

VI Colóquio Internacional

“Educação e Contemporaneidade”



São Cristovão-SE/Brasil
20 a 22 de setembro de 2012

UMA INTRODUÇÃO À BIOMATEMÁTICA: A IMPORTÂNCIA DA TRANSDISCIPLINARIDADE ENTRE BIOLOGIA E MATEMÁTICA

Autor: Cassia Ferreira Sampaio¹

Coautores: Amanda Gomes da Silva²

Eixo Temático: Educação e Ensino de Ciências Exatas e Biológicas

Resumo: No presente texto discorre-se, inicialmente, uma introdução à Biomatemática (ou Biologia Matemática) e uma amostra dos resultados da união das ciências biológicas e matemática. Em seguida, aborda-se a importância da interdisciplinaridade no ensino básico, no caso específico deste trabalho, entre a Biologia e matemática, duas áreas aparentemente distintas em sua totalidade mas que possuem uma interseção vasta, uma contribuindo, em vários momentos, para o desenvolvimento da outra. É mostrado onde a biologia utiliza a matemática e como matemáticos tiraram proveito para “inventar” matemática através de problemas biológicos.

Abstract: Abstract: In the present paper focuses, initially, an introduction to biomathematics (or Biology Mathematics) and a sample of results from the union of biological sciences and mathematics. It then, approach the importance of interdisciplinarity in education in the specific case of this work, between biology and mathematics, two seemingly distinct areas in their entirety but have a wide

¹ Graduanda em Matemática Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – cfs.luvmat@gmail.com

² Graduando em Matemática Licenciatura da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – amandhasilva17@gmail.com

intersection, one contributing, at various times, for the development of another. It is shown where biology using mathematics and how mathematicians took advantage to "invent" mathematics through biological problems.

Introdução

Com o desenvolvimento da biologia, suas novas descobertas e os problemas epistemológicos, surge a necessidade de se elaborar modelos matemáticos que possam assumir hipóteses com relação ao fenômeno estudado. São vários os modelos identificados nos problemas biológicos, o modelo de Malthus e Verhulst, elaborados para descrever o crescimento de uma população sendo que cada um tem suas próprias limitações em considerar o meio analisado, ambos fazem aproximações na descrição dos fenômenos observados, não chega a ser um fator exato, visto que a biologia é uma ciência que possui componentes complexos. Contudo, esses modelos matemáticos contribuem com a biologia, auxiliando no entendimento de relações em seus fenômenos e a mesma contribui para o desenvolvimento da matemática com a criação de novos conceitos e teorias matemáticas.

São vários os processos biológicos que inspiram novos métodos, teorias e técnicas matemáticas. Por exemplo, os algoritmos genéticos que se inspiram nos processos biológicos de seleção, mutação e recombinação, máximos e mínimos de funções de muitas variáveis como as redes neurais que permitem imitar o funcionamento das redes de neurônios. Essa união entre a matemática e as ciências biológicas tem ajudado a desenvolver suas próprias áreas, os sistemas dinâmicos em tempo discreto e em tempo contínuo, probabilidade, estatística e processos estocásticos, equações diferenciais ordinárias e as derivadas parciais, álgebra linear e teoria de grupos são mais exemplos de conteúdos de matemática que foram ganhando espaço através de problemas biológicos.

Uma das grandes dificuldades para o uso da Matemática pelos biólogos é a falta de compreensão entre os praticantes dos dois campos, com frequência, vemos muitos biólogos sem nenhum conhecimento matemático e matemáticos que não têm a

mínima ideia do que seja Biologia, fazendo com que a colaboração e interação entre essas duas disciplinas se torne cada vez mais difícil. Profissionais capazes de fazer a ponte entre as duas áreas são raros e altamente valorizados, além da falta de capacitação de ambos, pois é incomum visualizarmos a oferta de disciplina para interação dessas duas áreas nos cursos de formação. Desse modo percebemos que não é comum ver biólogos utilizando números e fazendo cálculos, nem matemáticos que passam horas admirando a natureza, a distância entre esses dois tipos de disciplinas até existem, mas estão longe de ser distintas, um número cada vez maior de perguntas do mundo biológico está encontrando respostas no universo matemático, fazendo com que a disciplina de Matemática, que era conhecida como um bicho-de-sete-cabeças, pudesse se reinventar e combinar com muitas outras disciplinas, de modo que com essa interdisciplinaridade possa facilitar a aprendizagem de conteúdos matemáticos e biológicos entre outras áreas da educação.

A falta de interação entre matemáticos e biólogos acaba interferindo diretamente na educação básica, pois nos assuntos de biologia que se usa matemática e nos conceitos matemáticos aplicados na biologia falta preparação dos professores para explicar essa ligação, como surgiu, o porquê e a importância de se usar a matemática na biologia e vice-versa. “É preciso distinguir, mas não separar” afirma Edgar Morin, filósofo, historiador, antropólogo e sociólogo francês.

Para que a aprendizagem discente seja significativa a interdisciplinaridade e a contextualização são requisitos importantíssimos, pois ao possibilitar a interação de objetos cognitivos diversos faz-se uma assimilação com a complexidade da natureza, evitando um pensamento restrito e uma mente alienada.

A Escola de hoje requer um professor mais crítico, criativo, que participe e que empreenda. Um professor mais inteiro e com mais consciência profissional. Nesse sentido, é importante a formação de um profissional da educação capaz de resolver e tratar tudo o que é imprevisível, tudo que não pode ser reduzido a um processo de decisão e atuação regulado por um sistema de raciocínio infalível, a partir de um conjunto de premissas. (PEREIRA, 2008).

Processos matemáticos são comumente recorridos no estudo e investigação das ciências biológicas. É certo que a matemática tem sido indispensável para o desenvolvimento da biologia em muitos de seus campos, incluindo a medicina,

bioquímica, pecuária, farmácia, química orgânica, ecologia, zoologia, entre outros, tanto através da análise e tratamento de resultados de experiências biológicas como no desenvolvimento de modelos matemáticos referindo aos sistemas vivos.

O que é a Biomatemática?

Biomatemática é a utilização de modelos matemáticos no estudo de problemas biológicos, bem como métodos matemáticos inspirados em processos biológicos. É a disciplina que combina os usos simultâneos das ciências biológicas e da matemática, resolvendo tanto questões básicas de ciências biológicas como emergindo novas áreas de pesquisa em Matemática. Algumas áreas de matemática aplicada estão sendo chamadas de Matemática Biológica já que têm seus conceitos básicos originados da Biologia.

A Biologia Matemática ou Biomatemática surge como uma relevante metodologia, porém sabemos que não é preciso nenhum conhecimento matemático ou até mesmo biológico para admirar qualquer elemento da natureza, mas para conhecê-la cientificamente, sim, a Biologia sempre foi considerada uma porta de saída para aqueles que, gostavam de Ciência e pensavam que tinham dificuldades em Ciências Exatas. Porém, cada vez mais os métodos matemáticos vêm sendo utilizados para resolver problemas biológicos, tornando atualmente a Biologia cada vez mais teórica e matematizada.

Várias curiosidades foram descobertas quanto à união entre essas duas áreas. Gregor Mendel usou da Matemática para revelar, usando as experiências com ervilhas e camundongos de vários tipos, como os pais passam características genéticas aos filhos: o fenômeno da dominância e da segregação. Até o século XVII acreditava-se que, assim como a lua atrai e afasta o mar, o fígado atraia o sangue, mas com algumas medições e umas contas simples o médico inglês William Harvey, em 1628, tirou esse papel do fígado e responsabilizou-o ao coração, essa teoria foi provada 21 anos mais tarde apenas com a descoberta do microscópio. “A Matemática pode revelar mundos invisíveis em todo tipo de tabela de dados. Neste sentido a Matemática é o próximo microscópio da Biologia, só que melhor” escreveu Joel Cohen na revista PLoS Biology.

Muitos conceitos e questões matemáticos surgiram de problemas biológicos, Na tabela abaixo é mostrado vários exemplos de como a Matemática vem se originando da biologia e vice-versa.

Assunto da Biologia	Um Matemático como exemplo (ano em que produziu matemática a partir do assunto da Biologia)
a estrutura etária de populações estáveis	Euler (1760)
Equação logística para o crescimento limitado de uma população	Verhulst (1838)
processos de descendência, extinção de nomes de famílias	Galton (1889)
Correlação	Pearson (1903)
Cadeias de Markov, estatísticas sobre a linguagem	Markov (1906)
O equilíbrio de Hardy-Weinberg na genética de uma população	Hardy e Weinberg (1908)
Análise de variância, projeto de experimentos na agricultura	Fisher (1950)
A dinâmica das interações entre duas espécies	Lotka (1925; Voltera (1931)
Processos de nascimento, processos de nascimento e morte	Yule (1925); Kendall (1948)
Ondas não estacionárias na Genética	Fisher (1973); Kolmogorov (1937)

Teoria dos jogos	von Neumann e Morgenstern (1953)
Gráfico de distribuição para a taxa de mutação de bactérias	Luria e Delbruck (1943)
Moforgênese	Turing (1952)
Equação de difusão para a frequência de cada gene	Kimura (1994)
Grafos de intervalo circular, estrutura genética fina	Benzer (1959)
Funções para calcular o limiar de grafos aleatórios	Erdős e Rényi (1960)
Fórmula para calcular a amostragem a partir das frequências de haplótipos	Ewens (1972)
Coalescência da genealogia de uma população	Kingman (1982)

Tabela 1 - A Matemática surgindo de problemas da Biologia

Integração entre Biologia e Matemática no Ensino Básico

Ao longo da história dessas duas áreas de conhecimentos, novos saberes e questões foram surgindo graças a problemas biológicos que precisavam de conceitos matemáticos, e aplicações de conteúdos de Matemática em Biologia. Podemos citar Kimura, que em 1960 desenvolveu a equação de difusão para a frequência de cada gene, Erdős e Rényi em 1960 criando funções para calcular o limiar de grafos aleatórios, Euler criou em 1760 um modelo para estrutura etária de populações estáveis. Vendo como vários matemáticos criaram conceitos e ferramentas importantes para o desenvolvimento da Biologia nota-se a importância de se fazer a intersecção dessas duas disciplinas desde o ensino básico para que

além de saber onde usar os conceitos matemáticos em ciências biológicas os alunos saibam o porquê e tenham conhecimento crítico das aplicações Matemáticas.

A formação de professores de Matemática quase sempre é defasada no que diz respeito a aplicações em Biologia. No ensino médio, os alunos se deparam com questões de Biologia que precisam fazer cálculos de porcentagem, probabilidade etc, mas nem sabem ao certo como fazerem por que o professor de Matemática certamente não explicou-os as aplicações do assunto em outras áreas e o de Biologia também não está muito preparado para ensinar as relações da Matemática com a Biologia. Esta integralização de disciplinas é fundamental para o desenvolvimento cognitivo dos discentes, fazer relação com outras ciências e com o cotidiano chama a atenção deles, traz interesse e, com o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) como principal porta de entrada para o ensino superior, torna-os mais aptos a passar num vestibular.

Um dos quatro blocos de conteúdo de matemática no PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) é formado por: Tratamento da informação (Estatística, Combinatória e Probabilidade). Este é o que mais nos interessa por que é com ele e nele que o professor de matemática – e o de biologia ao fazer a integração das disciplinas – se baseará ao elaborar suas atividades pretendendo desenvolver e aguçar o censo comum dos alunos transformando-o num censo científico-crítico, elevando o grau de questionamento, de busca pelo saber e, mais importante, contextualizando e aplicando a teoria que aprende na escola, seja em resolução de problemas seja em qualquer situação habitual. "É importante destacar que a Matemática deverá ser vista pelo aluno como um conhecimento que pode favorecer o desenvolvimento do seu raciocínio, de sua sensibilidade expressiva, de sua sensibilidade estética e de sua imaginação" (PCN's,1997), portanto, deve-se convidar o discente a identificar conceitos e modelos matemáticos em outras áreas e em situações cotidianas, assim como a biologia deve ser "testada" com outros conhecimentos e ligada a eventos do dia a dia.

Buscamos mostrar aqui as aplicações da Matemática na Biologia, fazendo uma contextualização apresentando possíveis maneiras de se ensinar Matemática aplicando em ciências biológicas respondendo a uma questão frequente dos alunos.

- “Para quê serve isso?”, fazendo-os entender melhor a importância da Matemática e da interdisciplinaridade na educação básica

Como faremos isto? Primeiramente, fazendo uma pesquisa bibliográfica nos acercamos dos conteúdos que envolvem essas duas áreas, com o material desta pesquisa é elaborado um questionário para professores de Matemática e de Biologia e alunos do ensino médio buscando identificar quais as dificuldades encontradas pelos docentes ao lecionar esses conteúdos que estão na intersecção entre Biologia e Matemática e pelos discentes ao se depararem com duas áreas aparentemente tão distintas num só problema, analisando também os livros didáticos usados no processo de ensino-aprendizagem. Com os resultados da aplicação do questionário esperamos identificar as principais dificuldades e tentar propor atividades lúdicas, ou não, de mostrar essa correlação entre disciplinas, de ensinar o conteúdo com interdisciplinaridade e recolher mais dados para verificar se houve resultados com as intervenções do grupo de trabalho.

Primeiros Resultados

1. Conteúdos Matemáticos que Envolvem Biologia (Ensino Médio)

Função Exponencial;

A função exponencial expressa um crescimento ou um decréscimo característico de alguns fenômenos da natureza, bem como o funcionamento dos juros compostos, importantes na matemática financeira. Geralmente, o crescimento de determinados seres vivos microscópicos, como as bactérias, acontece exponencialmente. Dessa forma, é comum o uso de funções exponenciais relacionado a problemas dessa natureza.

Teoria dos Conjuntos, Relações e Lógica;

O sangue humano contém três possíveis antígenos denotados por: A, B e Rh. Dependendo dos antígenos presentes, existem oito possíveis tipos sanguíneos conhecidos por: A-, A+, B-, B+, AB+, O+, O-. Os antígenos presentes em cada sangue podem ser descritos através de um diagrama de Venn-Euler.

Podemos construir uma tabela que informa os tipos de sangue e os tipos de antígenos que os mesmos possuem colocando sim quando um tipo de sangue contém um determinado antígeno.

Tipo de Sangue	Antígeno A	Antígeno B	Antígeno Rh
A-	SIM		
A+	SIM		SIM
B-		SIM	
B+		SIM	SIM
AB-	SIM	SIM	
AB+	SIM	SIM	SIM
O+			SIM
O-			

Esta tabela significa, do ponto de vista Da Teoria dos Conjuntos, que, por exemplo, AB+ pertence aos três conjuntos enquanto que AB- pertence somente aos conjuntos A e B. O sangue O- não pertence a nenhum dos três conjuntos A, B e Rh.

Equações e Sistemas Lineares;

Equações e sistemas lineares são usados em Biologia, quando precisa-se saber, por exemplo, a quantidade de um remédio um paciente tem que tomar, sendo que há relação entre dosagem do medicamento e peso. Usa-se esses conteúdos também na produção de remédio, na propagação de uma doença que se comporta de maneira linear etc.

Desigualdade;

A desigualdade e inequações são usadas na biologia quando se quer, por exemplo, sabendo a quantidade de vitaminas, ferro, proteína... que certo alimento tem, quanto dele se deve comer para obter os nutrientes necessários mas sem ultrapassar uma quantidade máxima de calorias.

Sequência de Fibonacci

A sequência 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ... é a famosa sequência de Fibonacci, onde o primeiro número é o 1, o segundo também é o 1 e os próximos números da sequência são obtidos a partir da soma dos dois números anteriores. As margaridas têm 13, 21 ou 34 pétalas, os crisântemos têm 34 pétalas, os girassóis têm suas sementes distribuídas em espirais, normalmente 34 espirais no sentido horário e 55 no sentido anti-horário. O que há de especial com esses números, 13, 21, 34 e 55? São todos números de Fibonacci.

Probabilidade;

A Genética é uma área da Biologia que utiliza as teorias da probabilidade, pois os acontecimentos nesse ramo da Biologia envolvem eventos aleatórios, como o encontro dos gametas masculinos e femininos com determinados genes na fecundação.

2. Benefícios do estudo integrado de Matemática com Biologia

A interdisciplinaridade é um dos grandes desafios, pois o que vemos é apenas um monte de disciplinas sendo ensinadas separadamente, como se não tivessem nada em comum, e isso não é apenas no Ensino Fundamental e Médio, mas também no Ensino Superior, pois não há interação entre as disciplinas. Um dos grandes desafios para muitos professores é fazer uma ponte entre as disciplinas, principalmente para aqueles que não tiveram em sua formação disciplinas capazes de suprir essas necessidades e por isso não se sentem com liberdade de utilizar esse tipo de metodologia. Ensinar matemática mostrando as aplicações no cotidiano e em outras áreas do conhecimento faz com que os alunos comecem a criar conexões entre as matérias, assim podem entender melhor a disciplina e até gostem mais, possibilitando uma maior reprodução e produção de conhecimento. Com esse método de ensino serão respondidas as perguntas: “pra quê eu vou estudar Matemática se eu não quero seguir nesse ramo?”; “onde é que eu vou usar esse assunto na minha vida?”, e também trazer o aluno mais para perto das ciências exatas, por que assim, o aluno que gosta de outras ciências entenderá que precisa da Matemática para o que ele gosta e que precisa aprender matemática para seguir qualquer profissão.

Considerações Finais

Concluimos que é de grande relevância integrar Matemática e Biologia, pois muitas foram às contribuições e tantas outras podemos obter com a inserção de ambos os recursos fornecidos por tais disciplinas e também essa união poderá consolidar novos ramos de conhecimento tornando o campo de atuação de matemáticos e biólogos ainda mais extenso e diversificado. Através da utilização dessa nova abordagem da educação pretendemos mostrar que essas duas disciplinas tem mais em comum do que muitos disseminam, além disso, inserir essa nova metodologia de ensino nas escolas, também ajudar os professores a usar Matemática e Biologia juntas na sala de aula, mostrando que pode-se encontrar elementos no cotidiano que representem a mistura de várias ciências, podendo visualizar figuras geométricas indo ao supermercado e até por meio da construção de uma horta, aprimorar as quatro operações fazendo compras, durante a construção de uma casa aprendemos como calcular comprimento, volume e área entre outros. O ensino com esta integração torna o processo de aprendizagem mais crítico, tornando os alunos seres conscientes e capazes de relacionarem temas dessas duas áreas, interpretando melhor os gráficos e desenvolvendo melhor as aptidões exigidas pelo MEC no ENEM.

Referências Bibliográficas:

1. REPOSITÓRIO Digital de Publicações Científicas da Universidade de Évora. Disponível em <<http://rdpc.uevora.pt/bitstream/10174/1306/1/Braumann-Biomatem%C3%A1tica-Escola%20Ver%C3%A3o-07-v2.pdf>> . Acesso em: 04 Jul. 2012.
2. SOARES, Débora da Silva. **Biologia e Matemática: uma relação de contribuição mútua** . Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/biosferas/0060.php>> Acesso em 04 Jul. 2012.
3. FERRAZ, Carina Raquel Borges Caldas. **O aluno do século XXI - Desafios e perspectivas para o ensino de ciências e biologia**. Disponível em <<http://meuartigo.brasilecola.com/educacao/o-aluno-seculo-xxidesafios-pespectivas-para-ensino-.htm>> acesso em: 04 Jul. 2012:
4. COHEN, Joel E. **Mathematics Is Biology's Next Microscope, Only Better; Biology Is Mathematics' Next Physics, Only Better**. Disponível em <<http://www.plosbiology.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.0020439>> acesso em 04 Jul. 2012.
5. SCHOBER, Juliana. **Matematização da biologia não é novidade da ciência moderna**. Disponível em: <www.comciencia.br/reportagens/bioinformatica/bio02.shtml>. Acesso em 30 Jun. 2012.
5. PARÂMETROS Curriculares Nacionais (1ª a 4ª série): matemática/Secretaria de Educação. Educação Fundamental. Brasília: MEC/ SEF,1997.142 p.
6. PARÂMETROS Curriculares Nacionais: matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/ SEF,1998. 146 p.
7. MENDES, Renato. **A próxima fronteira da Matemática**. Revista Cálculo - matemática para todos. p. 50. 15 ed. - ano 2 - 2012
8. DE LIMA, João José Pedroso *et al.* **Biomatemática – Uma introdução para o curso de Medicina**. Editora: Imprensa da Universidade de Coimbra. Dezembro, 2006