

<http://dx.doi.org/10.21707/ga.v10.n04a55>

## ANÁLISE DOS CONCEITOS BIOMIMETISMO E ECODESIGN NO DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

MIRNA ANDRADE BEZERRA<sup>1</sup> & JOSÉ MACHADO MOITA NETO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí. E-mail para correspondência: [mirna.bez@outlook.com](mailto:mirna.bez@outlook.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí

Recebido em 02 de março de 2015. Aceito em 23 de maio de 2016. Publicado em 24 de outubro de 2016.

**RESUMO** – Os conteúdos trabalhados nos livros didáticos de biologia podem permitir o desenvolvimento da Educação Ambiental utilizando-se de dois conceitos ainda novos nesta abordagem, são eles: biomimetismo e ecodesign. Possuem grandes contribuições em diversas áreas da ciência, permitindo expor os avanços da tecnologia em favor da resolução dos problemas ambientais gerados por atividades impactantes. A biomimetica inspira-se no mundo natural para criar formas altamente eficazes para o desenvolvimento de soluções sustentáveis, o ecodesign caracteriza-se como um processo de inclusão de quesitos ambientais no processo de design de produtos. Para isso, realizou-se a avaliação dos livros didáticos do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) dos anos 2015-2017 para identificação de temas da biologia que podem ser utilizados para a incorporação destes conceitos. Após esta fase de investigação dos três volumes das obras, foi realizada uma análise mais detalhada da coleção, contendo contribuições e sugestões do que é possível ser melhorado para que os conceitos de biomimetismo e ecodesign possam ser incluídos nos livros didáticos. A análise realizada encontrou em quatro exemplares a menção as inovações da biomimética, mas, o termo e a aplicação do conceito de ecodesign não foi detectado em nenhum dos livros, constatando-se grande viabilidade de inserção do mesmo. Os conceitos são importantes para o desenvolvimento da educação ambiental e precisam ser abordados de forma mais efetiva dentro dos conteúdos de biologia por diversos aspectos, mas, principalmente pela interdisciplinaridade e o viés da sustentabilidade que eles contemplam.

**PALAVRAS CHAVE:** BIOMIMETISMO. ECODESIGN. LIVROS DIDÁTICOS. EDUCAÇÃO AMBIENTAL.

### ANALYSIS OF BIOMIMETISM AND ECODESIGN CONCEPTS IN THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL EDUCATION IN BIOLOGICAL DIDACTIC BOOKS

**ABSTRACT** – The contents worked in biology textbooks can allow the development of environmental education using two concepts still new in this approach, they are: biomimicry and ecodesign. They have great contributions in various fields of science, allowing expose the advances of technology in favor of the resolution of environmental problems caused by impacting activities. biomimetics draws on the natural world to create highly effective ways to develop sustainable solutions, ecodesign is characterized as a process of inclusion of environmental questions in the process of product design. For this, we carried out the evaluation of textbooks National Textbook Plan (PNLD) the years 2015-2017 to identify themes of biology that can be used to incorporate these concepts. After this phase of investigation of the three volumes of the works, an analysis of the collection was held, containing contributions and suggestions about what can be improved so that the concepts of biomimicry and ecodesign can be included in textbooks. The analysis found in four volumes the mention of innovation of biomimetics, but the term and application of the concept of ecodesign were not detected in any of in the textbooks, noting it great viability of inserting the same. The concepts are important for the development of environmental education and need to be addressed more effectively within the biology content by several aspects, but mainly by interdisciplinarity and the bias of sustainability that they contemplate.

**KEY WORDS:** BIOMIMICRY. ECODESIGN. DIDACTIC BOOKS. ENVIRONMENTAL EDUCATION

### ANÁLISIS DE LOS CONCEPTOS BIOMIMETISMO Y ECODESIGN EN EL DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS LIBROS DIDÁCTICOS DE BIOLOGÍA

**RESUMEN** – Los contenidos trabajados en los libros de texto de biología pueden permitir el desarrollo de la educación ambiental utilizando dos conceptos todavía nuevos en este enfoque, son: biomimética y ecodiseño. Tienen grandes contribuciones en diversos campos de la ciencia, lo que permite exponer los avances de la tecnología en favor de la resolución de los problemas ambientales causados por actividades impactantes. La biomimética se basa en el mundo natural para crear formas muy eficaces para el desarrollo de soluciones sostenibles, el ecodiseño se caracteriza como un proceso de inclusión de las cuestiones ambientales en el proceso de diseño de productos. Para eso, se llevó a cabo la evaluación de los libros de texto del Plan Nacional de Libros de Texto (PNLT) de los años 2015-2017 para identificación de los temas de la biología que se pueden utilizar para incorporar estos conceptos. Después de esta fase de la investigación y el análisis de los tres volúmenes de las obras, se llevó a cabo un análisis más detallado de la colección, que contiene contribuciones y sugerencias de lo que puede

mejorarse de manera que los conceptos de la biomimética y ecodiseño pueden ser incluidos en los libros de texto. El análisis realizada encontró en cuatro ejemplares la mención a las innovaciones de la biomimética, pero el término y la aplicación del concepto de ecodiseño no se detectó en ninguno de los libros, tomando nota de gran viabilidad de la inserción del mismo. Los conceptos son importantes para el desarrollo de la educación ambiental y deben ser abordados de manera más eficaz dentro del contenido de la biología por varios aspectos, pero especialmente por la interdisciplinariedad y el sesgo de la sostenibilidad que se contemplan.

**PALABRAS CLAVE:** BIOMIMÉTICA. ECODISEÑO. LIBROS DE TEXTO. EDUCACIÓN AMBIENTAL.

---

## INTRODUÇÃO

A Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 que dispõe especificamente sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (EA) instituiu que a mesma deve ser trabalhada como componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo. Esta lei enfatiza o reconhecimento do seu papel transformador e emancipatório. A resolução nº 2 de 2012 que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental reforçam este interesse que se torna cada vez mais visível diante do cenário nacional e mundial em que a preocupação com as mudanças climáticas, a degradação da natureza, a redução da biodiversidade, os riscos socioambientais locais e globais, as necessidades planetárias evidencia-se na prática social.

Em função da necessidade de inserção da Educação Ambiental (EA), escola e professores tornam-se possíveis mediadores da transformação requerida, utilizando-se do livro didático como um instrumento e um grande aliado, pois nele estão sistematizados os saberes historicamente acumulados pela ciência, embora não deva ser a única forma de promover a circulação do conhecimento (Carvalho et al. 2014).

Os conteúdos trabalhados nos livros didáticos podem permitir o desenvolvimento da Educação Ambiental utilizando-se de dois conceitos ainda novos, mas que possuem grandes contribuições em diversas áreas da ciência permitindo expor os avanços da tecnologia em favor da resolução dos problemas ambientais gerados por atividades impactantes.

A biomimética foi adotada como uma estratégia atual na prática de design, inspirando-se no mundo natural para criar formas altamente eficazes para o desenvolvimento de soluções sustentáveis. Já o *ecodesign* caracteriza-se como uma ferramenta mais reconhecida e utilizada para a inclusão ambiental no processo de design de produto (De Pauw et al. 2014). A ISO 14006 (ABNT 2011) que normatiza a implantação do *ecodesign* nas indústrias caracteriza-o como a integração de aspectos ambientais no projeto e desenvolvimento de produto, com o objetivo de reduzir impactos ambientais adversos ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

A avaliação dos livros didáticos e seus conteúdos identificam temas da biologia que podem ser utilizados para a incorporação destes conceitos, incluindo-os nas abordagens levantadas por cada uma das coleções adotadas na escola pública. Os temas relacionados à ecologia, biodiversidade, desenvolvimento sustentável, desequilíbrios ambientais, ciclos biogeoquímicos, a saúde e o meio ambiente podem ser exemplos de onde poderiam ser introduzidos.

Os livros didáticos são ainda fundamentais dentro da escola, sendo o veículo de informações geradas pela ciência e concretizadas pela tecnologia. Questões como a sustentabilidade pode ser apresentado por meio de conceitos como os de biomimética e *ecodesign*, que permitam contemplar a interdisciplinaridade, que forma indivíduos mais críticos e conscientes dos avanços científicos.

## METODOLOGIA

Foram adotadas para análise e elaboração de sugestões as coleções do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) dos anos 2015-2017 com o componente curricular Biologia, contendo ao todo oito coleções de várias editoras dispostos no Guia do livro didático, documento disponibilizado pelo Ministério da Educação (MEC) contendo resenhas sobre o que será abordado no livro para apreciação do professor que deverá selecionar uma delas para trabalhar.

A leitura dos três volumes da coleção objetivou a verificação da existência da abordagem dos conceitos de biomimetismo e *ecodesign* pelos autores, identificação de conteúdos que permitissem a incorporação destes conceitos, bem como a oportunidade de encaixá-los em tópicos, boxes dentro do texto ou ao final dele.

Partindo disso, a análise foi realizada levando em conta três critérios que são:

Observação da estrutura do sumário

Estrutura da unidade

Conteúdos que permitem a possibilidade de inserção do conceito

O primeiro critério permite a visualização de como os conteúdos foram organizados pelo autor. O segundo nos permite perceber como se desenvolverá estruturalmente os conteúdos nos volumes daquela coleção, observando como as temáticas serão desenvolvidas, as possibilidades de conexão com assuntos, disciplinas e áreas diferenciadas e a contemplação de pontos sugeridos pelos documentos do MEC. O último critério permite a identificação de conteúdos que abordam ou que possuem possibilidade de encaixe dos conceitos de biomimetismo e *ecodesign*, expondo e sugerindo formas de abordagem pelo professor e autor do livro incentivando a interdisciplinaridade e a contextualização quando possível.

Após esta fase de investigação e observação dos três volumes da obra, foi realizada uma análise geral da coleção, contendo contribuições e sugestões do que poderia ser melhorado para que os conceitos de biomimetismo e *ecodesign* pudessem ser incluídos nos livros didáticos.

A análise das coleções vai possibilitar a redação de contribuição a essas temáticas:

**Biomimetismo:** A inspiração encontrada na natureza pode solucionar diversos problemas humanos, inclusive quando relacionadas a sustentabilidade dentro do design industrial. Serão inseridas discussões, levantamento de outras temáticas e a proposta de interdisciplinaridade mencionada e incentivada pelos documentos do MEC por meio deste conceito.

**Ecodesign:** Os processos realizados nas atividades industriais geralmente afetam negativamente o meio ambiente, com as ideias de sustentabilidade e observação de aspectos ambientais na fase de projeto de produtos pode-se reduzir o impacto de produtos durante o seu ciclo de vida.

Os livros didáticos foram analisados com o embasamento teórico produzido a partir de documentos do MEC como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN +), Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM).

Para melhor identificação dos livros didáticos foram utilizados siglas para designar cada um dos exemplares, conforme o exposto na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1** - Livros didáticos e siglas

Nome do livro	Editora	Autor (es)	Siglas
Biologia	AJS	Vivian Lavander Mendonça	L1
Biologia	Saraiva	César da Silva Júnior Sezar Sasson Nelson Caldini Júnior	L2
Biologia em Contexto	Moderna	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho	L3
Biologia Hoje	Ática	Sérgio de Vasconcelos Linhares Fernando Gewandsznadjer	L4
Conexões com a Biologia	Moderna	Rita Helena Bröckelmann	L5
Novas bases da Biologia	Ática	Nélio Marco Vicenzo Bizzo	L6
Ser Protagonista - Biologia	Edições SM	Márcia Regina Takeuchi Tereza Costa Osorio	L7
Bio	Saraiva	Sônia G. B. C. Lopes Sergio Rosso	L8

## RESULTADOS

A avaliação da estrutura dos sumários, unidades, capítulos e a observação da possibilidade de inserção dos conceitos de biomimética e *ecodesign* nos livros didáticos em seus três volumes permitiram a descrição e análise ressaltando os aspectos mais significativos para a viabilidade de incorporação destes temas para discussão e conhecimento dos alunos. Os respectivos livros e análises são designados pelas siglas disponibilizadas na Tabela 1.

### *Análise L1*

O livro didático representa uma ferramenta para auxiliar o professor e conduzir o aluno no pleno desenvolvimento e aprendizado dos conteúdos, sendo necessário que os mesmos sigam ou tentem estabelecer aspectos demandados pelos documentos do MEC, como a interdisciplinaridade e contextualização dos temas abordados no livro.

Outro tema enfatizado nestes documentos é a inserção de conteúdos relacionados à problemática ambiental. Devido ao momento marcado pela ocorrência de diversos desastres ambientais as DCNEM ressaltam a necessidade dos educadores de compreender a complexa multicausalidade da crise ambiental contemporânea e de contribuir para a prevenção de seus efeitos deletérios e para o enfrentamento das mudanças socioambientais globais. Esta necessidade e decorrentes preocupações são universais.

Em conformidade com o que foi exposto sobre o que os documentos recomendam, a análise revelou que esta coleção utiliza de forma muito tímida a interdisciplinaridade, relacionando em maior quantidade os conteúdos com as disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática na qual a Biologia esta inserida, com pouca ou nenhuma abordagem de outras do conhecimento humano.

Os volumes desta coleção são bem ilustrados, mas dispõe os conteúdos de forma resumida. Observa-se ainda que o volume 1 tem poucas informações adicionais ao longo do texto e ao final dos capítulos, podendo ser inseridas normalmente no próprio texto sem nenhum prejuízo ao conteúdo e por se tratarem de uma continuação das informações. Os volumes 2 e 3 já contemplam uma maior quantidade de informações extras, esquemas, seções que estimulam a conexão com a realidade do aluno, fazendo-o relacionar teoria e prática.

Ao analisar os livros didáticos foi possível perceber que a autora pouco enfoca as questões relacionadas ao meio ambiente, os desequilíbrios causados pelo ser humano, a educação ambiental, a sustentabilidade e a conservação da biodiversidade. Nos três volumes, só foi possível constatar no volume 2 a presença efetiva de assuntos relacionados a temática ambiental, não sendo observada a presença de um capítulo específico para a Ecologia.

É necessária a inserção de mais indicações de sites, livros, vídeos e textos que abordem a tecnologia, as questões ambientais, e outros assuntos que estimulem o desenvolvimento crítico sobre os conteúdos repassados.

No que diz respeito a inserção do conceito de biomimetismo, não existe menção ao termo, mas algumas de suas aplicações foram observadas nos capítulos principalmente relacionados aos animais. A análise realizada respeitou a estruturação dada as unidades pela autora, sugerindo apenas modificações nos textos, a inserção de esquemas, ilustrações e vídeos que subsidiem o conhecimento desta nova ciência, lançando um novo olhar sobre os conteúdos permitindo que o professor conheça e explore estas informações, a fim de expor ao aluno as inovações geradas pela biomimética.

### *Análise L2*

A coleção analisada apresenta boas possibilidades de inserção do conceito de biomimética por diversos aspectos: 1) Possui vários tipos de box distribuídos na introdução, desenvolvimento e conclusão dos capítulos e unidades, 2) Abordagem de questões atuais, 3) Explora a interdisciplinaridade, 4) Ênfase nas questões ambientais, 5) Muitos textos acessórios para análise e 6) Sugestões de documentos e matérias em sites da internet.

As informações adicionais contidas nos livros, além de permitirem a abordagem do conhecimento e inovação gerados pela inspiração na natureza, contém alguns textos que mencionam a necessidade cada vez mais urgente do homem começar a imitar processos mais

eficientes, como os observados nos processos biológicos realizados por plantas e/ou animais. Não há menção somente ao termo Biomimética, mas o conceito é claramente abordado principalmente no volume 2 desta obra. Os textos que trazem esta informação geralmente são trabalhados no início dos capítulos e permitem a associação com o que será abordado nos conteúdos, podendo ser acrescentadas em outros momentos inovações relacionadas à biomimética, incorporando o termo para torna-lo mais conhecido.

A observação da capa dos três volumes gera um estímulo à curiosidade e a pesquisa, pois apresentam exemplos de animais que estão camuflados ao seu meio, demonstrado ainda a função deste tipo de adaptação que seria de proteção contra predadores ou ataque contra as suas presas. Alguns autores consideram a camuflagem um tipo especial de mimetismo, a partir disso, muitas possibilidades de discussão sobre este assunto e também sobre a biomimética podem ser formulados para aproximar os alunos de uma nova visão proporcionada pelas demonstrações de opções geradas pela natureza, a diversidade e a discussão sobre a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Alguns sites são mencionados para a pesquisa e os títulos das matérias são muito interessantes, incitam a busca e o interesse pelo conteúdo da matéria, mas a grande maioria dos sites indicados não direciona ao endereço eletrônico que está colocado. Às vezes, os endereços equivocados estão relacionados a conteúdos proveitosos para o aluno, mas a matéria que está em destaque não é encontrada ou nem mesmo existe. Algumas dessas matérias sugerem no seu título a abordagem de inovações da biomimética, mas não são encontradas.

Outro aspecto positivo do livro são as muitas ilustrações, esquemas e representações, muitos boxes que aprofundam o conhecimento sobre meio ambiente, saúde, tecnologia, entre outros. O final dos capítulos sempre apresenta dois ou mais textos para leitura e interpretação com informações atuais, relacionadas a outras áreas e disciplinas, questões que trabalham as habilidades exigidas pelo ENEM que exploram a interdisciplinaridade, questões que são no formato de outros vestibulares e um caderno de testes relacionados a cada capítulo do livro.

### *Análise L3*

A importância da investigação na ciência e das inovações tecnológicas para o futuro são bem colocadas em um capítulo à parte sobre a ciência e a forma como é conduzida, na qual são levantadas questões sobre a origem, a revolução e a natureza do conhecimento científico. Estas informações colocadas no início do livro são sempre evocadas dentro do texto, servindo de base ao entendimento de outras temáticas.

A maioria dos capítulos apresenta além de uma imagem, textos jornalísticos que exploram outros conhecimentos fazendo com que o aluno observe que aquela temática também está presente em meios de comunicação acessíveis ao seu conhecimento. Para estimular o interesse e gerar curiosidade sobre o assunto do texto, são inseridas algumas perguntas que podem servir de introdução a temática abordada no capítulo.

O box “A importância do tema” está presente em todo início de capítulo e desempenha um papel de facilitador no entendimento por parte do aluno, do que será trabalhado dentro dos capítulos, mas também tem um caráter não tão bom, pois talvez torne deficiente a percepção do próprio aluno sobre aquele tema, por conter a informação explícita, isso o impeça de ao longo do seu estudo fazer conexões próprias de sua observação.

O conceito de mimetismo é trabalhado no volume 2 no item sobre adaptação e evolução e contém informações mais detalhadas que outras coleções sobre esta características apresentada por alguns animais e plantas.

Esta coleção apresenta um livro digital que pode ser visto no site da editora e contém vários vídeos ilustrativos sobre as temáticas apresentadas nos capítulos que possuem um ícone de identificação do conteúdo digital. Uma falha observada é que dentro do livro não há referência de onde o aluno deve procurar este recurso, ficando restrito mais a utilização do professor, sendo que poderia ser muito útil para o estudo individual do aluno.

#### *Análise L4*

A coleção analisada possui um padrão nos três volumes, não decaindo ou aumentando o repasse de informações extras contidas em box e seções, ressaltando questões em relação ao conteúdo daquele capítulo dentro do texto e ao final de cada exposição.

Propõe trabalhos em equipe que permitem a troca entre as disciplinas de Química, Geografia, Matemática, História e também o contato com os professores das mesmas, permitindo a aproximação dos profissionais de cada área com objetivo de promover a interdisciplinaridade. Em contrapartida, revela-se a necessidade do professor de Biologia promover esta conexão entre áreas em seu próprio discurso, sem recorrer a outros profissionais porque aquela temática não é do seu domínio. É importante que o professor da disciplina, seja ela qual for, possua a habilidade de fazer conexões com outras áreas de estudo.

Foi observado que o livro possui muitos boxes com informações sobre tecnologia, ambiente, sociedade e seu cotidiano, ética e aprofundamento de alguns assuntos relacionados a temática, mas o autor não sugere novos sites, livros, filmes ou vídeos que convidem o aluno a refletir sobre aquele assunto e formar a sua própria opinião sobre aquela temática. No final do livro, possuem alguns sites relacionados a cada um dos capítulos inseridos no livro, mas sugere-se que eles ocupem lugares de maior destaque.

A apresentação do livro informa que um ícone chamado “Conteúdo digital” indica objetos educacionais digitais relacionados aos conteúdos, mas nada foi encontrado dentro dos livros ou de forma complementar ao mesmo que seja referente ao que este ícone indica somente as sugestões de sites e revistas ao final do livro, que não condiz ao que foi apresentado.

O volume 3 desta coleção possui uma unidade voltada somente para o estudo da Ecologia, abordando vários assuntos relacionados aos desequilíbrios ambientais, as suas causas e as possíveis soluções para este problema. Percebe-se uma maior facilidade de inserir as aplicações do biomimetismo e também do ecodesign quando há esta divisão dos conteúdos relacionados ao meio ambiente, não impedindo que aconteça a abordagem destes conceitos caso o livro não faça essa separação ou não proporcione um maior destaque com uma unidade específica para os conteúdos de Ecologia, sendo inconcebível a sua não abordagem devido a grande importância deste tema nos dias de hoje.

A análise também constatou a presença do conceito de mimetismo no capítulo referente as relações ecológicas do tipo predação, caracterizando-o como um artifício presente em presas e predadores para defesa e ataque, com a características desenvolvidas ao longo da evolução por meio de mutações. Ressalta-se que este conteúdo poderia ser tratado também na unidade sobre

evolução de forma a permitir a inserção do conceito de biomimetismo voltado para estes dois tipos de conteúdos, proporcionando enfoques diferentes para as aplicações desta nova ciência.

Os questionamentos feitos ao final de cada Unidade por questões de vestibulares, ENEM e até mesmo pelo autor podem proporcionar a abordagem de novas informações relacionadas ao conteúdo do enunciado daquela questão, permitindo que o aluno consiga acrescentar mais informações as que já possuem. Foi sugerida nas análises a criação de boxes que permitam fazer interligações das temáticas levantadas nos enunciados das questões com outras áreas, transposição de conhecimento científico ao cotidiano do aluno como forma de despertar a sua curiosidade, incitando-o a buscar mais conhecimento.

### *Análise L5*

Os livros desta coleção possuem diversos tipos de boxes, seções e notas explicativas que contemplam informações adicionais relevantes, interligando-os com diversos temas e áreas como a Educação Ambiental, a Etnobiologia, a física, a química, a economia, abordando as questões sociais envolvidas nos processos, permitindo que o aluno se sinta parte do que está sendo colocado e conhecendo outras culturas por meio dos exemplos, esquemas e imagens inseridas no texto.

Outro aspecto importante observado foi a frequência com que assuntos relacionados ao meio ambiente aparecem interligados com outros conteúdos, enfatizando o desenvolvimento sustentável, a educação ambiental, a conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. A utilização da Educação Ambiental é uma forma muito eficiente de promover a interdisciplinaridade, por ser um tema transversal, ele pode e deve ser contemplado em diversas áreas, conteúdos e disciplinas assim como dispõe a resolução 002/12 sobre as Diretrizes Curriculares sobre a Educação Ambiental.

No que se refere ao objetivo desta análise que é a inserção ou não dos conceitos de biomimetismo dentro dos conteúdos do livro didático, foi possível perceber que os autores inseriram o conceito, mas não o vincularam ao termo utilizado. Apesar de não ter um grande destaque dentro do texto, quando o conceito foi utilizado estava restringido as questões e a seção “Conexões” todas no final do livro.

As sugestões realizadas dentro das análises ressaltam a necessidade de dar maior destaque as inovações propostas pela biomimética, inserindo esses conhecimentos dentro dos textos, utilizando recursos como a ilustração e o esquema muito utilizado em outros conteúdos do livro, a introdução de boxes maiores que abordem as variadas interfaces geradas por esta ciência.

Muitos sites, livros, vídeos e filmes são indicados ao final de todas as unidades, e poderiam ser sugeridas mais opções que abordem o biomimetismo e permita o aluno o aprofundamento neste assunto.

As atividades práticas poderiam ser outra forma de inserção do biomimetismo, já que os livros propõem muitas atividades como essa, além de projetos que também são propostos para outros temas, mas que poderiam envolver os alunos em uma atividade em que eles mesmos desenvolveriam formas de conhecer e aprofundar o conhecimento sobre esta nova ciência, a partir de subsídios criados pelo professor para que seja possível a concretização desta proposta. A sugestão de jogos e brincadeiras, seminários, estudos do meio e debates também são propícios a inserção do biomimetismo e são sugeridos como forma de ação para os professores nos PCN+



Em resumo, pode-se perceber que os livros desta coleção apresentam uma grande possibilidade para inserção da Biomimética, por apresentar suporte para introdução deste novo olhar dentro das várias seções e boxes que estimulam a interdisciplinaridade, apesar de já possuir uma abordagem tímida destes conhecimentos já amplamente utilizados pela ciência.

#### *Análise L6*

Nesta coleção foi possível perceber o uso de muitas imagens que auxiliam e estimulam a percepção dos alunos e podem permitir a interligação com abordagens sobre tecnologia e ciência, relacionadas à inspiração na natureza. O livro dá um destaque grande a alguns cientistas, esquecendo-se da ciência como empreendimento coletivo. Poderia ter sido mais explorado, as inovações tecnológicas auxiliando o aluno na inserção em um contexto resultante da revolução científica e tecnológica.

Informações atualizadas e com caráter interdisciplinar inserida durante o texto, ao final dos capítulos e unidades apresenta-se como uma contribuição a elevação do conhecimento, tornando possível ao professor o estímulo às discussões por meio de temáticas relacionadas aos conteúdos estudados, quase sempre carregados por boxes específicos. Os três volumes do livro poderiam tratar de assuntos diversos nos boxes, como meio ambiente, saúde, tecnologia, ética, entre outros. Alguns tipos de boxes são sempre encontrados ao final dos capítulos e são em sua grande maioria voltados somente ao que foi abordado no conteúdo, mas auxiliam na síntese de ideias como a utilização de quadros sinópticos, a formulação de perguntas e respostas como se fossem em uma conversação de internet chamado de “Biochat” e o estímulo ao posicionamento crítico sobre algumas questões que a partir de um texto são problematizadas com a intenção de ouvir a opinião do aluno, se de fato conseguiu compreender os conteúdos da unidade.

As questões ambientais foram bem abordadas nos volumes 1 e 2, tratadas com diferentes enfoques como as bases da ecologia, os aspectos socioambientais e o meio ambiente relacionado a qualidade de vida, abrindo espaço a sugestão de inserção dos conceitos de biomimética e também de ecodesign, como alternativas para o desenvolvimento de atividades sustentáveis.

Os livros didáticos contam ainda com exercícios, experimentos, sugestões de leitura, pequenos quadros contendo o significado de palavras do texto e vídeos compondo o conteúdo digital.

#### *Análise L7*

Esta coleção apresenta vários aspectos relevantes e que podem permitir a inserção dos conhecimentos gerados pela biomimética. O primeiro exemplo disso é a variedade de boxes criados pelo autor (Biologia tem história, Biologia se discute, saiba mais, Ciência, tecnologia e sociedade, entre outros) que permitem mais possibilidades para introduzir o biomimetismo e não só esta temática, mas também outras como o Ecodesign e Avaliação do ciclo de vida.

Outro aspecto importante evidenciado nesta obra foram as ligações estabelecidas de forma explícita e implícita com outras disciplinas das Ciências da Natureza, Matemática, Ciências Humanas e entre áreas diversas da ciência, permitindo que o professor tenha suporte para desenvolver o que o PCN+ sugere, que é fazer associações da sua disciplina com outras para que

o aluno consiga estabelecer sínteses necessárias a partir dos discursos e práticas de cada uma das disciplinas.

Estabelecida esta forma de trabalho, em que se faz conexões com várias áreas a partir do estudo da biologia, torna-se cada vez mais fácil inserir o biomimetismo por sua característica própria de interdisciplinaridade e ligação direta com o uso da tecnologia, desta forma a sociedade se torna cada vez mais envolvida com essa questão aproximando o aluno do que poderia ser observado em seu cotidiano e que não eram tratados em sala de aula.

Discussões são levantadas no desenvolvimento do conteúdo com o box “Biologia se discute” em que se tem uma informação já bem estabelecida na biologia e uma outra que é aceita por uma pequena quantidade de pessoas. Nos conteúdos relacionados ao meio ambiente muitas discussões podem ser suscitadas sobre o uso da biomimética e ecodesign, fazendo estabelecer-se tanto a ideia de inspiração na natureza para resolução de problemas como a de desenvolvimento de produtos sustentáveis com a contemplação das questões ambientais desde a fase de projeto de um produto, minimizando impactos.

Analisando as atividades encontradas após os capítulos percebe-se uma deficiência quanto ao incentivo maior no desenvolvimento de habilidades que podem ser exploradas na inserção de questões com mais textos e informações adicionais contemplando a interdisciplinaridade inclusive inserindo a biomimética, fazendo com que o aluno conheça, pesquise e queira saber mais sobre este conceito.

Muitas propostas de atividades investigativas e em grupos são propostas, sugere-se a inserção de atividades que proponham a interação dos alunos com a natureza para a mudança de olhar com relação ao aprendizado proporcionado pelos processos biológicos vivenciados pela biomimética e também a vivência e o conhecimento dos processos produtivos para que o professor colabore na apresentação dos conhecimentos sobre o ecodesign.

### *Análise L8*

Para a inserção do conceito de biomimética e suas inovações, por serem informações ainda pouco conhecidas ou desconhecidas, faz-se necessária a existência de variados tipos de boxes que permitam inserir estes conhecimentos atrelados aos conteúdos repassados no texto ou ao final dos capítulos, também relacionados ao conteúdo, mas, de forma mais independente do que foi abordado.

Esta coleção apresenta uma quantidade favorável de boxes, que poderiam ser melhoradas proporcionando mais ligações com assuntos relacionados a sociedade e o seu cotidiano, o uso da tecnologia e uma maior aproximação com as disciplinas que fazem parte das Ciências da natureza, como também de outras ciências e áreas que não são próximas a realidade do aluno a fim de lhe mostrar novos conhecimentos.

Os conteúdos que envolvem a Ecologia, os desequilíbrios causados pelo homem, bem como, as alternativas para remediação de vários destes problemas foram bem colocados nestes volumes, principalmente no primeiro. O box “Ampliando e integrando conhecimentos” consegue contemplar de forma ampla, resumida e com contribuições de vários textos de revistas, jornais e questionamentos interessantes que incitam a discussão, a curiosidade e a pesquisa em várias temáticas, assim como as relacionadas ao meio ambiente, permitindo várias oportunidades para inserção da biomimética e do ecodesign.

Ressalta-se também a importância de dois outros boxes, o “Colocando em foco” e o “Despertando ideias”, que de formas distintas podem contribuir para inserção do biomimetismo e do ecodesign. O primeiro por aparecer muitas vezes ao longo do texto e ao final dos capítulos pode favorecer a menção do biomimetismo e do ecodesign mais vezes dentro do texto e em contextos diferentes, permitindo que o aluno fixe o conceito, mas também consiga estabelecer ligações do conteúdo com as ideias inovadoras que serão expostas. O segundo poderá inserir estes conceitos de forma mais prática, com o desenvolvimento de propostas de atividades que promovam a interação com a natureza e o ambiente industrial aproximando os alunos desta realidade e colocando-os como agentes de transformação da sua própria visão de mundo e futuros desenvolvedores de alternativas para a sustentabilidade.

A partir desta análise percebe-se que a ligação com outras disciplinas e áreas ainda é muito tímida, mas existe. Propõe-se a criação de outros tipos de boxes, atividades, temáticas de discussão que contemplem este aspecto bastante enfatizado pelos documentos do MEC que é a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos.

### *Discussão*

A análise dos livros didáticos proporcionou uma visão ampla de como os conteúdos podem ser trabalhados, a importância das imagens, esquemas, representações, textos complementares para a discussão, trabalhos em equipe e atividades de pesquisa.

A criação de boxes com diversos enfoques, temática e finalidades de expor ao aluno questões sobre o meio ambiente, saúde, tecnologia, cotidiano, cultura, ética, entre outros possibilitam a incorporação dos conceitos de biomimética e ecodesign por realizar conexões com diversas áreas da ciência, introduzindo a sustentabilidade de forma a promover a educação ambiental de formas variadas, em vários contextos e temáticas proporcionando também o desenvolvimento da interdisciplinaridade, quesito sugerido nos documentos do MEC como necessário a ser trabalhado pelo professor.

Em suma, observa-se a necessidade de um apoio maior para a divulgação destes conceitos nos livros didáticos. Apesar de ter sido encontrado em quatro exemplares a menção as inovações da biomimética (Tabela 2), o termo e a aplicação do conceito de ecodesign não foi observado em nenhum dos exemplares analisados, mas constata-se grande viabilidade de inserção do mesmo.

## **CONCLUSÃO**

Os conceitos de biomimetismo e ecodesign precisam ser abordados de forma mais efetiva dentro dos conteúdos de biologia por diversos aspectos, mas, principalmente pela interdisciplinaridade e o viés da sustentabilidade que eles contemplam.

A ideia de inspiração na natureza para resolução dos problemas humanos foi encontrada em quatro dos oito exemplares analisados, o mesmo não aconteceu com o conceito de Ecodesign, entretanto vários conteúdos permitem a sua inserção.

O estudo deste material vai permitir a criação de um material didático que contenha informações relevantes sobre biomimética e ecodesign.

**Tabela 2 - Livros didáticos, volumes e capítulos no qual foi encontrado o conceito de biomimética**

Nome do livro	Editora	Autor (es)	Capítulos em que foi encontrado o conceito de biomimética
Biologia	Saraiva	César da Silva Júnior/ Sezar Sasson/ Nelson Caldini Júnior	Volume 2: Reino Animalia (Anfíbios) Volume 3: Metabolismo Celular (Metabolismo energético)
Biologia	AJS	Vivian Lavander Mendonça	Volume 2: Diversidade biológica III: animais (Mollusca) (Aves) (Poríferos - Atividades)
Novas bases da Biologia	Ática	Nélío Marco Vicenzo Bizzo	Volume 2: Biodiversidade: eucariotos III (Peixes)
Conexões com a Biologia	Moderna	Rita Helena Bröckelmann	Locomoção e coordenação de organismos (Ecolocalização – Atividades)

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 14006**: Sistema de gestão ambiental – Diretrizes para incorporar o ecodesign. Rio de Janeiro, 2011, 35p.

Brasil. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB/DICEI, 2013.

Brasil. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

Brasil. Ministério da Educação. **Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares para a Educação ambiental. Disponível em: <http://conferenciainfante.mec.gov.br/images/pdf/diretrizes.pdf>

Brasil. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

Brasil. **Lei n° 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>

Carvalho MES. 2014. O livro didático e a circulação do conhecimento: Uma análise da questão ambiental na geografia escolar. **Interfaces Científicas – Educação**, 2 (2): 57 – 65.

De pauw I, Karana E and Kandachar P. 2014. Comparing biomimicry and cradle to cradle with ecodesign: a case study of student design projects. **Journal of Cleaner Production**, 78: 174-183.