



## **Biologia e Matemática: dialogando com duas ciências no Ensino Médio**

Geraldo Bull da **Silva Júnior**  
EAMES - Marinha do Brasil e FAESA  
Brasil  
gbulljr@bol.com.br

### **Resumo**

O atual panorama nos campos de pesquisas e no ensino das diferentes ciências é de fragmentação, devendo o professor conviver com a diversidade de elaborações de conhecimento e a necessidade de articular o que foi distanciado pela especialização científica. O relato refere-se à experiência vivenciada durante o estágio necessário à obtenção do título de Mestre em ensino de Matemática. Foram envolvidos tópicos de estatística e probabilidades apoiando o estudo do teorema de Hardy-Weimberg, que pode ter um tratamento comum à Biologia e à Matemática, com uma ciência servindo de apoio à outra e ambas tendo elementos capazes de influenciar atividades didáticas dos dois campos em questão. O objetivo principal do desenvolvimento da experiência foi testar a viabilidade de envolver duas disciplinas na mesma prática de ensino. Um dos aspectos foi a utilização de conceitos da Biologia e da Matemática de maneira que os dois campos científicos serviram de contextos em influência mútua. O trabalho foi apoiado principalmente por Almeida, Carvalho e Morin (2002), Pais (2001) e Machado (2005).

*Palavras-chave:* Biologia, Ensino Médio, Matemática, Práticas, Redes de Saberes.

### **Introdução**

Um dos objetivos do Mestrado em Ensino de Matemática é a busca de elementos que sirvam de subsídios para inovações na Didática para o ensino de Ciências e Matemática. Entre os problemas cruciais para o ensino da Matemática está a transposição didática. Segundo Pais (2001, p. 17), a transposição didática deve levar em conta a “[...] evolução das idéias, no plano histórico da produção intelectual da humanidade”. No caso da Matemática, a transposição didática de saberes para a Educação tem ligação íntima com a produção científica, não fugindo, até certo ponto, da evolução da Ciência. A escolha de conteúdos e metodologias no ensino de Matemática deve passar por profundas análises antes de qualquer inclusão de conteúdos nos currículos escolares. Na escolha do teorema de Hardy-Weimberg, foram levados em

consideração o andamento dos programas de Biologia e Matemática em uma turma de Ensino Médio e a necessidade da utilização de linguagem matemática para a descrição de um fenômeno biológico. Um aspecto histórico a ser considerado é que Godfrey Harold Hardy (Cranleigh, 1877; Cambridge, 1947) foi um matemático inglês que, a princípio, pensou que sua elaboração matemática não atrairia a atenção de outros cientistas.

Durante a revisão de literatura que antecedeu a realização do presente trabalho procurou-se estudos acadêmicos e pesquisas que se aproximassem da temática abordada. As buscas foram realizadas nos *sites* da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), do IBICIT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia), da EDUBASE (Base de Dados de Educação), do SciELO (Scientific electronic library online), da ANPED (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação), do ENDIPE (Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino), da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), e da SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática). Foram encontrados trabalhos com perfil ligado à linha de Educação Matemática, aos temas interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Porém, não foram encontradas pesquisas que integraram saberes da Matemática à Biologia nas perspectivas do presente relato.

### ***Os objetivos***

O mundo ao redor do estudante não apresenta conceitos matemáticos de forma visível, pois estes são criações da mente humana. Mesmo os conceitos associados a objetos com existência material devem passar por diversas análises dos estudantes para depois serem abstraídos e generalizados.

O objetivo principal do trabalho realizado no estágio foi poder comprovar a viabilidade da proposta teórica de ligar conhecimentos de dois campos de saber aparentemente distanciados de forma inviável: os conteúdos curriculares de Matemática e de Biologia em uma abordagem para o Ensino Médio.

Realizar um trabalho sobre probabilidades utilizando ligações com a Biologia foi um desafio, pois rompe com uma prática tradicional e apresenta os conteúdos da Matemática em suas ligações com outro campo de desenvolvimento científico.

### **O contexto da experiência**

Para o professor e os estudantes da turma que realizou o estudo sobre probabilidades utilizando ligações com a Biologia, a nova aprendizagem foi um desafio a ser vencido. A necessidade de aprender um conteúdo que tanto é importante para o exame vestibular quanto para o curso superior foi a motivação de parte dos estudantes, além da curiosidade de como ocorreriam as articulações entre Biologia e Matemática.

O estágio foi desenvolvido em uma escola da rede privada de Vitória, Espírito Santo, com uma clientela de poder aquisitivo que pode ser considerado de médio para alto. Não faltou apoio institucional nem apoio logístico. A equipe pedagógica do colégio não se opôs ao desenvolvimento do trabalho. Além disso, o estabelecimento é dotado de elementos de infraestrutura para o ensino tais como retro projetor, multimídia informatizada e um setor de reprografia.

A colaboração da professora de Biologia foi fundamental na execução do planejamento. Foram realizadas três reuniões, cujo tempo foi despendido para o professor de Matemática expor como sua ciência de atuação poderia ser ligada à Biologia. Após essa exposição, foi realizada uma troca de informações de como a Biologia seria desenvolvida sem a imediata atuação da Matemática.

A confecção do material de Matemática, entre a criação inicial e o seu refinamento pelas críticas da professora de Biologia pode ter o tempo estimado em cinco horas.

### **O referencial teórico**

A redução do objeto complexo aos seus elementos mais simples [paradigma da ciência moderna] transformou o ato de conhecer em uma elaboração de cadeias, o que leva à homogeneização de práticas científicas e educativas. Atualmente, obter significados para os conteúdos escolares é considerada importante atribuição em todos os níveis de ensino. De acordo com Almeida, Carvalho e Morin (2002, p. 16),

[...] nossa formação escolar [...] nos ensina a separar os objetos de seu contexto, as disciplinas umas das outras para não ter que relacioná-las. Essa separação e fragmentação das disciplinas é incapaz de captar [...] o complexo [...] a tradição do pensamento que forma o ideário das escolas elementares ordena que se reduza o complexo ao simples, que se separe o que está ligado, que se unifique o que é múltiplo, que se elimine tudo aquilo que traz desordens ou contradições para nosso conhecimento.

A rotina escolar tende a tornar-se uma sequência de reduções e fragmentações do conhecimento em escala cada vez maior. Isso torna o ensino organizado linearmente e mecanicamente, submetido a sequências formais que posteriormente serão avaliadas de forma quantitativa.

A importância de Machado (2005) é a sua proposta do ensino a partir de redes de significações. Segundo o autor, uma característica da rede é a possibilidade de sua abertura em relação aos sentidos de uma palavra ou à amplitude e possibilidades de determinado tema a ser desenvolvido. Para Machado (2005), a 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. Na opinião do autor, a associação da metáfora da rede ao ensino pode influenciar na mudança de paradigma educacional, privilegiando o significado como elemento da elaboração do conhecimento.

### **A descrição dos encontros**

O conteúdo de Matemática abordado na experiência relatada era o Binômio de Newton. Após uma rápida abordagem desse assunto sob o ponto de vista matemático, foi iniciada a aplicação da Matemática à Biologia. O total de tempo despendido no processo de abordagem das relações entre Matemática e Genética de populações foi de cinco aulas de cinquenta minutos, que a princípio pode parecer demasiado, pois caso um professor de Biologia optasse por trabalhar sozinho poderia apresentar o conteúdo em duas aulas, incluindo a resolução de exercícios.

Uma das características da turma era aceitar a Matemática presente em determinados estudos de outras disciplinas, mesmo que isso a princípio assustasse, pois determinadas relações podem ser consideradas extremamente complexas.

Antes de abordar o tema, foi aplicado um questionário de sondagem de conhecimentos prévios, que pode ser visto no apêndice 2 (Este deve ser o anexo 1, pois deve manter a ordem que aparecem no seu texto. Onde é falado sobre o apêndice 1?). Depois da aplicação dos questionários, os estudantes foram agrupados em duplas. A opção da adoção das duplas foi para facilitar entre eles o diálogo e discussões do assunto abordado. Para a discussão aberta, seriam deixadas apenas as dificuldades que cada dupla não conseguisse resolver.

O tema central do trabalho foi o Teorema de Hardy-Weimberg, modelo matemático que analisa como se dá a preservação do patrimônio genético de uma população ao longo do tempo. Antes de iniciar o estudo do Teorema de Hardy-Weimberg, o primeiro passo foi identificar os conceitos estatísticos de frequência absoluta e frequência relativa, assunto novo, não abordado nas séries anteriores ao terceiro ano do Ensino Médio. Após a apresentação do conceito, foram apresentados os conceitos de frequência gênica e frequência genotípica e solicitado que fossem resolvidos alguns exercícios sobre os conceitos.

Depois da apresentação dos elementos de estatística foram mostrados os contextos histórico e teórico do Teorema de Hardy-Weimberg, seguido da aplicação de exercícios abordando aspectos teóricos. Ao responder às questões referentes ao Teorema de Hardy-Weimberg, surgiram dúvidas sobre a aplicabilidade do referido teorema. Alguns estudantes viam tais condições como de caráter puramente teórico da Biologia. A intervenção do professor de Matemática foi necessária para mostrar que as condições de aplicação do Teorema de Hardy-Weimberg correspondem às que são necessárias ao cálculo de probabilidades em espaços amostrais equiprováveis. Após as discussões sobre as condições de aplicação do Teorema de Hardy-Weimberg foi apresentado o exemplo simples de Probabilidades a seguir.

Enunciado: Um sorteio será realizado com duas urnas, em que cada uma delas tem apenas duas bolas. Cada bola tem apenas um número: 1 ou 2. Essas bolas serão sorteadas da seguinte forma: Uma bola da urna 1 e em seguida uma bola da urna 2, para formar um número de dois algarismos.

Tabela 1

*Possíveis resultados em um lançamento de dados*

Urna 1	↕	1	2
Urna 2		Resultados	
1		11	12
2		21	22

Caso a expectativa seja a de ocorrer uma dupla formada por dois números ímpares, tem-se um resultado, como no caso do genótipo VV da tabela a seguir. Analogamente, pode-se comparar a obtenção de um número par junto com número ímpar e a obtenção de Vv. A

obtenção de dois números pares pode ser comparada com a obtenção de vv (como no próximo exemplo). Dessa forma, pode inicialmente ser mostrada que a probabilidade da Matemática é a mesma probabilidade da Biologia, não existindo duas probabilidades distintas e que o cálculo com os genes é apenas mais um aspecto da mesma disciplina. Depois desse exercício, foi mostrado um exemplo clássico de cruzamento entre dois indivíduos heterozigotos dominantes, que pode ser encontrado nos livros de Biologia para o Ensino Médio.

A tabela seguinte é o conjunto formado por todos os possíveis resultados de um cruzamento e o espaço amostral de um experimento aleatório. Na primeira linha da tabela aparecem V e v, contribuição do gameta feminino. Na primeira coluna aparecem V e v, contribuição do gameta masculino. No caso, o espaço amostral que representa os cruzamentos é formado por quatro elementos. V é o gene portador da característica chamada de dominante, que se manifesta na presença de um gene correspondente (seu alelo) que tanto pode ser V como v. O gene v é o portador da característica chamada de recessiva, que se manifesta apenas na presença de seu alelo v.

Tabela 2

*Possíveis resultados de um cruzamento entre dois indivíduos heterozigotos*

	V	v
V	VV	Vv
v	Vv	vv

Após esses dois exemplos, o modelo matemático correspondente ao Teorema de Hardy-Weimberg foi compreendido, formulado e explicado por alguns estudantes presentes da forma que pode ser encontrada nos livros de Biologia. Em seguida, foi pedido que os estudantes resolvessem os demais exercícios do material fornecido pelo professor. Os estudantes que acabavam de resolver os demais exercícios em aula antes dos outros colegas foram chamados pelas outras duplas para ajudar na resolução do que ainda faltava. Feita a resolução dos exercícios, foram aplicados dois exercícios para que os professores de Biologia e de Matemática pudessem ter noção dos resultados alcançados pelos alunos.

Após o desenvolvimento dos conteúdos e da aplicação das questões de avaliação, novamente foi aplicado um questionário, agora para que os alunos avaliassem a própria aprendizagem e pudessem comparar o estágio em que se encontravam antes e depois dos estudos realizados.

### Considerações finais

Em relação ao número de erros e acertos, tem-se que:

- Apenas uma das duplas não conseguiu resolver a questão 1.
- Seis duplas apresentaram a resolução da primeira parte da questão 2 incompleta (não calcularam a frequência gênica).

- Apenas uma dupla errou parcialmente a segunda parte da questão 2 (não observaram a ausência de flutuações consideráveis na população e que os cruzamentos ocorrem de maneira aleatória).

Terminados os exercícios de avaliação, foi entregue uma ficha de sondagem posterior (apêndice 2) com as mesmas perguntas da ficha de sondagem prévia, em que os estudantes deveriam assinalar as respostas para avaliar os mesmos quesitos, sem que a primeira ficha tivesse sido devolvida. Isso foi feito para verificar se o ponto de vista de cada estudante no último dia havia mudado em relação ao primeiro. Os resultados podem ser examinados na tabela 3 a seguir. A partir dos dados apurados, pode-se notar que mudou a opinião dos estudantes a respeito dos conteúdos abordados. Em relação ao aproveitamento do trabalho, pode-se dizer que a maioria dos alunos da turma alcançou sucesso, pois apenas uma das duplas não resolveu a primeira das questões propostas.

Tabela 3

*Resultados obtidos na auto-avaliação*

Pergunta número	Sem Dificuldade	Alguma Dificuldade	Muita dificuldade
	Antes/Depois (%)	Antes/Depois (%)	Antes/Depois (%)
9	50/75	38/19	12/6
10	31/69	50/31	19/6
14	31/50	56/44	13/6
18	38/69	56/19	6/12
22	69/31	69/18	13/0
23	44/69	50/31	6/0

Apesar de o trabalho ter se apoiado na exploração de uma realidade não usual para os estudantes, foi possível alcançar alguns objetivos:

- Apresentar sentido para o estudo de que não fosse necessariamente repetição do conteúdo do livro de Matemática.

- Mostrar para os estudantes que o conhecimento pode e deve ser elaborado de forma complexa, não existindo apenas a possibilidade de fragmentar os conteúdos para explorar cada parcela de forma exaustiva na esperança de que uma síntese posterior possa religar todos os fragmentos em um todo compreensível.

Inicialmente, a experiência pode ser considerada válida, além dos objetivos estabelecidos terem sido alcançados. Em matéria de conhecimentos, o estágio acrescentou elementos que podem nortear os próximos trabalhos de articulação de saberes. Esse tipo de trabalho pode ser recomendado a professores de todos os níveis de ensino. Também é preciso observar que o planejamento prévio das ações dos professores envolvidos deve ser realizado com muita cautela para que o estudante não fique com a impressão de um trabalho apenas de justaposição de conteúdos sem uma efetiva integração de conhecimentos. Novas ideias podem surgir a partir dessa experiência, pois existe uma grande quantidade de conteúdos matemáticos que podem ser envolvidos nos estudos de Biologia.

***Bibliografia e referências***

ALMEIDA, M. C; CARVALHO, E. A; MORIN. (2002). *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez.

MACHADO, N. J. (2005). *Epistemologia e didática*. 2 ed. São Paulo: Cortez.

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

## Apêndice A

### *Problemas para devolver resolvidos.*

Nomes: \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_

1) (ESPM - modificada) - As populações A, B e C estão em equilíbrio Hardy-Weimberg com relação aos genótipos condicionados pelos alelos D e d. a frequência de indivíduos homozigotos dd é de 16% na população A, 9% na população B e 4% na população C. Expresse as proporções de elementos de genótipos DD, Dd e dd nas populações A, B e C.

2) Uma população isolada de 10000 indivíduos. Suponha que todos os elementos estejam prontos para se reproduzir, tenham o mesmo potencial de reprodução e também não existam flutuações consideráveis na população. Nessa população existe uma determinada característica física que é devida à presença de um alelo dominante. Dentre a população, 3600 indivíduos têm tal característica física e são homozigotos. Responda as perguntas a seguir, fazendo uma descrição para cada caso.

a) Determine a frequência dos genes e dos genótipos dessa população.

b) Os cruzamentos dentro dessa população ocorrerão de maneira aleatória. Determine a frequência dos genes e dos genótipos dos descendentes dessa população.

**Apêndice B**

***Génética de Populações - sondagem prévia/sondagem posterior***

Nome: \_\_\_\_\_

**Legenda**

	☺ Sem dificuldade	☹ Com alguma dificuldade	☹ Com muita dificuldade	☺	☹	☹
	Já sou capaz de:					
1	Distinguir experiência aleatória de experiência determinista.					
2	Reconhecer o grau de incerteza de determinados acontecimentos.					
3	Identificar resultados possíveis numa situação aleatória.					
4	Reconhecer acontecimentos impossíveis.					
5	Dar exemplos de acontecimentos impossíveis e acontecimentos certos.					
6	Calcular, em casos simples, a probabilidade de um acontecimento como quociente entre números de elementos do conjunto evento e o número de elementos do espaço amostral.					
7	Usar escalas de probabilidade de 0 a 1 ou de 0% a 100%.					
8	Usar conscientemente as expressões: “muito provável”, “improvável”, “certo”, “impossível”...					
9	Reconhecer situações em que é necessário aplicar o cálculo de porcentagens.					
10	Resolver problemas, da Matemática ou de outras ciências, que envolvam probabilidade e porcentagens.					
11	Reconhecer se uma expressão é o quadrado da soma ou da diferença.					
12	Identificar resultados possíveis do desenvolvimento de um quadrado da soma ou da diferença.					
13	Dar exemplos de polinômios que sejam quadrado da soma ou da diferença.					
14	Calcular, em casos simples ou complexos, o desenvolvimento um quadrado da soma ou da diferença.					
15	Usar conscientemente as expressões: “quadrado de uma soma” e “quadrado de uma diferença”.					
16	Usar processos organizados de aplicação de produtos notáveis na resolução de problemas simples de álgebra.					
17	Reconhecer situações em que é necessário aplicar o cálculo do quadrado de uma soma ou da diferença.					
18	Resolver problemas, da Matemática ou de outras ciências, que envolvam o quadrado de uma soma ou da diferença.					
19	Realizar, em casos simples ou complexos, a fatoração de um quadrado da soma ou da diferença.					
20	Dar exemplos de fatorações do quadrado da soma ou da diferença.					
21	Usar processos organizados de fatoração do quadrado da soma ou da diferença.					
22	Traduzir o enunciado de um problema da linguagem corrente para a linguagem matemática.					
23	Explicar o processo usado na resolução de um problema.					