

## **LINHAGEM MITOCONDRIAL E OS PERSONAGENS DO ROMANCE *O TEMPO E O VENTO*: A INTERDISCIPLINARIDADE REPRESENTADA EM MATERIAL DIDÁTICO**

*Mitochondrial Dna Lineage And Time And The Wind Novel Characters: The Interdisciplinarity Represented In A Courseware*

**Juliana Mayra Nunes Farias** [nunesju21@gmail.com]

**Rafaela Magalhães Aires** [rafaelaaires@yahoo.com.br]

**Gina Carla Arêdes** [gina.aredes@hotmail.com]

**Alexandre de Sá Freire** [alefreire2001@yahoo.com.br]

**Magui Aparecida Vallim** [mvallim@yahoo.com.br]

**Andréa Carla de Souza Góes** [acgoes@uerj.br]

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro*

*Rua São Francisco Xavier, 524 / Prédio Haroldo Lisboa da Silva – sala 504*

*Maracanã, CEP: 20550-900, Rio de Janeiro - RJ - Brasil*

### **Resumo**

Relatamos as experiências ao se realizar o Ensino de Genética através do material didático *Linhagem de DNA mitocondrial – baseado na obra O tempo e o vento, de Érico Veríssimo*. Este foi aplicado de forma interativa, em um contexto interdisciplinar, em turmas do segundo e terceiro ano do Ensino Médio em dois colégios públicos do Estado do Rio de Janeiro. No colégio de ensino tradicional, o romance foi inicialmente abordado na aula de Português e, em seguida, o material didático foi aplicado na aula de Biologia. Em outro colégio, cujo ensino é realizado de forma interdisciplinar, os professores de Português, História e Biologia trabalharam, simultaneamente, em torno do tema do material didático. A proposta de trabalho interdisciplinar foi bem recebida nos dois colégios e gerou bons resultados, embora a atividade tenha sido aplicada de forma plena, em uma experiência mais enriquecedora, no colégio de ensino não convencional.

**Palavras-chave:** Interdisciplinaridade; Ensino de Ciências; Ensino de Genética; *O tempo e o vento*; Érico Veríssimo.

### **Abstract**

In this manuscript we report a Genetic teaching experience using the *Mitochondrial DNA lineage - based on Time and the Wind novel, from Érico Verissimo* courseware. The teaching material was applied interactively, in an interdisciplinary context, for the second and third year high school classes in two schools of Rio de Janeiro State. In the traditional educational school, the novel was first approached in the Portuguese Language class and then the courseware was applied in a Biology class. In another school, whose teaching is carried out in an interdisciplinary way, teachers of Portuguese Language, History and Biology worked the courseware theme simultaneously. The proposed interdisciplinary work was well received in both colleges and generated good results, although the activity has been fully applied, in a more enriching experience, in the non traditional educational college.

**Keywords:** Interdisciplinarity; Science Teaching; Genetic Teaching; *Time and the Wind* novel; Érico Veríssimo.

## Introdução

### Interdisciplinaridade e ciência

A interdisciplinaridade vem sendo discutida há bastante tempo como uma necessidade para o real aprendizado, superando-se a visão fragmentada da produção de conhecimento e privilegiando-se a interação entre os conhecimentos da humanidade. Embora não haja um consenso sobre o conceito de interdisciplinaridade, há um desejo em romper as barreiras disciplinares com que as instituições ligadas ao saber estão confinadas (Pombo, 1994). Assim, busca-se a totalidade como forma de reflexão. De acordo com Ricardo e Zylbersztajn (2008), se o que se espera do aluno é a compreensão de fatos sociais relevantes que envolvam aspectos científicos, muito dificilmente uma disciplina sozinha dará conta deste objeto. Augusto *et al* (2004) afirmam que a necessidade de conectar conhecimentos, relacioná-los e contextualizá-los é intrínseca ao aprendizado humano.

A interdisciplinaridade seria uma forma de combinação entre duas ou mais disciplinas com vista à compreensão de um objeto e implicaria na reorganização do processo de ensino/aprendizagem e em um trabalho contínuo de cooperação entre os professores envolvidos. O objetivo não é a eliminação de disciplinas, mas o desenvolvimento de práticas de ensino que visem a superar a visão restrita de mundo. Ainda, a visão globalizada do conhecimento favorece a interação política e social do homem em seu meio. De acordo com Garrutti e Santos (2004), os quais investigaram e refletiram sobre a prática da interdisciplinaridade fundamentada no ensino por projeto, deve-se superar a visão mecânica e linear da realidade, já que esta é construída com continuidade e trocas mútuas, constituindo uma teia de eventos e fatores. Da mesma forma, deve-se considerar que o processo de construção do conhecimento ocorre conjuntamente com a sociedade. Assim, o saber compartimentalizado, devido à necessidade de especialização dos profissionais no contexto da industrialização da sociedade, deve ceder espaço para as práticas de unificação de conhecimento na sociedade atual (Garrutti e Santos, 2004).

Devido às diversas áreas de trabalho que a ciência se aplica, é viável e aconselhável integrar outras áreas específicas do componente curricular e o cotidiano dos alunos (Bonatto *et al*, 2012). No contexto escolar brasileiro, a proposta de transversalidade é amplamente estimulada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). A transversalidade, de acordo com os PCNs, se fundamenta na crítica de uma concepção de conhecimento que toma a realidade como um conjunto de dados estáveis, sujeitos a um ato de conhecer isento e distanciado. A prática da transversalidade, assim como a interdisciplinaridade, considera a complexidade do real e a teia de relações entre os seus diferentes e contraditórios aspectos. No entanto, enquanto a interdisciplinaridade refere-se a uma abordagem epistemológica dos objetos de conhecimento, a transversalidade diz respeito principalmente à dimensão da didática (Brasil, 1998). Portanto, segundo os PCNs, os Temas Transversais dão sentido social a procedimentos e conceitos próprios das áreas convencionais, superando assim o aprender apenas pela necessidade do êxito escolar (Brasil, 1998).

## Literatura como meio permeador no Ensino de Ciências

Segundo Fraisse (2012), a literatura constitui um dos fundamentos do sistema da formação linguística, intelectual, cívica e moral dos estudantes. A literatura é considerada objeto e ferramenta da educação e ensino, pois está relacionada tanto aos valores, à língua e ao seu aprendizado quanto à manipulação do discurso. A reflexão de Fraisse é bastante audaciosa ao afirmar que, nos dias atuais, é impossível dissociar língua, literatura e cultura. Da mesma forma, recomenda-se, no Brasil, que o ensino da língua seja permeado em todas as disciplinas (Brasil, 1998).

A criação de “pontes” entre a literatura e a ciência pode enriquecer as experiências relacionadas ao Ensino de Ciências. Desta forma, através de um viés cultural, são estimuladas discussões focadas em temas relevantes tratados nas obras literárias, como a metodologia científica e o comportamento humano. Por isto, o uso da literatura para a abordagem de conteúdos científicos, em uma perspectiva interdisciplinar, é um interessante recurso didático no Ensino de Ciências.

Algumas iniciativas de utilização da literatura no Ensino de Ciências foram concretizadas nos últimos anos. Em um estudo com o intuito de investigar as aproximações entre as linguagens científica e literária, utilizou-se como fio condutor a peça de teatro *Lição de Botânica*, de Machado de Assis, de 1906. Neste trabalho interdisciplinar, conjugou-se Literatura, Botânica e Teatro (Salomão, 2008). A autora ressalta, inclusive, que Machado de Assis certamente se inspirou nesta época efervescente do universo científico brasileiro para escrever a sua peça, quando nossos grandes institutos de pesquisa foram fundados, com cientistas de renome como Adolfo Lutz, Vital Brasil, Oswaldo Cruz e Carlos Chagas. A autora também afirma que, naquele momento, não havia separações nítidas entre poetas e cientistas. O desenvolvimento da ciência moderna promoveu o seu isolamento da Literatura (Salomão, 2008; Vierne, 1994). Já Groto e Martins (2015) realizaram a análise das obras *A reforma da natureza* (1941) e *Serões de Dona Benta* (1937) de Monteiro Lobato, em turmas do Ensino Fundamental. Estas obras foram utilizadas com sucesso na problematização dos conteúdos científicos nelas contidos. O livro de ficção científica *Admirável Mundo Novo* (*Brave New World* - 1932), de Huxley, foi utilizado para a elaboração, para professores, de um roteiro para debates de assuntos relacionados à bioética (Santos *et al*, 2011). Através desta obra, também foi analisado, dentro de um contexto amplamente interdisciplinar, como a ciência contribui e interfere na nossa sociedade (Santos *et al.*, 2013).

Neste trabalho, a aproximação com a literatura também é almejada. Porém, não a fizemos com o intuito de abordar os conteúdos científicos da obra literária, mas como inspiração na elaboração de um material didático a ser aplicado nas aulas de Genética. O material didático tem como plano de fundo o heredograma dos personagens da obra *O tempo e o vento*, escrita por Érico Veríssimo. Em uma proposta não menos interdisciplinar, o ensino de genética é realizado ao mesmo tempo em que estimulamos a leitura de um clássico da literatura brasileira. Além do mais, *O tempo e o vento* é um romance histórico, o qual aborda parte da história do Brasil vista a partir do Sul - da ocupação do Continente de São Pedro, em 1745, até 1945 (fim do Estado Novo).

## A saga *O tempo e o vento* e aspectos históricos da formação do Rio Grande do Sul

O romance é dividido em três volumes: *O Continente*, *O Retrato* e *O Arquipélago*, publicados nos anos de 1949, 1951 e 1962, respectivamente. O romance histórico narra a formação do Estado do Rio Grande do Sul de 1745 a 1945. A trilogia apresenta diversos aspectos das missões jesuíticas, aborda conflitos internos como a Guerra dos Farrapos e a Revolução Federalista, assim como externo, com a Guerra contra o Paraguai, e é finalizada com a queda do Estado Novo. O romance conta a saga da família Terra-Cambará. O enredo é desenvolvido na cidade fictícia de Santa Fé, que possui diversas semelhanças com as cidades do interior do Rio Grande do Sul.

A história de *O Continente* se inicia, em 1745, com a chegada, em Santa Fé, da personagem Ana Terra e seu filho, fugidos de sua casa no campo após um assalto por bandidos castelhanos que assassinam a sua família. Um dos aspectos centrais da saga é a espera das mulheres pelos homens que participam das guerras. O título *O tempo e o vento* faz referências às relações de Ana Terra com a natureza e aos costumes que são transmitidos através das gerações. A ocorrência dos ventos era comumente relacionada aos fatos importantes da vida. Por exemplo, utilizava-se frequentemente a expressão “*noite dos ventos, noite dos mortos*”, devido às fortes ventanias que precediam as mortes dos personagens. Por volta de 1820, a história passa a ser narrada baseada na vida do Capitão Rodrigo Cambará, um forasteiro galante e corajoso que atuou em diversos conflitos no Rio Grande do Sul. O Capitão Rodrigo se casa com Bibiana Terra e se instala em Santa Fé. Quase toda a história da família Terra-Cambará se passa num sobrado, que se torna, com o tempo, uma propriedade imponente e símbolo do prestígio social e poder político de Santa Fé.

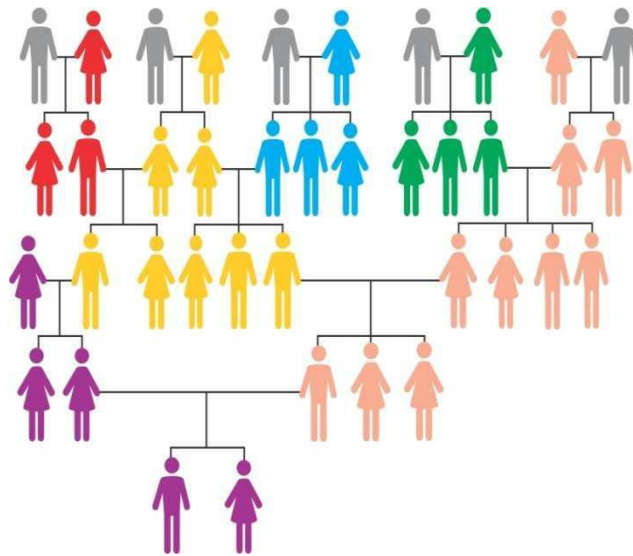
A história de *O retrato*, narrada na virada do século seguinte, é centrada no bisneto de Rodrigo e Bibiana. O Doutor Rodrigo é formado em medicina na capital Porto Alegre, e volta a Santa Fé repleto de ideias inovadoras, com a intenção de modernizar sua pacata cidade natal. O nome deste volume deve-se à confecção de um retrato do Doutor Rodrigo Cambará, uma pintura emblemática que foi idealizada por ele em seu apogeu, como um homem confiante e poderoso. Nesse volume, são abordados fatos importantes na história do Brasil, como a República nascente no início do século XX. Também são narrados os acontecimentos do governo de Hermes da Fonseca, o princípio da Primeira Guerra Mundial e o aparecimento do cometa Halley.

O último volume, *O Arquipélago*, prossegue com a narrativa sob o ponto de vista do Doutor Rodrigo Cambará dividido com o ponto de vista de seu filho mais velho, Floriano Cambará (considerado o alter ego de Veríssimo), o qual se tornará escritor. Os personagens fictícios da família Terra-Cambará contracenam com personagens reais, como os políticos Getúlio Vargas, Luís Carlos Prestes, Borges de Medeiros e Osvaldo Aranha. Parte da história é tratada no Rio de Janeiro, na época capital do Brasil, enquanto o Doutor Rodrigo era deputado federal durante o governo de Getúlio Vargas. Devido à morte iminente do Doutor Rodrigo Cambará, seus filhos retornam ao sobrado em 1945. O autor considera estes personagens como ilhas isoladas de um arquipélago (daí o título do volume) que eventualmente criam pontes entre si e se encontram em pontos em comum, como citado no livro pelo personagem Floriano: “*Construir pontes e outros meios de comunicações entre as ilhas do arquipélago – não será mesmo o supremo objetivo da vida?*” (Veríssimo, 1967, p. 302). A história é finalizada na noite de Ano Novo entre 1945 e 1946, com Floriano Cambará escrevendo seu próprio livro, que conta a história sobre os Terra-Cambará através de memórias resgatadas das mulheres de sua família. Estas, na sua maioria, protagonizam os verdadeiros personagens fortes e sábios. As primeiras palavras do livro escrito por Floriano são as mesmas que iniciam o romance *O tempo e o vento*, fechando o

romance sobre si mesmo: “Era uma noite fria de lua cheia. As estrelas cintilavam sobre a cidade de Santa Fé, que de tão quieta e deserta parecia um cemitério abandonado” (Veríssimo, 1967, p. 179 e 718).

### Determinação de linhagens mitocondriais

A mitocôndria é uma organela localizada no citoplasma das células eucariontes, responsável pela respiração celular. O número de mitocôndrias varia de acordo com o tipo de célula e sua função biológica. Células que possuem uma maior demanda energética possuem um número maior de mitocôndrias, como as células nervosas, cardíacas e musculares (Alberts *et al*, 2004). A mitocôndria possui o seu próprio DNA, o qual é herdado exclusivamente através da linhagem materna. Essa característica se deve ao fato do zigoto formado após a fecundação possuir mitocôndrias provenientes apenas do ovócito. As mitocôndrias do espermatozoide localizam-se na cauda, região que não chega a penetrar no ovócito. As raras mitocôndrias masculinas que alcançam o ovócito são degradadas logo após a fecundação por um mecanismo ainda não totalmente conhecido. Desta forma, a mãe transmite toda a informação genética mitocondrial para seus filhos e filhas, como exemplificado na Figura 1. Este genoma transmitido em bloco, sem sofrer recombinação com genes homólogos, é denominado de haplóide, assim como o cromossomo Y.



**Figura 1:** Esquema que ilustra a herança mitocondrial materna. As cores nos indivíduos representam diferentes linhagens de DNA mitocondrial que são herdadas e transmitidas de geração em geração. Ilustração dos autores.

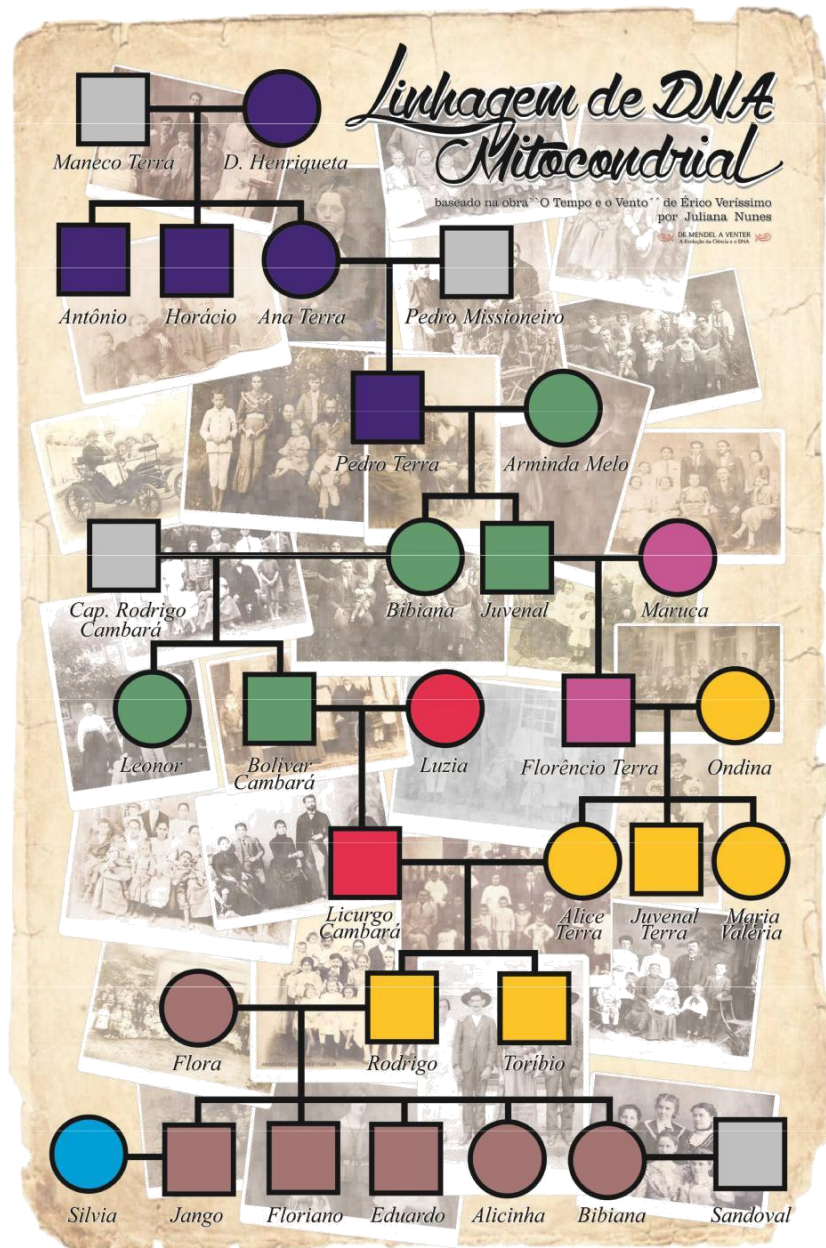
Sequências de DNA mitocondrial que possuem altas taxas de mutações são consideradas como hipervariáveis. O conjunto de mutações pontuais, inserções ou deleções constituem o polimorfismo das sequências de DNA mitocondrial. Baseado nestas regiões hipervariáveis, é possível estabelecer linhagens familiares de DNAs mitocondriais. Para isto, sequencia-se o DNA mitocondrial e determina-se o padrão de mutações (ou polimorfismo). Dois indivíduos que possuam um mesmo padrão de polimorfismo compartilham a mesma linhagem mitocondrial.

Neste trabalho, relatamos as experiências ao se aplicar o material didático “Linhagem de DNA mitocondrial – baseado na obra *O tempo e o vento* de Érico Veríssimo”, para estudantes de Ensino Médio, em um contexto interdisciplinar.

## Metodologia

O material didático “**Linhagem de DNA mitocondrial – baseado na obra *O tempo e o vento* de Érico Veríssimo**” apresentado neste manuscrito baseia-se num heredograma que representa a herança familiar dos personagens do romance *O tempo e o vento*. A obra foi escolhida por sua história ser contada através de várias gerações da família Terra-Cambará, fornecendo uma grande quantidade de personagens (31 personagens em 8 gerações) que podem ser organizados na forma de heredograma e que representarão os diferentes padrões de heranças mitocondriais. O material didático foi elaborado para a disseminação do tema de Genética mitocondrial e utilização de heredogramas de forma construtiva e interativa em um contexto interdisciplinar. O jogo é constituído de um quadro metálico (90 cm x 60 cm) com a imagem do heredograma correspondente aos personagens fictícios do romance e peças-ímãs quadrados e círculos de diferentes cores. O objetivo é determinar linhagens mitocondriais através da alocação das peças-ímãs, cujas cores correspondem à linhagens específicas. A Figura 2 mostra o heredograma com as peças alocadas. As diferentes cores representam as sete linhagens mitocondriais (ou sete diferentes polimorfismos de DNA mitocondrial) presentes entre os personagens da saga *O tempo e o vento*. No Quadro 1 estão discriminados os personagens correspondentes aos sete diferentes perfis de DNA mitocondrial.

O jogo foi aplicado nos meses de junho e agosto de 2015, em duas instituições de ensino público do Estado do Rio de Janeiro, com propostas pedagógicas diferentes. Em uma delas, localizada na região serrana, o ensino é realizado de forma tradicional. O outro Colégio, um Ciep localizado em Nova Iguaçu, oferece bilinguismo em língua inglesa. Além deste diferencial, a proposta política pedagógica estimula a polidocência, onde professores de diferentes disciplinas elaboram e ministram aulas juntos.



**Figura 2:** Heredograma da família Terra-Cambará representado no material didático **Linhagem de DNA mitocondrial** – baseado na obra *O tempo e o vento* de Érico Veríssimo. As cores das peças-íma quadrados e círculos correspondem às diferentes linhagens de DNA mitocondrial. As peças-íma quadrado cinza representam os personagens homens que não compartilham linhagens mitocondriais com os demais personagens. Ilustração dos autores. Design industrial registrado no INPI em 30/07/15 (código de depósito: BR 30 2015 003554 4).

**Quadro 1:** Na tabela estão listadas as sete diferentes linhagens de DNA mitocondrial com os respectivos personagens da saga *O tempo e o vento*. Os personagens à esquerda correspondem aos indivíduos fundadores de cada linhagem. Tabela elaborada pelos autores.

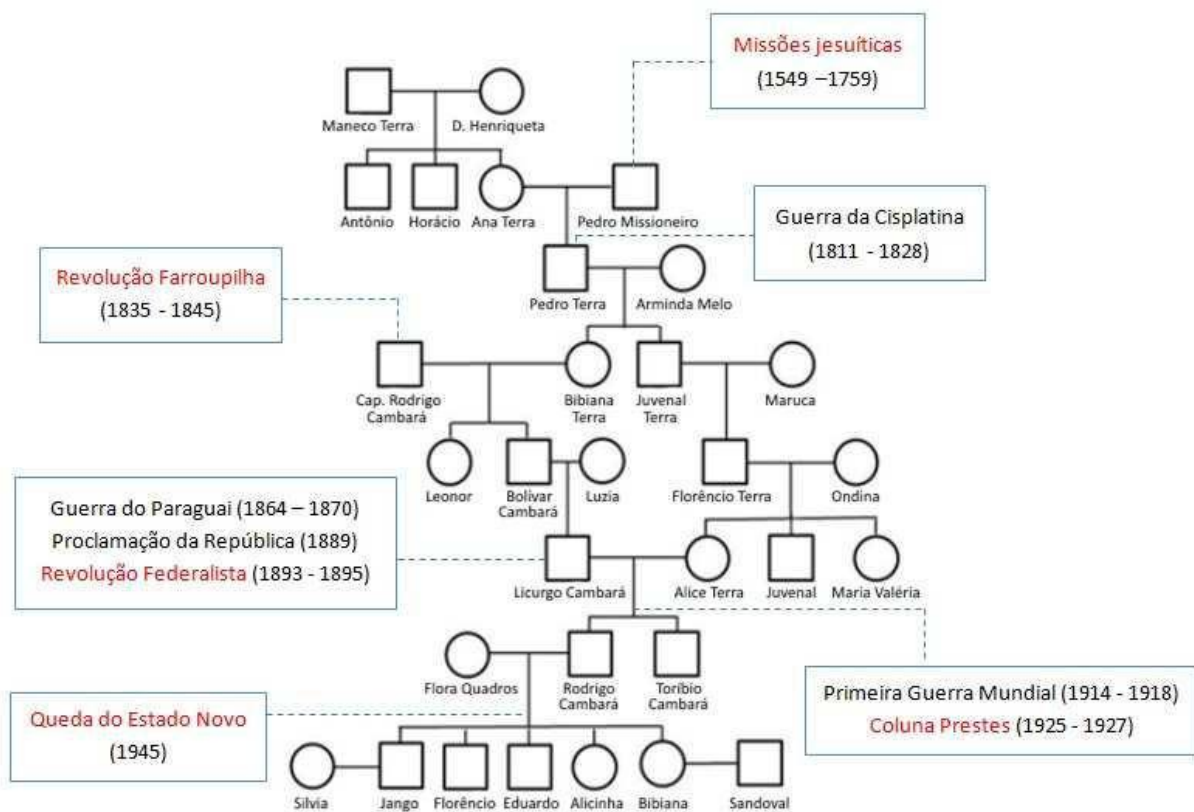
<b>Linhagem Mitocondrial</b>	<b>Indivíduo Fundador</b>	<b>Indivíduos que compartilham a linhagem mitocondrial</b>
Linhagem 1	D. Henriqueta	Antônio / Horácio / Ana Terra / Pedro Terra
Linhagem 2	Arminda Melo	Bibiana Terra / Juvenal Terra / Leonor / Bolívar Cambará
Linhagem 3	Maruca	Florêncio Terra
Linhagem 4	Luzia	Licurgo Cambará
Linhagem 5	Ondina	Alice Terra/Juvenal Terra/Maria Valéria/Rodrigo/Toríbio
Linhagem 6	Flora Quadros	Jango / Floriano / Eduardo / Alicinha / Bibiana
Linhagem 7	Silvia	-

Na instituição de ensino tradicional, o projeto foi desenvolvido com 56 alunos em três turmas do terceiro ano do Ensino Médio da educação básica. A primeira etapa consistiu na abordagem do romance histórico *O tempo e o vento* na aula de Língua Portuguesa, no momento dedicado à literatura brasileira e, especialmente, à Érico Veríssimo. A professora contou a história da obra *O tempo e o vento*, comentou sobre os principais personagens e leu, com os alunos, o trecho do livro correspondente ao momento em que o padre do vilarejo é informado sobre a morte do Capitão Rodrigo (*O continente*, capítulo *Um certo Capitão Rodrigo*). De acordo com este trecho, um oficial dos farrapos bate a porta da igreja de manhã bem cedo, após uma noite de tiroteios em combate com os Amarais, e relata ao padre como o Capitão Rodrigo morreu valentemente. O padre está inconsolável com a morte do seu amigo e se dirige à praça pensando na dolorosa missão de contar a Bibiana sobre a morte de seu marido. Em seguida, na mesma semana, o material didático **Linhagem de DNA mitocondrial – baseado na obra *O tempo e o vento* de Érico Veríssimo** foi aplicado na aula de Biologia, após uma pequena introdução teórica sobre os tipos de herança genética. Para iniciar o jogo, o professor discutiu com os alunos o contexto do heredograma baseado na história do romance e propôs que eles determinassem, através das peças-íma, os personagens que compartilhavam a mesma linhagem mitocondrial. As aulas de Biologia foram gravadas em áudio.

Na instituição de ensino não convencional, o projeto foi desenvolvido com 34 alunos em duas turmas de segundo ano do Ensino Médio em uma abordagem interdisciplinar. Realizou-se a tripla docência com os professores de Língua Portuguesa, História e Biologia. A professora de Língua Portuguesa iniciou a aula comentando o cenário literário e político onde o autor encontrava-se inserido, importante para os alunos entenderem a relação do autor com a história do Estado do Rio Grande do Sul. Relatou também as fases do autor e os tipos de história que se dedicava a escrever ao longo de sua carreira, como romance e literatura infantil. Após tais relatos, comentou sobre cada volume da saga *O tempo e o vento* e sobre os personagens principais, dando destaque ao personagem Capitão Rodrigo e explicando como o autor queria que o personagem fosse compreendido pelos leitores. Para que os alunos



entendessem a importância deste personagem, leu-se o trecho do livro que narra a sua morte na trama, como descrito acima. Em seguida, o professor de História passou a ministrar a aula. Para contextualizar como se chegou ao cenário político da narrativa do livro, o professor utilizou o mapa do Brasil para mostrar os territórios de disputa pelos colonizadores. E então mencionou o Tratado de Tordesilhas, os Bandeirantes e o Tratado de Madrid. Mencionou, também, a transferência da Colônia de Sacramento aos portugueses e a importância desse fato para a história do Rio Grande do Sul. Feito isso, o professor relatou o cenário onde a trama está inserida, referenciando as missões jesuíticas, a Guerra dos Farrapos, a Guerra do Paraguai, a primeira Guerra Mundial, além de contextualizar a importância da Reforma Protestante e do abandono da região sul do Brasil. Para correlacionar a obra com os fatos históricos, o professor apresentou aos alunos o heredograma abaixo (Figura 3).



**Figura 3:** No heredograma da família Terra-Cambará da saga *O tempo e o Vento* estão assinalados os acontecimentos históricos internos e internacionais que se relacionam com alguns dos personagens. Os eventos destacados em vermelho são narrados no romance. Ilustração dos autores.

Seguido do professor de História, a professora de Biologia iniciou sua participação explicando o que é um heredograma e sua importância para os estudos de Genética. Apresentou a organela mitocôndria, fazendo entender sua peculiaridade com relação às outras organelas da célula, pontuando a presença de DNA próprio e em múltiplas cópias. Em seguida, explicou como ocorre a herança matrilinear dessa organela. Feito isso, a professora contextualizou os personagens no heredograma e convidou os alunos a identificar as linhagens mitocondriais.

Para a avaliação do material didático e da sequência didática proposta, foi aplicado um questionário avaliativo estruturado com oito perguntas abertas e fechadas. Também foi avaliado, em forma de entrevista, a percepção dos professores quanto às atividades realizadas.

## Resultados

### Intervenção no colégio de ensino tradicional

Os resultados relatados correspondem à aplicação do projeto em três turmas diferentes do terceiro ano do Ensino Médio (56 alunos). Para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre herança mitocondrial, foi perguntado o grau de conhecimento sobre o assunto abordado. A maior parte dos alunos conhecia vagamente este tema (13 alunos não conheciam, 34 alunos conheciam vagamente, 9 alunos conheciam bem e nenhum aluno dominava o assunto). Com relação à área de Genética, a maioria dos alunos a considerava de médio entendimento (fácil para 21 alunos, médio para 34 alunos e difícil para 1 aluno). Para avaliar o entendimento do assunto relacionado à herança mitocondrial e suas aplicações, foi perguntado se os alunos consideraram ter entendido o tópico abordado após a aplicação do jogo. A maioria dos alunos considerou ter aprendido o suficiente sobre herança mitocondrial (pouco para 8 alunos, o suficiente para 23 alunos, muito para 21 alunos, tudo para 3 alunos - 1 aluno não respondeu). A maior parte dos alunos (54) acredita que materiais didáticos facilitam o entendimento de temas difíceis. Da mesma forma, a maioria dos alunos considerou o jogo de fácil entendimento (muito fácil para 11 alunos, fácil para 36 alunos, regular para 5 alunos, difícil para 2 alunos - 2 alunos não responderam). A maioria dos alunos aprovou a qualidade do material (muito boa qualidade para 44 alunos e boa qualidade para 12 alunos).

Para analisar de forma mais precisa o entendimento do aluno sobre o tema de herança mitocondrial, foi feita uma pergunta aberta sobre o mecanismo de herança mitocondrial (Maria se casou com Ricardo e teve três filhos: Pedro, Felipe e Amanda. Os netos de Maria irão possuir a mesma herança mitocondrial de sua avó? Explique). Espera-se que o aluno responda que somente os filhos de Amanda apresentarão a linhagem mitocondrial de Maria. Dos 56 alunos participantes, um aluno não respondeu a pergunta aberta, 14 alunos a responderam de forma equivocada e 41 alunos a responderam corretamente. Dentre as respostas equivocadas, encontram-se as seguintes frases: *“só os filhos de Amanda, pois a herança só vai para a mulher e não para o homem”*; *“Sim, por causa da genética hereditária ou por geração dos avós, os filhos ou netos sempre puxam as características”*; *“Sim, pois o DNA mitocondrial só é herdado da mãe”*. Dentre os 41 alunos que responderam corretamente, 18 responderam de forma vaga, não aplicando totalmente os conceitos sobre herança mitocondrial. Citamos como exemplo as frases a seguir: *“só os filho de Amanda possuirão as mitocôndrias de sua avó”* (neste exemplo, o aluno destaca a mitocôndria, mas não o DNA mitocondrial); *“Só os filhos de Amanda irão possuir a mesma mitocôndria que Maria. Os filhos de Pedro e Felipe não terão porque serão de mães diferentes”*; *“Não. Maria teve filhos do sexo masculino e por causa disso, seus netos não irão receber sua herança mitocondrial (nem todos os netos)”* (neste exemplo não ficou claro quais os netos de Maria irão possuir sua herança mitocondrial).

Com o intuito de verificar se o aluno percebia a interdisciplinaridade do material didático, foi perguntado se eles reconheceram a abordagem de outras disciplinas, além da Biologia. Três alunos perceberam a relação com outras disciplinas e justificaram suas respostas de forma mais elaborada, com as seguintes sentenças: *“Por falar da obra ‘O tempo e o vento’, usando-a como exemplo para explicar herança mitocondrial”*; *“A obra de Érico Veríssimo ‘O tempo e o vento’ do período Modernista”*; *“História: Sendo contada sobre os antepassados e*

*as relações deles sobre o casamento. Literatura: O livro sobre o qual foi usado no diagrama*". Vinte e sete alunos perceberam que existe a relação, citando apenas o romance *O tempo e o vento*. Seis alunos perceberam a relação, apontando as disciplinas de História ou Língua Portuguesa, mas não justificaram suas respostas. Cinco alunos não perceberam a conexão com outras disciplinas. Quinze alunos perceberam a relação com a interdisciplinaridade, mas a apontaram de forma equivocada. Por exemplo, um aluno percebeu a relação com a disciplina de História, mas justificou com a sentença "*abordou o início da família apresentada desde os primeiros componentes familiares*". Um aluno destacou a disciplina de Ciências e justificou com a sentença "*Quase os mesmos sobre todo o corpo humano*". Um aluno identificou a disciplina de História e justificou com a frase "*Encontro de famílias*". Dois alunos identificaram a Química como disciplina abordada. Um deles justificou com a sentença "*se misturarmos uma genética com uma outra podemos formar diversas coisas*", enquanto o outro justificou apenas com a palavra "*cálculos*".

### **Intervenção no colégio de ensino não convencional**

Os resultados relatados correspondem à aplicação do projeto em duas turmas diferentes do segundo ano do Ensino Médio (34 alunos). Para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre herança mitocondrial, foi perguntado o grau de conhecimento sobre o assunto abordado. A maior parte dos alunos conhecia vagamente este tema (7 alunos não conheciam, 25 alunos conheciam vagamente, 2 alunos conheciam bem e nenhum aluno dominava o assunto). Com relação à área de Genética, a maioria dos alunos a considerava de médio entendimento (fácil para 12 alunos, médio para 18 alunos e difícil para 4 alunos). Para avaliar o entendimento do assunto relacionado à herança mitocondrial e suas aplicações, foi perguntado se os alunos consideraram ter entendido o tópico abordado após a aplicação do jogo. A maioria dos alunos considerou ter aprendido o suficiente sobre herança mitocondrial (nada para 2 alunos, pouco para 1 aluno, o suficiente para 13 alunos, muito para 11 alunos, tudo para 6 alunos - 1 aluno não respondeu). A maior parte dos alunos (31) acredita que materiais didáticos facilitam o entendimento de temas difíceis. Da mesma forma, a maioria dos alunos considerou o jogo de fácil entendimento (muito fácil para 11 alunos, fácil para 16 alunos, regular para 7 alunos). A maioria dos alunos aprovou a qualidade do material (muito boa qualidade para 25 alunos, boa qualidade para 8 alunos e qualidade regular para 1 aluno).

Para analisar de forma mais precisa o entendimento do aluno sobre o tema de herança mitocondrial, foi feita a pergunta aberta sobre o mecanismo de herança mitocondrial descrita acima. Dos 34 alunos participantes, 9 alunos responderam à pergunta de forma equivocada, 22 alunos a responderam corretamente e três alunos não a responderam. Dentre as respostas equivocadas, listamos as seguintes frases: "*Os filhos irão ter apenas a herança mitocondrial de sua mãe*"; "*Não, eles vão carregar a herança mitocondrial da mãe deles, pois quem gerou foi ela*". Dentre os alunos que responderam a pergunta corretamente, alguns a responderam de forma vaga, como exemplificam as seguintes frases: "*Sim, pois a herança mitocondrial é dada através da parte materna da família*"; "*Sim, porque quando Amanda casar, seus filhos irão receber a herança mitocondrial que sua mãe lhe passou*". Quatro alunos justificaram com a resposta esperada, completa e bem elaborada, como no exemplo: "*Não, pois os filhos de Pedro e Felipe irão ter a herança mitocondrial de suas respectivas mães. Apenas os filhos de Amanda terão a mesma herança mitocondrial que a de sua avó Maria*". Estes alunos disseram, inicialmente, que conheciam vagamente o assunto e, após a aplicação do material, afirmaram ter entendido muito ou tudo.

Com o intuito de verificar se o aluno percebia a interdisciplinaridade do material didático, foi perguntado se eles reconheceram a abordagem de outras disciplinas, além da Biologia. Entre os 34 alunos participantes, 20 perceberam que existe a relação interdisciplinar, apontando as disciplinas de História, Língua Portuguesa e Geografia. Estes alunos justificaram suas respostas com as expressões “*Guerra dos Farrapos*”, “*O livro O tempo e o vento*” e “*Fronteiras geográficas*”. Cinco alunos perceberam a relação, apontando as disciplinas de História ou Língua Portuguesa, mas não justificaram suas respostas. Quatro alunos não perceberam a conexão com outras disciplinas. Cinco alunos perceberam a relação com a interdisciplinaridade, mas a justificaram de forma equivocada, como nos seguintes exemplos: “*Como a região influenciava na linhagem de DNA mitocondrial*”; “*A história dos personagens*”; “*Os conflitos entre as famílias retrata sobre a história do povo*”; “*A família que faz parte de um livro*”.

## Discussão

Nesta proposta de trabalho interdisciplinar, a Biologia e a Genética mitocondrial são o foco do material didático **Linhagem de DNA mitocondrial – baseado na obra *O tempo e o vento* de Érico Veríssimo**. Mas, além da abordagem de um tema da Biologia, espera-se sensibilizar os alunos a um clássico da literatura brasileira e ao contexto histórico da formação da região sul do Brasil. A atividade foi bem recebida nos dois colégios. No colégio de ensino tradicional, o romance *O tempo e o Vento* foi, inicialmente, abordado na aula de Língua Portuguesa. E, em outro momento, o material didático foi aplicado na aula de Biologia após a aula teórica sobre o tema de herança mitocondrial. Já no colégio onde aulas alternativas são estimuladas, a experiência foi muito mais enriquecedora, já que a atividade foi aplicada de forma plena e efetivamente interdisciplinar, com professores de Língua Portuguesa, História e Biologia trabalhando seus conteúdos de aula, simultaneamente, em torno do material didático.

Observou-se um índice de acertos entre 71% (colégio de ensino não convencional) e 74% (colégio de ensino tradicional) na pergunta direta formulada para verificar, de forma precisa, o entendimento do aluno sobre o mecanismo de transmissão da herança mitocondrial. Isto indica que o material didático foi bem aplicado pelos professores e estimulou a aprendizagem, pelos alunos, sobre o tema. Como no colégio de ensino não convencional a aula foi ministrada num contexto efetivamente interdisciplinar, os alunos foram quase unânimes em perceber a intenção deste projeto. Além do mais, justificaram as respostas de forma mais elaborada que os alunos do colégio de ensino tradicional.

Segundo o relato dos alunos, a atividade foi bastante apreciada. No item do questionário relacionado a sugestões ou críticas, um deles diz: “*Achei super interessante e fácil de entender partindo do material didático utilizado. Seria bem legal que essa oficina visite outras escolas, não só para se apresentar, mas para espalhar conhecimento*”. Alguns alunos sugeriram que o número de personagens no heredograma da saga *O tempo e o Vento* fosse aumentado. Isto indica que estes alunos não compreenderam que todos os personagens da obra estão listados no heredograma. Vale também ressaltar que um dos alunos, percebendo o material didático como interdisciplinar, não assinalou as disciplinas de Língua Portuguesa, História ou Geografia, conforme esperado. Em uma percepção ainda mais generalizada, ele apontou a disciplina de Química, sugerindo que esta e, portanto, as estruturas moleculares, *são responsáveis pela mistura genética dos indivíduos*. Por outro lado, alguns alunos apresentaram uma visão bastante estreita sobre a disciplina de História, não a relacionando com os grandes eventos da Humanidade, mas sim com os pequenos acontecimentos familiares.

A professora de Biologia do colégio de ensino tradicional observou a facilidade dos alunos em lidar com as questões levantadas através da atividade. Podemos notar em seu discurso o reconhecimento da capacidade do jogo em agregar conhecimento: “*Heredograma eu nem vou precisar passar*”. Os alunos expressaram-se de forma positiva quanto à atividade proposta. Entre os professores do colégio de ensino não convencional, foi unânime a percepção da facilidade na compreensão pelos alunos quando o conteúdo é transmitido de forma lúdica ou fora do contexto clássico de uma sala de aula, principalmente quando se usa modelos ou jogos didáticos. Entre os alunos entrevistados também foi consenso que a forma como o conteúdo foi apresentado era mais interessante para seu aprendizado.

### Referências Bibliográficas

ALBERTS, B.; JOHNSONS, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. (2004). *Biologia molecular da célula*. 4. ed. Editora Artmed.

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CALUZI, J. J.; NARDI, R. (2004). Interdisciplinaridade: concepções de professores da área Ciências da Natureza em formação em serviço. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 2, p. 277-289.

BONATTO, A.; BARROS, C. R.; GEMELI, R. A.; LOPES, T. B.; FRISON, M. D. (2012). Interdisciplinaridade no ambiente escolar. Seminário de pesquisa em educação da região Sul.

BRASIL. Ministério da Educação. (1998). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais 3º e 4º ciclos. 436 p. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília : MEC/SEF.

FRAISSE, E. (2012). L’enseignement de la littérature : un monde à explorer. *Revue internationale d’éducation de Sèvres*. v. 61 (Enseignement et littérature dans le monde), p. 35-45.

GARRUTTI, E. A.; SANTOS, S. R. (2004). A interdisciplinaridade como forma de superar a fragmentação do conhecimento. *Revista de Iniciação Científica da FFC*, v. 4, n. 2, p. 187-197.

GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P. (2015). Monteiro Lobato em aulas de ciências: aproximando ciência e literatura na educação científica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 219-238.

POMBO, O. (1994). Problemas e perspectivas da interdisciplinaridade. *Revista da Educação*. vol. 4, n. 1 /2 , p. 3-12.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. (2008). Os parâmetros curriculares nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 13, n. 3, p. 257-274.

SALOMÃO, S. R. (2008). Lições da Botânica: O Texto Literário no Ensino de Ciências. *Ciência em Tela*. vol.1, n.1, p. 1-9.

SANTOS, A. C. C.; AMORIM NETO, T. P.; GÓES, A. C. S. (2013). Ficção científica e o *Admirável mundo novo*: previsões concretizadas no atual século e considerações bioéticas. *História, Ciências e Saúde - Manguinhos*, Rio de Janeiro, v. 20, n.2, p. 653-673.

SANTOS, A. C. C.; COSTA-FILHO, A.; SIQUEIRA, A. E. S.; GÓES, A. C. S. (2011). A utilização da literatura de ficção científica como recurso didático: um ensaio sobre a obra Admirável Mundo Novo. In: VIII Enpec – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2011, Campinas. Anais do VIII Enpec.

VERÍSSIMO, E. (1967). Ficção completa em cinco volumes. Editora Companhia José Aguilar. Volumes III, IV e V (O tempo e o vento).

VIERNE, S. (1994). Ligações Tempestuosas: A Ciência e a Literatura. In: VIERNE, S. (Org.) A Ciência e o Imaginário. Brasília: UNB, 190p.