

BIOLOGIA E MATEMÁTICA: UM ENCONTRO DE POSSIBILIDADES?

Geraldo Bull da Silva Júnior, Eliane Scheid Gazire
Faculdade Espírito Santense de Administração - FAESA
Pontifícia Universidade Católica - PUC Minas
gbulljr@bol.com.br, egazire@terra.com.br

Brasil

Resumo. Com o presente trabalho buscou-se articular saberes de Matemática e Biologia presentes no Ensino Médio brasileiro. Na tessitura teórica, destacaram-se Morin (conhecimento como elaboração complexa), Machado (as redes de saberes) e Lévy (metáfora do hipertexto). Consideramos como eixos para a pesquisa: 1) Possibilitar ações didáticas envolvendo de forma complexa Biologia e Matemática; 2) Biologia e Matemática como objetos de atuação do professor e instrumentos para o estudante elaborar conhecimento. A análise dos resultados permitiu a identificação de duas categorias de integração entre Biologia e Matemática no Ensino Médio: 1) instrumentos matemáticos utilizados para descrever fenômenos biológicos; 2) a Matemática utilizada para a resolução de problemas da Biologia. O trabalho apresenta-se como estudo teórico que apontou temas dos ensinamentos de Biologia e Matemática no Ensino Médio favorecedores de articulações e ampliação do alcance didático dessas disciplinas no Nível Médio de ensino..

Palavras chave: biologia, ensino médio, matemática, práticas, redes de saberes

Abstract. The present study articulates knowledge of Mathematics and Biology in High School in Brazil. In theoretical context, we can point Morin (knowledge as complex elaboration), Machado (knowledge networks) and Lévy (hypertext metaphor). We consider the following research axes: 1) To enable didactic actions involving complex Biology and Mathematics; 2) Biology and Mathematics as subjects for teacher performance and student tools to develop knowledge. The analysis of results allowed the identification of two categories of integration between Biology and Mathematics in High School: 1) mathematical tools used to describe biological phenomena; 2) Mathematics used to solve problems in Biology. The work presents itself as a theoretical study. It pointed out that some aspects in the teaching of Biology and Mathematics in High School facilitates the articulation and improve the teaching of these disciplines in High School education.

Key words: biology, high school, mathematics, practices, knowledge networks

Introdução

Nos primórdios da humanidade, segundo Miorim (1998), no mesmo tempo e lugar em que o conhecimento matemático era desenvolvido, os resultados desse desenvolvimento eram disseminados. O afastamento entre a produção e o ensino da Matemática ocorreu posteriormente, devido ao crescimento da quantidade e da complexidade de saberes. Também contribuíram para esse afastamento as mudanças nas condições sociais, econômicas e políticas em determinados lugares e períodos históricos. A ruptura entre a produção e o ensino dos saberes matemáticos levou à necessidade de criar técnicas para comunicar os temas da Matemática aos aprendizes, sem que, entretanto, estes últimos participassem ativamente da elaboração de novos conhecimentos. Em relação à elaboração de conhecimento matemático, de acordo com Davis e Hersh (1985), na Grécia Antiga o conhecimento existente no Egito e Mesopotâmia foi reorganizado, criando e aprofundando teorias impregnadas pela dialética. O conhecimento matemático da época da Grécia Antiga tornou-se, dessa forma, eminentemente

teórico e não se voltava para atividades práticas: era utilizado apenas como instrumento de desenvolvimento da capacidade de raciocinar abstratamente.

De acordo com Henry (1998), o conhecimento que existia na fase anterior à revolução científica, antes do surgimento daquilo que hoje é chamado de Ciência, é denominado “filosofia natural”. Os “filósofos naturais” eram pessoas que buscavam explicações abrangentes para os fenômenos do mundo. O conhecimento proveniente da filosofia natural passou por uma série de modificações que resultaram, progressivamente, em uma nova forma de ver o mundo, chamada de Ciência. A partir da revolução científica, a Matemática se fortalece como instrumento de representação do mundo, passando a ser tratada como Ciência precisa e neutra diante dos fatos que descreve, saindo da condição de elemento secundário a campo de saber relevante.

Dentro do que hoje é conhecida como Ciência moderna, a Matemática tem sido como elemento centralizador do discurso científico e, sob o ponto de vista de Santos (2004) é elemento de reducionismo, servindo ao discurso científico moderno como instrumento de simplificação das “leis da natureza”, levando o conhecimento científico moderno a ser um instrumento de procura de regras fixas. A Biologia, a Física e a Química, principalmente a partir da segunda metade do século XIX, desenvolveram-se em meio a aplicações da Matemática, principalmente no que se refere à organização, à expressão e à análise de resultados das pesquisas nessas áreas. É possível refletir que a importância de tal aproximação entre a Matemática e as demais Ciências também deva ocorrer na prática dos professores no Ensino Médio.

Referencial teórico e importância do tema

Com o presente trabalho, buscou-se articular saberes dos currículos de Matemática e Biologia no Ensino Médio brasileiro. A pesquisa foi realizada tendo como principais marcos teóricos as redes hipertextuais apresentadas por Lévy (2006) e as ideias de Morin (2004) sobre o conhecimento como elaboração complexa. Também foram explorados pontos de vista de Machado (2005), que discute aspectos do ensino disciplinarizado e da articulação de saberes em rede.

Na tessitura teórica, Morin (2004) destacou-se pela ideia da elaboração do conhecimento nas relações entre diferentes campos de saberes. Como forma de entender a realidade, Morin aponta a aptidão para contextualizar e integrar como uma característica da mente humana a ser desenvolvida. Morin (2004) considera fundamental fazer com que a Educação rumo para novos horizontes que permitam o engajamento de estudantes em estudos capazes de articular cada vez mais as disciplinas entre si, de modo a diminuir a rigidez entre as fronteiras que

demarcam diferentes campos de saberes. Isso possibilitaria travessias mais suaves e aumentaria os intercâmbios entre as disciplinas. A visão de Morin (2004) foi complementada pela de Machado (2005), a partir da sua ideia da rede de saberes como possibilidade de abertura em relação aos sentidos de uma palavra ou à amplitude e possibilidades de determinado saber a ser desenvolvido. De acordo com Machado (2005), compreender, conhecer, significar e reelaborar são aspectos importantes da rede e não devem ser esquecidos. Cada ponto em uma rede tanto pode ser um tema em si como também outro feixe de significados obtido com o caminhar na rede. Em uma linha de raciocínio que se aproxima às de Morin (2004) e Machado (2005), configura-se a rede apresentada por Lévy (2006). Para este autor, a rede de significados tem a forma de um hipertexto, pois quando as significações estão em jogo, acessar os significados é ato que ocorre como nos hipertextos, pois o cérebro não busca linearmente as informações e os significados que armazena.

A importância global de buscar um ensino segundo redes consiste no fato de que os saberes provenientes de teorias consagradas e suas formas de elaboração podem exercer influências mútuas e, quando tais modificações e influências acontecem, já não se dão dentro de campos bem delimitados e ocorrem de forma a relacionar as teorias existentes. Na busca de possibilidades para elaborar ações conjuntas no ensino de Biologia e Matemática no Ensino Médio, foram considerados alguns eixos para a pesquisa: 1) Possibilidades de realizar ações didáticas envolvendo, de forma complexa, a Biologia e a Matemática. 2) Verificação de maneiras de articular temas de Biologia e Matemática, apontando relações complexas entre essas duas Ciências no Ensino Médio. Devido à complexa teia de relações entre temas de Biologia e Matemática, foi adotado um método de pesquisa que, de acordo com Flick (2004), fosse consoante com a complexidade do objeto de estudo. O objeto não foi reduzido e simplificado até que se chegasse a variáveis únicas, mas foi estudado em sua complexidade e totalidade em seu contexto.

Neste trabalho, a Biologia e a Matemática foram vistas como objetos de atuação do professor e instrumentos da elaboração de conhecimento do estudante. Respeitadas as peculiaridades de cada campo, foram buscados vínculos entre Biologia e Matemática. A figura 1 a seguir ilustra uma forma de aproximação entre estas duas Ciências e a estratégia adotada para identificar, categorizar e tratar temas articuladores entre ambas no Ensino Médio, desde a identificação até a formulação de sugestões para aplicações em sala de aula. A Matemática, com suas teorias e metodologias próprias, aproxima-se da Biologia na elaboração de modelos para solucionar problemas e interpretar situações. Isso pode favorecer articulações no tratamento de temas que momentaneamente sejam comuns às duas Ciências.

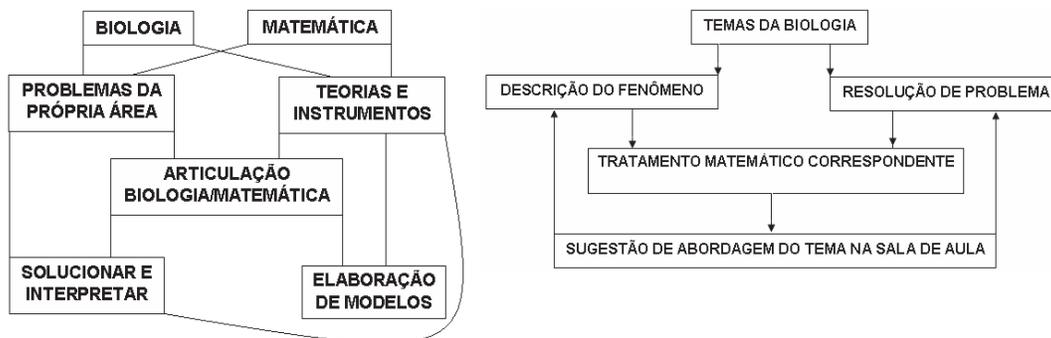


Figura 1: Aproximação que pode ocorrer entre a Biologia e a Matemática, quando esta última serve de instrumento de análise da primeira e a descrição do processo de identificação, categorização e abordagem dos temas de articulação entre Biologia e Matemática.

Desenvolvimento do trabalho e busca de dados

Os dados da pesquisa foram obtidos a partir de livros didáticos de Biologia e a coleta de dados deu-se na biblioteca de uma instituição da rede privada de ensino da cidade de Vitória, Espírito Santo. A seleção dos livros de Biologia recaiu sobre temas que originalmente pertencem à Biologia e cujas metodologias de descrição dos fenômenos ou cujos problemas a resolver recebem tratamento matemático.

Em função dos dados identificados, foram fixadas duas categorias: 1) A presença da Matemática na descrição dos fenômenos biológicos; 2) A utilização de conhecimento matemático na resolução de problemas oriundos da Biologia. As categorias surgiram durante a organização e interpretação dos dados, sendo, portanto, tidas como emergentes, de acordo com o critério apresentado por Fiorentini e Lorenzato (2006). Durante a elaboração da pesquisa, procurou-se valorizar saberes das duas áreas, a princípio consideradas campos distintos em relação às suas teorias e métodos de estudo. A articulação entre as duas disciplinas não foi feita apenas para encadear conteúdos ou associar significados, mas também visando compartilhar saberes de dois campos científicos e enriquecer o ensino de ambas. Também é importante compreender como é possível ligar saberes de uma disciplina aos de outras, modificando redes em que eles inicialmente se encontram.

Foram encontrados os temas de Biologia em associação aos conteúdos matemáticos presentes na tabela a seguir.

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; Monohibridismo e codominância: determinação da possibilidade de ocorrer um genótipo.	Análise combinatória: Apresentação de dados sob a 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.

Tabela I: Temas de Biologia do Ensino Médio e os de Matemática a eles associados

A partir da articulação desses temas, a separação e o ordenamento dos tópicos de programas escolares podem ser reavaliados e a possibilidade de ação conjunta entre disciplinas pode ser posta como elemento da ligação de saberes. Entretanto, o enredamento não pode servir de pretexto para destruir a identidade de cada disciplina e empobrecer objetivos didáticos.

Exemplo de Articulação: Descrição de Fenômeno Biológico

Potencial biótico é a capacidade de uma população crescer em condições favoráveis. Quando o crescimento de uma população alcança determinado patamar, esta 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 exemplo de como pode ocorrer o processo de crescimento populacional é mostrado na figura 2 a seguir. A curva da figura 2, que descreve a variação do número de indivíduos de uma população, é chamada de sigmóide. A partir de determinado instante, o equilíbrio é estabelecido e a população atinge o número máximo de indivíduos que o ambiente pode suportar. O gráfico da 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.

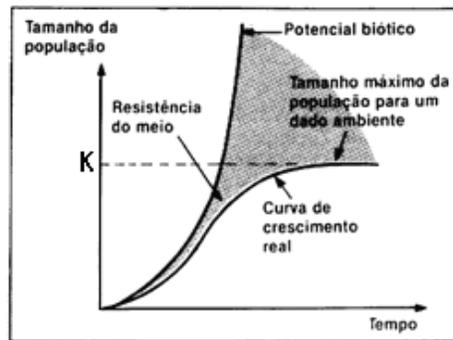


Figura 2: Comparação entre potencial biótico, resistência do meio e crescimento populacional, processo que resulta em um total de indivíduos com poucas oscilações em torno de um valor máximo, que o meio pode suportar (ponto K, correspondente ao máximo de indivíduos em determinado ambiente (Lopes, 2001)

No exemplo apresentado, existe o conceito de crescimento (ou decrescimento populacional) da Biologia, que é descrito por meio da Matemática, associando os conceitos de crescimento (ou decrescimento) de uma função e de função constante. Tal descrição é uma possibilidade para o aluno observar elementos matemáticos diante de uma situação característica do trabalho de outro campo científico, apresentando um novo contexto e o uso de temas usualmente estudados em Matemática.

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 da 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, viabilizando os objetivos específicos de aproximar os trabalhos de professores de diferentes campos a partir de articulações de saberes. O mesmo se deu com a busca de contribuições para organizar redes de conhecimentos para ampliação da capacidade crítica do estudante.

O exemplo apresentado no item anterior pode ser usado para a discussão de um tema não exclusivo de área alguma do conhecimento: os ambientes terrestres têm limites para suportar o crescimento populacional. Essa é uma forma de, utilizando conteúdos de disciplinas escolares, aplicar a ideia de Morin (2004) sobre o desenvolvimento da capacidade de contextualizar e integrar.

A articulação de saberes pode ajudar o estudante a perceber-se capaz de lidar simultaneamente com duas ciências cujos objetivos e metodologias são diferentes, ligando saberes e percebendo novas relações, aspecto que tem a emergência prejudicada em um ensino fragmentado. Enredando temas de diferentes disciplinas, são abertas possibilidades de diálogos nos quais 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 princípios da rede propostos por Lévy (2006). Ao colocar temas de diferentes campos de saber na mesma arena de discussões, pode-se iniciar uma negociação de significados que deixa de ter um ponto definido para terminar, pelo fato de 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.

A Biologia e a Matemática constituem campos de exploração delimitados, o que é em si um motivo para respeitar domínios de saberes, sistematizações específicas, metodologias próprias, instrumentos de análise, aplicações práticas e contingências históricas do desenvolvimento. A pesquisa apontou a existência de elementos comuns na prática do ensino de Biologia e de Matemática no nível médio, podendo favorecer articulações e ampliação do alcance didático dessas disciplinas por todo o Ensino Médio. Um exemplo de utilização de elementos comuns é que, a partir do gráfico de uma função, é possível tirar conclusões a respeito do comportamento de um fenômeno biológico, pois a dependência entre duas variáveis pode implicar na descrição de fenômenos naturais. Entre essas dependências estão a proporcionalidade direta e a inversa. Tanto o professor de Matemática quanto o de Biologia pode utilizar os gráficos para analisar o desenvolvimento de um fenômeno natural sob a visão da sua área de atuação.

No diálogo entre saberes de diferentes disciplinas, a comunicação deve se concretizar de modo a ocorrerem influências mútuas, sem a recorrência a excessivas formalizações das partes envolvidas, nem a perda de identidades. A articulação de saberes pode contribuir para contextualizar e a integrar temas. O pensamento complexo apoiado na elaboração das redes de significados pode encaminhar novas possibilidades e gerar formas inovadoras de pensar e agir no ensino de Ciências e Matemática. Por fim, cada professor deve assumir que seu campo de saberes não é capaz de explicar os fenômenos sob todos os aspectos e de forma simultânea. A Matemática, seus temas específicos, sua linguagem e formas de raciocínio devem servir para reforçar os diálogos desta disciplina com outras.

Referências bibliográficas

- Davis, P. J. y Hersh, R. (1985). *A experiência matemática*. São Paulo: Francisco Alves.
- Fiorentini, D. y Lorenzato, S. (2006). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores associados.
- Flick, U. (2004). *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Bookman.
- Henry, J. (1998). *A Revolução Científica e as Origens da Ciência Moderna*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Lévy, P. (2006). *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. São Paulo: 34.
- Lopes, S. G. B. C. (2001). *Bio: volume único*. 3 ed. São Paulo: Saraiva.
- Machado, N. J. (2005). *Epistemologia e didática*. 6 ed. São Paulo: Cortez.
- Miorim, M. A. (1998). *Introdução à história da educação matemática*. São Paulo: Atual.
- Morin, E. (2004). *A Cabeça bem feita*. Rio de Janeiro: Bertrand.
- Santos, B. S. (2004). *Um discurso sobre as ciências*. 2 ed. São Paulo: Cortez.