

BIOLOGIA E MATEMÁTICA DIALOGANDO NO ENSINO MÉDIO?

Geraldo Bull da Silva Júnior¹

Eliane Scheid Gazire²

Resumo: A Biologia, a Física e a Química, a partir da segunda metade do século XIX, são ciências desenvolvidas a partir de aplicações da Matemática, mas a articulação desses saberes não ocorre na prática dos professores no Ensino Médio da mesma forma que nas pesquisas científicas. O objetivo principal deste trabalho foi justificar e fundamentar articulações de saberes do ensino de Biologia e da Matemática do nível médio. A pesquisa de caráter teórico, com dados coletados a partir da leitura de obras de Biologia, foi realizada na biblioteca de uma escola privada de Vitória, Espírito Santo, em 2006 e 2007. A análise dos dados permitiu identificar duas categorias: a Matemática incluída na descrição de fenômenos biológicos e também na resolução de problemas da Biologia.

Palavras-chave: articulação de saberes; Ensino Médio; Biologia; Matemática; redes de saberes.

1 Introdução

O conhecimento matemático existente no Egito e na Mesopotâmia foi organizado na Grécia Antiga para criar e aprofundar teorias que, impregnadas pela dialética, não se voltavam para a utilização em outros campos. Na época das grandes navegações e durante o renascimento na Europa, aspectos práticos, ligados ao comércio e às artes em geral ganharam relevância. A revolução científica fortaleceu a Matemática como instrumento de representação do mundo, passando a elemento coordenador do discurso científico.

Biologia e Matemática situam-se em diferentes campos de estudo separados pela evolução do conhecimento científico, mas guardam entre si possibilidades de se articular, como no envolvimento da Estatística com a Probabilidade na Gené-

tica. A orientação científica na formação para o magistério leva os professores a dissociar e distanciar saberes de diferentes campos científicos. A atual estruturação hierárquica do ensino, além de pouco dinâmica, não favorece a apresentação de contextos e vínculos entre diferentes temas e campos de saberes.

Este trabalho foi direcionado aos seguintes questionamentos: em que aspectos a articulação da Biologia à Matemática, por meio de redes de conhecimentos, contribuiria para o ensino dessas disciplinas? Seria possível aproximar, contextualizar e articular Biologia e Matemática por meio de redes de conhecimentos, colaborando com o ensino de Ciências? O objetivo principal foi justificar, fundamentar e articular o ensino de Biologia e Matemática no Ensino Médio, já que esta última tem aplicações em outros campos. Os objetivos específicos foram: aproximar os trabalhos de professores de diferentes campos a partir de

¹ gbulljr@bol.com.br

² egazire@terra.com.br

articulações de saberes; buscar contribuições da organização de trabalhos que favoreçam as aprendizagens segundo redes de conhecimentos e a ampliação da capacidade crítica do estudante.

2 Referencial Teórico

Na revisão de literatura, foram buscados estudos acadêmicos aproximados ao tema estudado. Foram pesquisados os seguintes sítios: CAPES, BIOSIS, WOS, IBICIT, EDUBASE, SciELO, ANPED, SBPS, SBEM, SBM, universidades federais, universidades estaduais e universidades privadas. Não foram encontrados trabalhos que abordassem o tema proposto para investigação. Portanto, não houve o diálogo com outros autores pela ausência de textos que problematizassem as relações didáticas entre conteúdos de Biologia e Matemática.

Para a tessitura teórica, foram utilizadas as ideias de Lévy (2006), Machado (2005) e Morin (2004). Morin (2004) destaca-se por considerar o conhecimento como elaboração complexa obtida nas relações entre diferentes campos. O autor considera fundamental que a Educação tome novos horizontes, com o estudante engajado em estudos articuladores de diferentes disciplinas entre si, diminuindo a rigidez entre as fronteiras que demarcam diferentes campos de saberes. Essa atitude possibilitaria travessias suaves e aumentaria os intercâmbios entre as disciplinas. Morin (2004, p. 16) aponta que a “[...] aptidão para contextualizar e integrar é uma qualidade fundamental da mente humana, que precisa ser desenvolvida, e não atrofiada”.

A visão de Morin (2004) é complementada pela metáfora da rede, apresentada por Machado (2005) que considera que uma rede possibilita aberturas para os sentidos de uma palavra ou para a amplitude das possibilidades de determinados saberes se desenvolverem. A ideia da rede como articuladora de saberes é promissora para a Educação, tendo em vista que o confronto do estudante com diferentes situações é importante na elaboração de campos conceituais. O enredar de significados e saberes a partir de imagens e linguagens partilhadas socialmente é

oposto ao ato de conhecer por meio de sequências assemelhadas a correntes. Cada objeto (ou relação) na rede é um nó, do qual (ou para o qual) partem (ou convergem) fios que os interligam. O conhecimento assume o aspecto de uma teia e cada ponto desta pode ser um tema (ou então outro feixe de significados) obtido ao caminhar na rede, que se modifica em seu percurso. Cada elemento é tão importante quanto os demais e, devido ao caráter dinâmico das relações entre os componentes, a elaboração da rede não se esgota com o tempo.

Em uma aproximação de Morin (2004) e Machado (2005) está a rede apresentada por Lévy (2006), que considera as redes de significados como um hipertexto (ideia que ele tirou dos programas de computador que têm esse nome). O acesso a diferentes significados ocorre como nos hipertextos, pois o cérebro não busca linearmente as informações e os significados que armazena. Lévy (2006) caracteriza o hipertexto a partir de seis princípios por ele chamados de básicos, que são os seguintes:

- 1) Princípio de metamorfose: a rede está em constante construção e negociação;
- 2) Princípio de heterogeneidade: os nós e as conexões de uma rede [...] são heterogêneos;
- 3) Princípio de multiplicidade e de encaixe de escalas: o hipertexto se organiza de um modo “fractal”, [...] há efeitos que podem propagar-se de uma escala a outra;
- 4) Princípio de exterioridade: a rede não possui unidade orgânica, nem motor interno [...] sua composição e sua recomposição [...] dependem de um exterior indeterminado;
- 5) Princípio de topologia: nos hipertextos, tudo funciona por proximidade [...] não há espaço universal homogêneo, onde haja forças de ligação ou separação [...];
- 6) Princípio de mobilidade dos centros: a rede [...] possui permanentemente diversos centros (LÉVY, 2006, p.25-26).

Portanto, a existência de possibilidades de formar redes de conhecimentos foi o elemento teórico

norteador deste trabalho. A importância global de estabelecer o ensino segundo redes de conhecimentos consiste no fato de que teorias consagradas e suas formas de elaboração podem influenciar-se mutuamente. Essas modificações e influências não se dão dentro de campos bem delimitados, mas podem ocorrer para relacionar as teorias existentes.

3 Metodologia

Devido à teia de relações existente entre temas de Biologia e Matemática, foi adotado um método de pesquisa que, de acordo com Flick (2004, p.21), faça “[...] justiça à complexidade do objeto em estudo [...] o objeto [...] é o fator determinante para a escolha de um método e não ao contrário”. Os objetos em estudo não foram reduzidos a variáveis unidimensionais, e sim estudados na complexidade de seus contextos. A atuação complexa do educador matemático é vista por Fiorentini e Lorenzato (2006, p.4) como a de um indivíduo que realiza “[...] seus estudos utilizando métodos [...] das ciências sociais e humanas, tendo como perspectiva o desenvolvimento do conhecimento e práticas [...] que contribuam para uma formação mais integral, humana e crítica [...]”. De acordo com o panorama apontado por Fiorentini e Lorenzato (2006), o presente trabalho pode ser classificado como um estudo teórico, pois a sua realização teve como objetivo desenvolver um quadro de referência para relacionar a Biologia e a Matemática. Essas ciências foram estudadas buscando possibilidades de aproximar saberes desses campos, relacionando elementos articuladores das ações de professores das duas disciplinas.

Em vez de uma pesquisa de campo convencional, por tratar-se de um trabalho teórico, a coleta de dados ocorreu na biblioteca de uma instituição privada de ensino da cidade de Vitória, Espírito Santo (ES), e as obras consultadas são livros que fazem parte do acervo disponível para a comunidade escolar. Na tabela 1, são apresentados os nomes das obras de Biologia para ensino médio utilizadas na pesquisa, com os nomes dos seus respectivos autores.

TABELA 1: As obras de Biologia para ensino médio utilizadas na pesquisa.

Nome do (s) autor (es)	Nome da obra
AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.	Biologia
BIRNER E.; UZUNIAN, A.	Biologia
GEWANDSZNAJDER, F.; LINHARES, S.	Biologia hoje
LOPES, S. G. B. C.	Bio: volume único
SASSON, C., SILVA JUNIOR, S.	Biologia
SOARES J. L.	Biologia no terceiro milênio v. 2

Um livro de destaque na escolha foi o volume único de Lopes (2001 e 2004). Isso deveu-se ao fato de que, após pesquisar os temas, essa é a obra cuja apresentação mais explora a *matematização* com elemento do estudo da Biologia, fato que aproxima as duas ciências objetos de estudo do trabalho. A escolha foi apoiada por depoimentos informais de professores de Biologia que responderam à seguinte pergunta: “Qual livro de Ensino Médio de Biologia melhor explora a Matemática no desenvolvimento dos estudos?”. Outro destaque é a obra de Soares (1999), por explorar a Matemática nos conteúdos herança quantitativa e genética de populações, aplicações de estatística, análise combinatória, probabilidades e binômio de Newton.

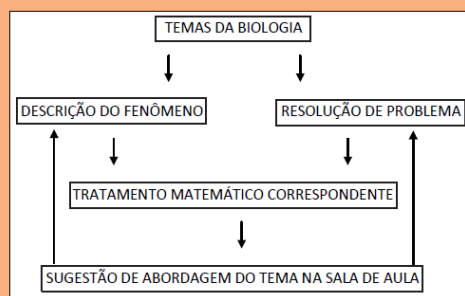
Na ligação da Biologia com a Matemática, destacam-se os modelos matemáticos, utilizados na interpretação, na resolução de problemas e na apresentação dos resultados de pesquisas. Neste trabalho, Biologia e Matemática foram vistas como objetos de atuação do professor e instrumentos para elaboração de conhecimento do estudante. Na ausência de obras críticas sobre a relação didática entre Biologia e Matemática, analisando-se caso a caso, buscaram-se vínculos entre as duas a partir do exame das ocorrências de elementos da segunda dentro da primeira. A partir dessa perspectiva, foram selecionados temas considerados capazes de desenvolver habilidades de pesquisa e análise como também favorecer a elaboração de instrumentos de pensamento. A Biologia e a Matemática têm formas de tratar questões da própria área e a relação entre elas se dá, a princípio, pela segunda servir de apoio à primeira na interpretação e na representação de resultados. As duas disciplinas aproximam-se na elaboração de modelos, o que pode favorecer articulações de saberes no tratamento de temas momentaneamente comuns a elas.

Foram selecionados temas pertencentes à Biologia, mas cujas metodologias de descrição dos fenômenos ou resolução de problemas recebem tratamento matemático. Em função da identificação, foram fixadas duas categorias: a presença da Matemática na descrição dos fenômenos biológicos e a utilização de conhecimento matemático na resolução de problemas oriundos da Biologia. As categorias surgiram ao organizar e inter-

pretar os dados e são, portanto, emergentes conforme o critério apresentado por Fiorentini e Lorenzato (2006). A figura 1 representa a estratégia adotada para identificar, categorizar e tratar temas articuladores entre Biologia e Matemática no Ensino Médio, desde a identificação até a formulação de sugestões para aplicações em sala de aula. A figura foi elaborada ao perceber e confrontar os temas próprios de cada ciência em foco.

4 Temas articuladores entre biologia e matemática

Figura 1: Descrição do processo de identificação, categorização e abordagem dos temas de articulação entre Biologia e Matemática.



Ao associar a Matemática à descrição de fenômenos e resolução de problemas da Biologia, o objetivo é tentar facilitar a compreensão e a descrição dos fenômenos. Na elaboração da pesquisa, procurou-se valorizar saberes das duas áreas, pois são campos distintos em relação às suas teorias e métodos de estudo. Foram identificados os temas constantes na tabela 2 a seguir, uma chave para elaborar articulações da Biologia à Matemática. Na análise dos dados, explorou-se relação entre Matemática e Biologia na descrição de fenômenos e resolução de problemas gerados pela Biologia, não sendo fácil, em alguns casos, discriminar a presença da Matemática apenas na resolução de problemas ou na descrição de fenômenos. Essa relação é complexa e a articulação entre as duas disciplinas não ocorre apenas para encadear conteúdos ou associar significados, mas também visa compartilhar e enriquecer o ensino de saberes de dois campos científicos.

TABELA 2: Temas de Biologia do Ensino Médio e os de Matemática a eles associados

TEMAS DA BIOLOGIA	TEMAS DA MATEMÁTICA
Cinética enzimática. Respiração e fotossíntese. Crescimento vegetal e animal.	Funções: crescimento e decrescimento de uma função em um intervalo. Ponto de máximo. Valor máximo. Função com a variável dependente nula. Função constante. Fenômeno em duas etapas. Função descrita por mais de uma sentença. Interseção de curvas.
Pressão osmótica.	Medidas de segmentos de reta.
Transpiração vegetal.	Proporcionalidade.
Crescimento vegetal e Genética.	Porcentagem.
pH e curva de crescimento.	Função exponencial e logaritmo.
Genética: árvore genealógica; Primeira e Segunda lei de Mendel; Polialelia; Monoibridismo e co-dominância; determinação da possibilidade de ocorrer um genótipo.	Análise combinatória: apresentação de dados sob forma de diagrama de árvore. Trabalho a partir de combinações com repetição de elementos. Probabilidade: espaços amostrais, cálculos de probabilidades simples, de eventos mutuamente exclusivos, eventos complementares, de probabilidade condicional. Determinação de espaços amostrais sujeitos a condições dadas. Princípio multiplicativo e produto de probabilidades.
Genética de populações. Herança quantitativa.	Estatística; Porcentagem; Probabilidades; Binômio de Newton; Triângulo de Pascal; Frequência; Aplicações da função afim e estudo de proporções.

5 Exemplo de articulação: descrição de fenômeno biológico

Chama-se potencial biótico a capacidade de uma população crescer em condições favoráveis. Quando o crescimento da população alcança determinado patamar, ela passa a sofrer pressões do meio, limitando o potencial biótico, o que não ocorre até o ambiente atingir sua capacidade suporte K (K é uma constante real). Um processo de crescimento populacional é mostrado na figura 2.

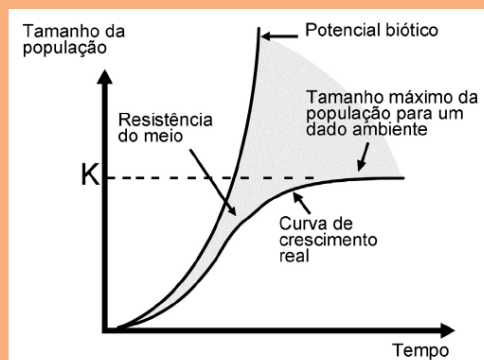


Figura 2: Comparação entre potencial biótico, resistência do meio e crescimento populacional, processo que resulta em um total de indivíduos com poucas oscilações em torno de um valor máximo que o meio pode suportar (ponto K, correspondente ao máximo de indivíduos em determinado ambiente (LOPES, 2001).

A curva da figura 2, que descreve a variação do número de indivíduos de uma população, é chamada de sigmoide. A partir de determinado valor do tempo, o equilíbrio é estabelecido e a população atinge o número máximo de indivíduos que o ambiente pode suportar. A função chega a um valor praticamente constante, podendo ocorrer pequenas oscilações no total de indivíduos. A curva do potencial biótico é de tipo exponencial e a do crescimento real, até determinado estágio, representa uma função crescente. O conceito de crescimento (ou decrescimento populacional) da Biologia aparece associado aos conceitos de crescimento (ou decrescimento) de uma função, acompanhado do conceito de função constante. Essa apresentação é uma possibilidade para o aluno observar elementos matemáticos diante de uma situação característica do trabalho de outro campo científico. Ao mesmo tempo, é apresentado novo contexto e uso de temas usualmente estudados em Matemática.

6 Considerações Finais

Como objetivo principal do presente trabalho, propôs-se justificar e fundamentar a articulação do

ensino de Biologia e de Matemática no nível médio. Os dados desta pesquisa apontam para a possibilidade de usar temas de ambas as disciplinas no ensino (tabela 1), favorecendo aproximações e ampliações do alcance educacional desses temas. Dessa forma, viabilizaram-se os objetivos específicos de aproximar os trabalhos de professores de diferentes campos a partir de articulações de saberes, assim como a busca de contribuições para organizar redes de conhecimentos para ampliação da capacidade crítica do estudante.

O exemplo apresentado neste trabalho pode ser usado para a discussão de um tema que não é exclusivo de nenhuma área do conhecimento: os ambientes terrestres têm limites para suportar o crescimento populacional. Essa é uma forma de, utilizando conteúdos de disciplinas escolares, satisfazer a demanda de Morin (2004) pelo desenvolvimento da capacidade de contextualizar e integrar.

Articular saberes pode ajudar o estudante a perceber-se capaz de lidar de forma simultânea com ciências de objetivos e metodologias diferentes, ligando saberes e percebendo novas relações, impossíveis de emergir em um ensino fragmentado. Ao enredar temas de diferentes disciplinas, são abertas possibilidades para diálogos em que ocorrem mútuas influências sem recorrer a perda de identidades. Cada elemento estudado é tão importante quanto os demais devido ao fato de terem seus diversos aspectos percebidos dentro de relações não hierarquizadas, o que se alinha às ideias de Machado (2005).

Sugere-se, ao iniciar esse tipo de trabalho, buscar aproximações locais entre diferentes disciplinas, atendendo aos seis princípios da rede que foram propostos por Lévy (2006). Ao colocar temas de diferentes campos de saber na mesma arena de discussões, inicia-se uma negociação de significados que deixa de ter um ponto definido para terminar, por não centrar o estudo em uma disciplina específica.

O pensamento complexo apoiado em redes de significados pode encaminhar novas possibilidades para o ensino, gerando novas formas de pensar e agir em Educação. Tanto as disciplinas científicas quanto as escolares possuem autonomia. É vital conhecer seus temas e conhecer diferentes formas de ligá-los ampliando, assim, as redes nas quais os saberes de diversos campos inicialmente se encontram.

7 Referências Bibliográficas

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia*. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

BIRNER, E.; UZUNIAN, A. *Biologia*. 2 ed. São Paulo: Harbra, 2002.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores associados, 2006.

FLICK, U. *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

GEWANDSZNAJDER, F.; LINHARES, S. *Biologia hoje*. 14 ed. São Paulo: Ática, 2003.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: Ed. 34, 2006.

LOPES, S. G. B. C. *Bio: volume único*. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

LOPES, S. *Bio: volume único*. São Paulo: Saraiva, 2004.

MACHADO, N. J. *Epistemologia e didática*. 6 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MORIN, E. *A cabeça bem feita*. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004.

SASSON, C.; SILVA JUNIOR, S. *Biologia*. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

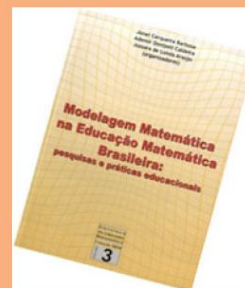
SOARES J. L. *Biologia no terceiro milênio*. São Paulo: Scipione, 1999.v.2.

XI Encontro Nacional de Educação Matemática - ENEM

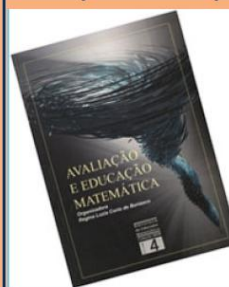
**Curitiba, Paraná
Julho, 2013**

Biblioteca do Educador Matemático

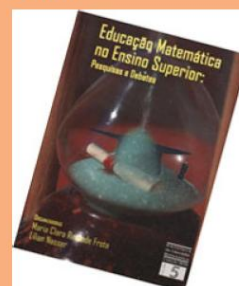
Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais



Avaliação e Educação Matemática



Educação Matemática no Ensino Superior Pesquisa e Debate



**Adquira
já o seu!**



www.sbem.com.br



Petrópolis, RJ, 28 a 31 de outubro de 2012.

TEMA: QUESTÕES EPISTEMOLÓGICAS, TEÓRICAS E PRÁTICAS DA PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

CRONOGRAMA

15/01/2012	Divulgação das normas de inscrição dos trabalhos
15/02/2012	Abertura de inscrições no evento e de trabalhos com lançamento da homepage do V SIPEM
15/04/2012	Último dia para inscrição de trabalhos
13/08/2012	Divulgação, na página do evento, dos trabalhos aceitos
28/10/2012	Abertura do evento

Para mais informações acesse:
<http://www.sbem.com.br/index.php>