

ARCO DE CHARLES MAGUEREZ E O ENSINO DE GENÉTICA: CONTEXTUALIZAÇÕES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS

Telma Temoteo dos Santos¹

RESUMO

O ensino de Genética, ainda no século XXI, tem ocorrido de forma restrita aos relatos dos experimentos mendelianos e na resolução de exercícios que apresentam aos estudantes os desdobramentos das pesquisas, incluindo temas como interação gênica, alelos múltiplos e anomalias clínicas. Porém, com a pandemia da Covid-19 ficou mais evidente a necessária renovação do ensino de Genética, na educação básica: práticas pedagógicas capazes de realizarem a mediação entre os conteúdos científicos, escolares e a realidade. Por meio da metodologia de problematização do Arco de Charles Magueréz, os docentes podem capacitar os estudantes a verificarem o contexto e a partir da formulação de questionamentos, estruturarem ações que levem a um aprendizado, alinhado com o que almeja a base nacional comum e curricular (BNCC), seja para a continuidade dos estudos a nível de graduação, como também para a formação cidadã. Deste modo, o objetivo deste trabalho consistiu em apresentar a metodologia do Arco de Magueréz como recurso didático no ensino de temas da Genética. Para alcançar tal objetivo, foram estruturados dois modelos de sequências didáticas: no primeiro, a problematização da realidade com a pergunta: como surgem os vírus e seus subtipos? No segundo, como funcionam as vacinas e porque para algumas doenças é necessária a aplicação de doses de reforço ou até mesmo a elaboração de novas vacinas. A partir destas situações, são propostas sequências de ensino, buscando introduzir a genética mendeliana, a nova genética e intercessões interdisciplinares, com evolução das espécies, ecologia, imunologia e biotecnologia, e os pressupostos de Paulo Freire, sobre os temas geradores. A partir dos modelos produzidos, espera-se que haja a apreensão das ideias aqui discutidas para serem reestruturadas e aplicadas em outros espaços educativos.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Ensino de Genética, Arco de Magueréz.

INTRODUÇÃO

Os indivíduos se deparam com uma “enxurrada” de informações nas mídias sobre novos agentes causadores, produção de vacinas, alimentos transgênicos, clonagem, melhoramento animal e vegetal, a ocorrência de doenças hereditárias, temas estes pertencentes à Genética. Tais conceitos apesar de muitas vezes não serem compreendidos ou até mesmo nunca ouvidos implicam na tomada decisões pessoais que também afetam o coletivo.

No caso dos estudantes, da educação básica ou ensino superior, tais dificuldades não ficam restritas à sala de aula, sendo necessário verificar o tipo de ensino de Genética ofertado

¹ Docente e orientadora no Programa de pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde (EBS), Rio de Janeiro, RJ/Docente no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), telma.santos@ifnmg.edu.br

para se pensar como ampliar os tipos de modelos de ensino objetivando aprendizagens mais condizentes com uma formação cidadã.

Pesquisadores como Joaquim e El-Hani (2010) apontam como as novas descobertas da Biologia Molecular tem ampliado e modificado o conceito de gene, requerendo um ensino mais alinhado com a Genética Moderna e não restrito a Genética Clássica. Por exemplo, Montalvão Neto (2016) chama atenção para o fato de a genética mendeliana centralizar grande parte das discussões no ensino médio sendo inclusive a temática centralizadora nos exames vestibulares. Apesar da história das ciências ter lugar de valor incontestável, os novos conhecimentos elaborados por meio das tecnologias e revisitação de teorias científicas devem ser transportados para dentro das salas de aulas, com as devidas adaptações.

Para Fourez (2016), há uma crise no ensino de ciências (e biologia) que pode ser verificada pelo crescente desinteresse dos jovens em áreas que são ligadas as ciências, descontentamento com a visão de ciências desconectada do mundo do trabalho ou que seja direcionada para a formação de cientistas. A linguagem, o discurso, a ausência de transposição didática, a proposta de modelos imagéticos oriundos do século passado são alguns dos itens que levam ao afastamento, a elaboração de uma imagem elitista e inalcançável das ciências (CHASSOT, 2003).

Assim, não é suficiente que os estudantes tenham acesso à informações, teorias ou leis se não possuírem a capacidade de interpretar os modelos que os cientistas usam para explicar conceitos e fenômenos como também reinterpretá-los e ressignificá-los (BRANDÃO;MACEDO, 2000). Porém, é notório que o conhecimento científico é fragmentado em blocos temáticos sem conexões não apenas dentro da mesma área como a Genética, como com outras disciplinas. Soma-se o *modus operante* de apresentação linear, dos conteúdos mais simples para os mais complexos ou ainda do concreto para o abstrato (MOURA, et al, 2013). Tais incorreções da prática de ensino ainda são replicadas nas salas de aula tomando os estudantes como incapazes de realizarem ligações conceituais estruturadas a partir da observação, comparação, teste de hipóteses, levantamento de perguntas dentre outras, como apontam Pozo e Crespo (2006).

Assim, espera-se que a partir de um ensino de biologia com modelos mais complexo e integrados levem a compreensão dos processos biológicos individuais e de interações entre seres vivos e ambiente (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018). E as lacunas de aprendizagem ou apreensão de conceitos incorretos decorrentes dos pontos já levantados nos

parágrafos anteriores, formarão barreiras intransponíveis para alguns dos sujeitos conseguirem compor pensamentos mais complexos entre diferentes modelos (celulares, bioquímicos, biomoleculares e matemáticos) dentro da Genética.

As possíveis causas para os problemas de aprendizagem passam por: como a Genética ainda é apresentada nos livros didáticos, priorizando temas da genética clássica no lugar na genética moderna e de temas contemporâneos, presentes em textos de divulgação científica (MANZKE, 1999; MONTALVÃO NETO, 2016), ausência de professores de ciências e biologia na educação básica (DE REZENDE PINTO, 2006), a associação da Genética e Evolução a temas polêmicos e, por isso, evitáveis nas salas de aulas (BONZANINI; BASTOS, 2010), ensino aligeirado decorrente de carga horária insuficiente para a disciplina Biologia e ainda apresentação dos conteúdos de Evolução e Ecologia das Populações sem interligação contextualizada crítica e reflexiva com os temas da Genética (VALENÇA; FALCÃO, 2012; BIZZO; EL-CHANI, 2009).

Apesar da aprendizagem ser algo próprio e intrínseco ao aluno o professor pode ofertar oportunidades para a compreensão de novos conteúdos seja possível. Alguns autores apontam caminhos que devem ser percorridos: buscar o que estudante sabe sobre um tema para problematizá-lo fazendo ligações entre os saberes prévios, escolares e a intencionalidade do professor.

Entra em cena, a metodologia do Arco de Charles Maguerez (figura 1), sendo a qual, a leitura e problematização da realidade permite aos docentes estruturar ações didáticas que levem a uma maior aproximação com os saberes dos estudantes e como eles entendem as variáveis presentes no seu dia-a-dia.

Figura 1: Caminho metodológico para a prática de ensino segundo o Arco de Maguerez.



Fonte: Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: percurso histórico e aplicações.

Converge com o que orienta Freire (1996) sobre a formação educativa orientada para a autonomia dos sujeitos, competência que é alcançada quando os sujeitos são de fato valorizados e sentem-se parte da própria aprendizagem.

Além da tomada da realidade como ponto inicial, há a inclusão da teorização mediando os saberes estruturados (científicos e escolares) com os saberes comuns (dos estudantes). Nesta etapa é fundamental incorporar o que os estudantes já sabem sobre o tema pesquisado, seja pela vivência prática ou ainda pelo acesso a informações decorrente dos anos anteriores de estudos ou mídias. A metodologia Maguerez reúne características de ensino investigativo que perpassa um ensino de biologia que no lugar da mera transmissão de conteúdos e de colocar os estudantes como receptores, muda de cena os atores passando a orientar comportamentos ativos em prol da aprendizagem. Assim, todo o contexto de ensino por meio do Arco de Maguerez conduz a investigação dos fenômenos já que os estudantes desenvolverão um maior interesse em produzir perguntas e respostas acerca do mundo em que vivem, conciliando suas ideias com os conceitos científicos e escolares. Passarão a perceber a importância da coletividade na elaboração de respostas e de como estas se comportam e modulam o modo como as sociedades interagem não apenas com as variáveis, mas também com o próprio conhecimento

Deste modo, o objetivo deste trabalho consistiu em apresentar a metodologia do Arco de Maguerez como recurso didático no ensino de temas da Genética

METODOLOGIA

O caminho metodológico consistiu nas seguintes etapas: I) Levantamento teórico sobre os temas ensino de genética, ensino de biologia e arco de Charles Maguerez. Tal ação realizou por meio de busca de artigos nas bases SciELO, Capes Periódicos e Google Acadêmico com a intencionalidade de se conhecer os principais pontos discutidos pelos autores, entraves, problemáticas e possibilidades; II) Elaboração de dois modelos de sequências didáticas: no primeiro, a problematização da realidade a partir das pandemias, dos surtos e das endemias virais, com a pergunta: como surgem os vírus e seus subtipos? No segundo modelo, como funcionam as vacinas e porque para algumas doenças é necessária a aplicação de doses de

reforço ou até mesmo a elaboração de novas vacinas. A partir destas situações, buscou-se uniu a genética mendeliana e a nova genética e intercessões interdisciplinares, com evolução das espécies, ecologia, imunologia e biotecnologia, e os pressupostos de Paulo Freire, sobre os temas geradores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sequência Didática 1: Vírus, o que são e de onde surgem?

No primeiro momento, o professor poderá partir da análise da realidade, que poderá ser: um evento real, histórico/contemporâneo ou um modelo hipotético, seja produzido pelo docente ou ainda inspirado em produções da ficção científica.

A partir da observação da realidade o professor irá mediar a elaboração de problema (s). No quadro 1 estão dispostos temas e pontos norteadores que poderão criar as discussões realizadas. Importante destacar que o uso do conteúdo indicados em cada bloco não necessariamente são lineares, mas podem ser usados em aulas distintas com duração que fica a critério do docente, para compor uma sequência didática. Ou ainda, cada bloco ser trabalhado individualmente, a partir do Arco de Maguerez.

É importante que ao problematizar a realidade o professor busque potencializar a participação discente e que esta seja de fato incluída nos passos seguintes e não uma mera coleta de “opiniões”. O uso de um recorte de cena de filme ou uma notícia ajuda os estudantes a saírem da zona de conforto e contribuam de forma menos formal com a dinâmica da aula.

A partir de então, poderá ser encaminhada a teorização, um momento em que o docente poderá contribuir para a formação de pesquisa discente: as perguntas que são levantadas quando um dado fenômeno é analisado não devem sustentar respostas que fiquem no campo do “achismo” mas levar a uma investigação estruturada a partir das questões de modo a teorizar com os saberes dos estudantes, os escolares, os científicos e os contextualizados. A partir destes debates e da sistematização desta teorização (na forma de textos, resumos, ensaios, estudos dirigidos, exposição oral, e a combinação destes), entra em ação a provocação para que se pense em hipóteses de solução.

No caso dos vírus, se a atenção deste percurso se deu para compreendê-los como seres vivos, quais critérios poderiam ser usados atualmente para criar uma categoria de classificação se o entendimento compartilhado for que são seres vivos? Caso, seja o uso dos vírus na biotecnologia, que tipos de protótipos podem ser criados para o uso eficiente?

Partindo de uma ação interdisciplinar (FAZENDA, 2008) e transdisciplinar, o docente poderá incluir questões da ecologia, da economia, das artes, da sociologia, da história, dos games, da música, dos quadrinhos (HQs) na elaboração de uma solução, que não necessariamente seja global, mas caracterizada como uma resposta daquele grupo de alunos.

O ponto central das discussões seja qual o caminho seguido a partir da problematização da realidade é apresentar aos estudantes os conhecimentos da genética e evolução das espécies de modo integrado e não como campos isolados. Os estudantes precisam compreender que a dinâmica das interações ecológicas estabelecidas entre os vírus e seres vivos e ainda o ambiente está submetida (e regida) pelos eventos biomoleculares (a natureza do material genético viral e dos hospedeiros) e das forças evolutivas (mutações, migração, deriva gênica e seleção natural). Assim questões como: porque surgem novos vírus? Até quando iremos tomar vacinas para a Covid-19 ou ainda associar novos subtipos virais a uma conspiração global da indústria farmacêutica (não que sejam isentos de tal desconfiança) perpassará reflexões mais estruturadas nos saberes científicos e não em *fake news*.

Quadro1: Proposição de temas e pontos norteadores para a sequência didática sobre vírus.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
Temas	Ser vivo ou não? Eis a questão	Ecologia e Saúde	Diversidade viral
Pontos norteadores	Conhecendo os vírus como seres vivos. A interação com outros seres vivos. Onde estão?	O que são animais reservatórios? O que são ciclo urbano e silvestre dos parasitos e das doenças? A importância da conservação ambiental.	Replicação. Mutação. Linhagens virais. Forças evolutivas.

Sequência Didática 2: Como funcionam as vacinas?

O tema vacinas não é algo novo para os estudantes, tendo em vista que é apresentado desde o ensino fundamental, em diferentes níveis de complexidade. Mesmo sendo um tema estudado na escola, há ainda muitos mitos e crendices sobre as vacinas o que leva a níveis cada vez menores quando se analisa a adesão, mesmo em relação a vacinação obrigatória na infância.

Deste modo, orienta-se ao docente que tome como pontos norteadores não apenas a parte histórica do desenvolvimento das vacinas como também porque cada pessoa reage de forma diferente quando em contato com um certo tipo de vacina.

A problematização da realidade poder iniciar com: i) o tempo de desenvolvimento de uma vacina; ii) porque para cada doença há uma vacina diferente iii) o que são os efeitos colaterais que as pessoas apresentam quando tomam algumas vacinas e iv) é verdade que as vacinas matam e se sim, porque pode ocorrer tal evento? Lembrando que tais questões sugeridas neste texto partem da experiência da autora e cada docente deverá analisar o contexto, em especial o que recentemente foi produzido com a pandemia da Covid-19, seja fornecido pelos jornais, mídias sociais, mensagens em grupos de *WhatsApp* ou sala de aula, para tomar como o ponto de partida da sequência didática.

O quadro 2, fornece alguns exemplos de temas e pontos a serem trabalhados em blocos. Tal estrutura (quantidade de blocos) pode ser modificada pelo docente que aplicará tal instrumento didático.

Para a teorização, poderão ser incluídos textos de divulgação científica, canais que tratam de temas da ciência, disponíveis no *Youtube*, *Instagram*, *Facebook*, *TikTok*, dentre outros. É interessante, o professor conhecer as fontes que os estudantes têm recorrido para se informarem de modo a identificar possíveis contribuições e incorreções nos discursos propagados.

Quadro 2: Proposição de temas e pontos norteadores para a sequência didática sobre vacinas.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
Temas	O que são vacinas?	Por que aderir as vacinas?	Comunicar para informar e para conhecer

Pontos norteadores	<p>Como surgiram, do que são feitas, quais os usos indicados. O que a história revela. A revolta da vacina (questões de saúde pública, sociais e culturais).</p> <p>Cada corpo, uma reação – imunologia e genética.</p>	<p>Efeito individual e coletivo.</p> <p>Podem ser substituídas? Do que se trata imunidade natural e adquirida.</p> <p>Por que não se deve confundir adoecimento com imunidade natural (os efeitos contrários de cada um destes mecanismos). Por que é mais viável (e eficiente) a prevenção das doenças e o uso das vacinas.</p>	<p>O que são fake news? Por que as pessoas acreditam e defendem? O que é ciência? Por que o conhecimento científico é diferente do saber comum e do saber popular?</p> <p>Como informar corretamente a população sobre os benefícios das vacinas? Por que informar não é adestramento e adesão acrítica aos saberes científicos?</p> <p>Do que se trata fazer escolhas críticas sobre os produtos da ciência?</p>
--------------------	---	--	---

Fonte: Elaborado pela autora.

A elaboração das hipóteses de solução e da intervenção da realidade podem direcionadas ao público que se quer alcançar, de modo a não simplificar a ação da divulgação científica: propagar informações científicas sobre vacinas, por exemplo, não é o mesmo que divulgar cientificamente já que para esta última ser bem-sucedida se faz necessário uma serie de adequações e formação adequada. Não se trata de simplificar o discurso, e quando feito de modo inadequado leva ao entendimento incorreto e ainda pode provocar comportamentos refratários aos conhecimentos científicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de biologia deve se ocupar em tomar as percepções e conhecimentos dos estudantes de modo a auxiliar na interpretação da realidade. E, o recorte das variáveis do contexto dos estudantes não pode ser colocado como de menor ou maior importância quando comparado aos conhecimentos e posicionamentos da ciência, porém possíveis de serem aproximados para que sejam produzidas reflexões estruturadas e críticas.

Por meio da metodologia do Arco de Maguerez, docentes e estudantes caminham em uma aula dialógica, não fechada e mais próxima do fazer ciência. Em geral, o ensino tem ficado restrito a ações expositivas, sejam estas orais, discursivas ou até mesmo por tecnologias digitais. Promover momentos que integrem diferentes recursos, problematizações e principalmente a participação ativa dos estudantes pode levá-los ao maior interesse no aprendizado.

A intencionalidade da publicização das propostas teóricas apresentadas neste texto não se reduz a receitas prontas, mas a reflexão de como o ensino de genética pode ser introduzido para além das leis mendelianas ou dos estudos clínicos de herança associada ao sexto. Tais conhecimentos são importantes, porém não os únicos a serem trabalhados em razão das vozes de pesquisadores, professores e até dos documentos curriculares que sinalizam o tratamento dos conteúdos escolares como temas contemporâneos transversais.

Em síntese, almeja-se que os apontamentos apresentados no texto sejam elementos que possam subsidiar pesquisas mais amplas trazendo contribuições para o ensino de biologia e genética.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRANDÃO, R. L.; ACEDO, M. D. P. Modelos didáticos em genética: a regulação da expressão do operon de lactose em bactérias. **Genetics and Molecular Biology**, v23, 3, 2000.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Os avanços recentes da genética como temas para a formação continuada de professores de Ciências: discussão de uma proposta. **III ENEBIO & IV EREBIO, Anais... Fortaleza-CE**, 2010.



- BIZZO, N.; EL-HANI, C. N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, 2009.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, nº 22, 2003.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2018.
- DE REZENDE PINTO, J. M. O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras?. **Jornal de Políticas Educacionais**, v. 8, n. 15, 2014.
- FAZENDA, Ivani. **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FOUREZ, G. "Crise no ensino de ciências?." **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, 2016.
- GREGÓRIO, E. A.; DE OLIVEIRA, L. G.; DE MATOS, S. A. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para o ensino de síntese proteica. **Experiências em ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 101-125, 2016.
- JOAQUIM, L.M.; EL-HANI, C.N. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. **Scientle studia**, v.8, n. 1, 2010.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- MANZKE, V. H. B., **Aspectos da interação entre o professor de biologia e o livro didático no ensino de genética, na cidade de Pelotas, RS**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 1999.
- MONTALVÃO NETO, A. L. et al. **Discursos de genética em livro didático: implicações para o ensino de biologia**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil, 2016.
- MOURA, J.; DE DEUS, M. D. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil—breve relato e reflexão. **Semina: ciências biológicas e da saúde**, v.34. n. 2, 2013.
- VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. . Teoria da evolução: Representações de professores pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2 , 2012.