p. 218-243), 2007.

LIBÂNEO, José Carlos. **Fundamentos teóricos e práticos do trabalho docente: estudo introdutório sobre pedagogia e didática**. Tese de Doutorado. (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica – PUC. São Paulo, 1990.

\_\_\_\_\_. Didática e Epistemologia: para além do embate entre a Didática e as Didáticas específicas. In: VEIGA, Ilma Passos A. *et al.* (Orgs.). **Profissão Docente: novos sentidos, novas perspectivas**. Campinas: Papirus, (p. 59-88), 2008.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Conhecimento escolar em Química - Processo de mediação Didática da Ciência. **Química Nova**, 20(5), (p. 563-568), 1997.

LOPES, Sônia. ROSSO, Sergio. **Bio**. Vol. 1. São Paulo: Saraiva, 2010.

MACHADO, Nílson José. **Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente**. São Paulo: Cortez, 1995.

MARANDINO, Martha. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus e ciências. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro, RJ, n. 26, maio/jun/jul/ago. 2004.

MAZZOTTI, Tarso, A verdade como consenso determinado pelas técnicas argumentativas. **GT Pragmatismo encontro: Verdade: da Metafísica Moderna ao pragmatismo**. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá. 2005. Comunicação on-line: “Tarso Mazzotti” ([tmazzotti@mac.com](mailto:tmazzotti@mac.com)). Agost/2005.

\_\_\_\_\_. De volta à Retórica. Uma coletânea do debate contemporâneo. Rio de Janeiro: UFRJ CFCH Faculdade de Educação, Departamento de Fundamentos da Educação. 2004.

MEDEIROS Simone Corrêa dos Santos. COSTA, Maria de Fátima Barrozo da. LEMOS, Evelyse dos Santos. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. vol.8 nº3 (p. 923-935), 2009.

MENDONÇA, Rildo J. CAMPOS, Angela F. JÓFILI, Zélia M. Soares. O Conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, nº 20, p. 45-48. nov. 2004.

NÉRICI, Imídeo Giuseppe. **Introdução à didática geral**. 15. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

NETO, Jorge Megid. FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, (p. 147-157), 2003.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da educação básica: Ciências**. Secretaria de Estado da Educação do Paraná, 2008.

PEZZI, Antônio. GOWDAK, Demétrio Ossowski. MATTOS, Neide Simões de. **Biologia: citologia, embriologia, histologia**. Vol. 1. São Paulo: FTD, 2010.

POLO, Maria. La Trasposizione didattica della matematica: per un curriculum praticabile. In: Congresso **Insegnare la matematica nella scuola di tutti e di ciascuno**. (p. 230-235), Milão: Ghisetti e Corvi, 2005.

REBOUL, Olivier. **Introdução à Retórica**. 2ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

ROVÍRA, María Pilar García. PUIG, Neus Sanmartí. Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente em biología. **Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales**, nº 16, (p. 8-20), abr. 1998.

SANT'ANNA, Diogo C. BITTENCOURT, Jane. OLSSON, Sandra. Transposição e mediação didática no ensino de frações. **Bolema**. Ano 20, n. 27: 71-91, Rio Claro, maio de 2007.

SANTO, Esmeralda Maria. Os manuais escolares, a construção de saberes e a autonomia do aluno. **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, n. 8, p. 103-115, 2006.

SANTOS, Carmi Ferraz. A formação em serviço do professor e as mudanças no ensino de língua portuguesa. **ETD – Educação Temática Digital**. Campinas, SP. v. 3, n. 2, p. 27-37, jun. 2002.

SANTOS, Fernando Santiago dos. AGUIAR, João Batista Vicentin. OLIVEIRA, Maria Martha Argel de. **Biologia: Ensino Médio**, 1º ano. Coleção Ser Protagonista. São Paulo: Edições SM, 2010.

SANTOS, Samantha Suyanni dos. OLIVEIRA, Silmara Sartoreto de. Análise de recursos visuais presentes em manuais didáticos a respeito do processo de respiração celular dos vegetais. **Anais** da XIV Semana de Educação da Universidade Estadual de Londrina. Eixo Temático: Ensino Fundamental. (p. 885-899), 2012. Disponível em <<http://www.uel.br/eventos/semanadaeducacao/pages/arquivos/anais/2012/anais/ensinofundamental/analisederecursosvisuais.pdf>> Acesso em: 24 de julho de 2012.

\_\_\_\_\_. Análise do conteúdo presente em manuais didáticos a respeito do processo de respiração celular dos vegetais. **Anais** do V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL) IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE). Eixo 10: Educação, Comunicação e Tecnologia na Educação (T 240). Universidade Estadual de Londrina. (2011). Disponível em <<http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/comunicacoes/T240.pdf>> acesso em: 24 de julho de 2012.

SOUZA, Suzani Cassiani. ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. A Fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação**, v. 8, nº 1, (p. 97 – 111), 2002.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

ZAGO, Leciana de Menezes. GOMES, Ana Cláudia. FERREIRA, Hérika Alves. SOARES, Narcisa Silva. GONÇALVES, Carlos André. Fotossíntese: Concepções dos Alunos do Ensino Médio de Itumbiara-GO e Buriti-Alegre-GO. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, (p. 780-782), jul. 2007.