



ALEXANDRIA

# ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

## Pangênese e a Hereditariedade: Uma Abordagem Histórico-Filosófica no Ensino Fundamental

*Pangensis and Heredity: A Historical and Philosophical Approach in Elementary School*

Priscila do Amaral<sup>a</sup>; Andreia Guerra<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil - prisciladoamaralbio@gmail.com

<sup>b</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, Brasil - aguerra@tekne.pro.br

### Palavras-chave:

Hereditariedade. Ensino de ciências. História da ciência. Pangênese. Charles Darwin.

**Resumo:** Esse artigo apresenta os resultados de uma pesquisa cujo objetivo é analisar que elementos sobre a construção da ciência são problematizados por alunos e alunas do oitavo ano do ensino fundamental num estudo histórico-contextual sobre a hereditariedade, a partir da apresentação a hipótese da pangênese, elaborada por Charles Darwin. A pesquisa foi desenvolvida ao longo de uma intervenção pedagógica baseada na estratégia denominada de três eixos, que busca uma abordagem mais contextual da ciência, apresentando elementos artísticos, técnicos e científicos do período estudado. A metodologia da pesquisa-ação foi utilizada para a construção da pesquisa e os dados coletados foram analisados a partir do referencial da análise textual discursiva. Dentre os resultados discutidos, destaca-se que os discentes problematizaram questões contextuais como a escravidão no Brasil. Ao longo da pesquisa foram observados alguns desafios relacionados à inserção de história da ciência no ensino fundamental, à abordagem cultural da ciência, indicando perspectivas de pesquisas futuras.

### Keywords:

Heredity. Science education. History of science. Pangenesis. Charles Darwin.

**Abstract:** This article presents the results of a study conducted to analyze which elements on the construction of science students of the eighth grade of elementary school problematized along a historical and contextual study of heredity, from the introduction of the hypothesis of pangenesis, prepared by Charles Darwin. The research was conducted over a pedagogical approach based on strategy called three axes, which aims a more contextual approach to science, presenting artistic elements, technical and scientific the study period. To build the research we used the methodology of action-research and we use the framework of discursive textual analysis to analyze the data collected. Among the results discussed, we emphasize that students problematized contextual issues students problematized contextual issues like slavery in Brazil. During the research, we observed some challenges related to the history of science insertion in elementary school, cultural approach to science, indicating future research prospects.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Introdução

Muitos dos temas tratados nas aulas de Ciências e Biologia aparecem com frequência na mídia. Assuntos como a manipulação genética de organismos vivos, novas técnicas de diagnósticos de doenças são apresentados nos meios de comunicação todos os dias, demandando um posicionamento crítico dos cidadãos diante dos avanços tecnológicos e científicos. De acordo com Allchin (2011), o mero conhecimento dos conteúdos científicos é insuficiente para que os cidadãos posicionem-se sobre esses e outros temas. Essas considerações encaminham para a busca por um ensino de ciências, que ultrapasse o estudo exclusivo de conteúdos científicos e inclua nos currículos de ciências o ensino sobre ciências (FORATO *et al.*, 2011, GUERRA *et al.*, 2013a).

Na busca de caminhos para concretizar um ensino de ciências que tenha por foco a discussão do processo de construção da ciência, uma abordagem histórico-filosófica se apresenta como uma ferramenta importante (MATTHEWS, 2009; FORATO *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2012).

Apesar da defesa da abordagem histórico-filosófica, existem problemas em relação à introdução da História da Ciência (HC) no ensino a serem considerados. Por exemplo, o tema Genética, presente nos livros didáticos de Ciências e Biologia é introduzido, em geral, a partir de uma abordagem histórica, que considera as contribuições dos experimentos e leis derivadas da pesquisa do monge agostiniano Gregor Mendel (1822-1884), como sendo o início da Genética. Mendel é frequentemente retratado, nesses casos, como o primeiro cientista a propor a teoria da hereditariedade, abrindo caminho para o surgimento da Genética como uma disciplina científica (KAMPOURAKIS, 2013; EL-HANI, 2015). Ele é, a partir dessas considerações, denominado o pai da genética.

Na maioria das vezes, não apenas no Brasil, os experimentos do monge são citados sem referências ao contexto histórico e ao ambiente científico no qual foram realizados. Dessa forma, descreve-se o trabalho de Mendel, como se ele estivesse buscando respostas sobre o problema da hereditariedade ao fazer as experiências com as ervilhas. Fora isso, não se destaca que as questões estudadas por Mendel eram, também, consideradas por outros cientistas da época. (CAMPANILE *et al.*, 2015; KAMPOURAKIS, 2013; EL-HANI, 2015). Esse olhar sobre o trabalho do monge apresenta o cientista como alguém que trabalha isolado e descontextualizado das questões de seu tempo. Na busca de um ensino de ciências que pretenda trazer discussões sobre o processo de construção da ciência, e, portanto, que não apresente Mendel como um cientista isolado ou como o único a estudar a questão da herança de características, construiu-se uma pesquisa com o objetivo de criar subsídios capazes de contribuir para o ensino de hereditariedade numa perspectiva histórico-filosófica.

Nesse caminho, consideramos que o estudo de episódios históricos permite ao aluno perceber que a Ciência está relacionada a fatores sociais, políticos e econômicos. Dessa forma, concordamos com pesquisadores da área de ensino de Ciências que defendem que a HC é um caminho para trazer às salas de aula estudos sobre o processo de construção da ciência (MARTINS, 2006; MATTHEWS, 2009; FORATO *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2012; PRESTES; MARTINS, 2012). Ainda com vistas a delimitar nossa pesquisa, é importante destacar que compartilhamos das propostas de Guerra *et al.* (2013b), quando os autores defendem que a abordagem histórica precisa ultrapassar um estudo factual, baseada apenas em curtas biografias dos autores das leis e das teorias atualmente aceitas. Dessa forma, defendemos uma abordagem histórica, que permita ao educador construir debates que explicitem o conhecimento científico, como construído num espaço e tempo específicos e, portanto em diálogo com os diferentes conhecimentos elaborados naquele contexto sociocultural. A título de simplificar a escrita desse artigo denominaremos essa abordagem de histórico contextual, apesar de reconhecermos que nenhuma abordagem histórica é desvinculada de um contexto sociocultural.

No desenvolvimento dessa pesquisa, encontramos questões, que explicitaremos a seguir, que nos levaram a escolher como objeto de estudo o ensino de Ciências no nível fundamental. A partir dessas considerações, a pesquisa apresentada teve por objetivo trazer respostas à seguinte questão: que elementos sobre o processo de construção da ciência são explicitados e problematizados por alunos e alunas de ensino fundamental num estudo histórico-contextual sobre a hereditariedade, em fins do século XIX e início do século XX?

Para isto, desenvolvemos uma pesquisa ao longo de uma intervenção pedagógica em turmas de oitavo ano do ensino fundamental, quando do estudo de hereditariedade.

### **Contexto da pesquisa**

Apesar da importância reconhecida da utilização da HC para discutir características da produção do conhecimento científico, a maioria dos trabalhos que descrevem abordagens desse tipo, refere-se a contexto de sala de aula de Ensino Médio. Poucos trabalhos discutem a abordagem histórico-filosófica com turmas de ensino fundamental (SCHIFFER; GUERRA, 2015).

A pesquisa aqui relatada, entretanto, foi desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino (Estadual) do Rio de Janeiro, localizada em um município da Baixada Fluminense. A escola abriga apenas turmas de ensino fundamental e possui dez turmas distribuídas em dois turnos. A professora que desenvolveu a intervenção pedagógica concluiu o ensino fundamental nessa escola e era participante do grupo de pesquisa que desenvolveu a pesquisa.

As escolas da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro adotam o chamado Currículo Mínimo, documento elaborado a partir dos documentos de orientação do MEC (LDB, DCN, PCN), que fornece uma diretriz curricular para a abordagem dos temas no segundo segmento do ensino fundamental. De acordo com o documento oficial (SEEDUC, 2012), entende-se como mínimo um conjunto de conhecimentos considerados essenciais para a compreensão das questões científicas, tecnológicas e humanas, que os alunos não podem deixar de aprender no segmento do ensino formal referenciado. Ao mesmo tempo, por ser um currículo mínimo, essas orientações pretendem permitir ao professor fazer escolhas mais adequadas à diversidade cultural dos alunos e à realidade de cada escola, tendo, assim, espaço em seu plano de ensino para inserir, além dos temas obrigatórios, outros que considerar necessários (SEEDUC, 2012).

A pesquisa foi realizada em duas turmas de oitavo ano do ensino fundamental e os conteúdos mínimos programados referem-se a temas relacionados ao corpo humano. Assim, dentro dessa temática, a hereditariedade é sugerida para ser trabalhada, quando do estudo de estrutura celular do corpo humano e seus componentes celulares, bem como os fenômenos de mitose e meiose e o estudo da molécula de DNA. O estudo sobre a herança de características poderia ser retomado, quando as questões sobre a reprodução humana são tratadas.

As turmas, aqui identificadas como A e B, têm quatro tempos semanais (50 minutos cada) de aulas de ciências, os quais são distribuídos em dois tempos seguidos, duas vezes na semana.

A turma A possuía 27 alunos, sendo 16 meninas e 11 meninos, com uma média de idade de 14 anos. Muitos alunos e alunas da turma apresentavam dificuldades na escrita e interpretação de textos, conforme registrara a professora antes do início da pesquisa. No entanto, nesta turma, muitos alunos, a maioria meninas, possuíam o hábito da leitura, sendo frequentadores assíduos da pequena biblioteca da escola.

A turma B era formada por 26 alunos, sendo 14 meninas e 12 meninos. Assim como na turma A, a média de idade dos alunos era de 14 anos e grande parte da turma foi aluno da professora/pesquisadora no sétimo ano e, também, apresentava dificuldades de leitura e escrita. Uma grande parte dos alunos, a maioria meninas também, possuía o hábito da leitura, embora em menor número que na turma A. Havia um grupo de alunos e alunas que frequentemente participava das atividades promovidas pela escola, tanto fora do horário escolar, quanto fora do horário e do espaço escolar. Em ambas as turmas, os alunos e as alunas participavam das atividades propostas pela professora e mostravam-se à vontade para fazer questionamentos sobre as questões discutidas em sala de aula.

## Metodologia

A pesquisa de abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994) foi realizada durante nove aulas de Ciências, de 50 minutos cada, no primeiro bimestre do ano letivo de 2014.

Optamos por uma abordagem qualitativa devido à complexidade dos dados obtidos durante o desenvolvimento desse trabalho (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LUDKE; ANDRÉ, 2013). Dentre o recorte da pesquisa qualitativa, muitas possibilidades podem ser consideradas para o desenvolvimento da mesma. Pelas características da presente pesquisa, optamos pela metodologia da pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011).

Nesse tipo de estratégia, os pesquisadores desempenham papel ativo na tentativa de solucionar os problemas observados, bem como na elaboração, acompanhamento e avaliação das ações desencadeadas em função desses problemas. Pressupõe-se, ainda, uma ampla interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada (THIOLLENT, 2011). Em relação ao presente trabalho, a professora regente era integrante do grupo de pesquisa em que a investigação se desenvolveu. Todas as etapas da pesquisa foram discutidas e analisadas por todo o grupo de pesquisa e serviram de base para a elaboração dos passos seguintes, seguindo a dinâmica dos seminários destacados por Thiollent (2011).

Na pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011), o objeto da investigação não é constituído por pessoas, mas por uma situação social, na qual os problemas de pesquisa a serem estudados encontram-se presentes. Neste sentido, o principal interesse do trabalho é o processo e em nosso estudo o foco está na forma como os alunos caminharam ao longo das atividades realizadas durante a pesquisa, priorizando a análise dos aspectos sociopolíticos das interações entre os alunos, a professora/pesquisadora e o conteúdo.

Para a coleta de dados, optamos por métodos que orientariam os próximos passos da investigação, auxiliando a construção de respostas à nossa pergunta de pesquisa. Além disso, a coleta de dados estava sempre atrelada à prática. Utilizamos, então, como ferramenta de coleta de dados as respostas elaboradas pelos alunos durante as atividades realizadas em sala de aula, a gravação em áudio das aulas e as anotações no diário de pesquisa que a professora realizava a cada etapa da pesquisa.

A pesquisa-ação não especifica em detalhes como tratar os dados obtidos ao longo da pesquisa. Dessa forma, foi necessário buscar uma ferramenta de análise, que dialogasse com o objetivo do nosso referencial teórico-metodológico e permitisse uma melhor organização e entendimento dos dados obtidos. Nesse caminho, optamos por utilizar a análise textual discursiva para analisar as produções escritas dos alunos (MORAES; GALIAZZI, 2011). A análise textual discursiva pode ser compreendida como um processo auto organizado de desconstrução e reconstrução dos textos em busca de significados. Tal processo seria



composto por uma sequência de três componentes: a unitarização, a categorização e a construção do metatexto (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Além desses pressupostos metodológicos, para construir subsídios capazes de gerar respostas à pergunta de pesquisa, foi importante delimitar a abordagem histórica a ser desenvolvida na intervenção pedagógica, onde os dados seriam coletados. Nesse caminho, optou-se por trabalhar o tema hereditariedade a partir de uma abordagem histórico-contextual, na qual tanto os trabalhos de Gregor Mendel, quanto a hipótese da pangênese elaborada por Charles Darwin fossem discutidos.

Charles Darwin (1809-1882) ficou conhecido pela elaboração da Teoria da Seleção Natural para explicar a evolução das espécies, apresentada em seu livro “A Origem das Espécies” (DARWIN, 1859). A publicação deste livro colocou o estudo da hereditariedade no centro do pensamento biológico, pois faltava à Teoria da Seleção Natural, uma teoria complementar capaz de explicar a origem e a herança de variações (KAMPOURAKIS; McCOMAS, 2010; KAMPOURAKIS, 2013).

Parte da comunidade científica procurava por uma teoria que pudesse incorporar as novas demandas trazidas pelas novidades da teoria evolutiva. Assim, durante a segunda metade do século XIX, vários cientistas tentaram desenvolver teorias da hereditariedade, buscando preencher a lacuna (KAMPOURAKIS, 2013). Charles Darwin elaborou, nesse contexto, a chamada “hipótese da pangênese”, uma tentativa de explicar a herança de características apresentada no livro *The Variation of animals and plants under domestication*, de 1868. A hipótese da pangênese admitia a existência de gêmulas, partículas minúsculas provenientes de todas as partes do corpo, que circulavam pelo corpo e iriam para os órgãos sexuais, reunindo-se nos gametas e sendo transmitidas através das diversas gerações. Essa explicação que assume a continuidade da descendência foi utilizada para explicar variação, herança e reprodução (DARWIN, 1868; FERRARI; SCHEID, 2008; POLIZELLO, 2008).

Optamos por introduzir a hipótese da pangênese, uma vez que a discussão sobre a herança por mistura das gêmulas permite trazer à tona as questões em torno ao problema da hereditariedade na segunda metade do século XIX, de forma a contrapor essa hipótese à proposta da herança de características, que comumente é associada aos experimentos com ervilha desenvolvidos por Mendel. Além disso, a introdução dessa hipótese permitiria discutir a controvérsia do contínuo versus discreto, presente nos estudos dos seres vivos, com teorias que defendiam ser a herança de características decorrente de partículas que se modificavam ao longo de gerações por meio da mistura de características (ideia de contínuo), e outras teorias que trabalhavam com a perspectiva de que a herança ocorria de forma descontínua, por meio de partículas ou entidades discretas (EL-HANI, 2015).

Importante aqui destacar que a discussão em torno do contínuo versus discreto não se fez presente apenas nos estudos dos seres vivos em fins do século XIX. Nos estudos dos raios catódicos, por exemplo, quando da busca de explicação para o fenômeno, propõe-se que o fenômeno seja entendido como decorrente de ação de partículas isoladas ou de ação de perturbações ondulatórias. Controvérsia semelhante se fez presente no estudo da natureza da luz, no qual o efeito fotoelétrico trouxe à tona a questão do discreto e contínuo para a natureza da luz e, também, para o estudo da constituição da matéria (MOURA, 2014).

Outro ponto importante a ser ressaltado é que na construção da intervenção pedagógica, procuramos nos aproximar de Guerra *et al.* (2013b), que propõem uma abordagem histórico contextual baseada em três eixos: o artístico, o técnico e o científico. Não devemos entender “eixo” como uma estrutura rígida, passando uma suposta impressão de independência entre os domínios artístico, técnico e científico, como o nome eixo pode sugerir. Essa ideia deve apenas servir de suporte à construção de abordagens histórico-filosóficas, em que o professor seja capaz de articular o contexto social, histórico e cultural com as técnicas e modelos científicos desenvolvidos em determinada época, a fim de construir narrativas históricas que sejam adequadas e coerentes com a historiografia atual.

O eixo artístico representa a produção artística de um determinado tempo e espaço. Por meio do eixo artístico, utilizamos quadros de artistas do século XIX e imagens produzidas naquela época para ilustrar o contexto cultural em que a produção científica estudada foi desenvolvida, como por exemplo “Almoço na Relva” de Manet (1857), “Uma tarde de domingo na Ilha Grande Jatte” de Seraut (1884-1886) e “A Noite Estrelada” de Van Gogh (1889). Na apresentação desses quadros com os alunos, destacamos o pontilhismo, desenvolvido por Seurat. No pontilhismo, os pintores estudaram a teoria das cores e construíram suas pinturas com pequenos pontos de cores primárias, uma espécie de mosaico de pontos que se mesclariam no cérebro do observador, dando o efeito de continuidade à pintura. Destacamos o pontilhismo, pois ele trouxe a questão da representação de algo aparentemente contínuo por entidades discretas, nos permitindo retomar a discussão sobre a controvérsia contínuo e discreto, mencionada anteriormente.

O eixo técnico permitiu discutir as técnicas utilizadas pelos pesquisadores e o arcabouço de instrumentos científicos disponíveis na época, bem como suas possibilidades e limitações, possibilitando o entendimento de como os conceitos científicos trabalhados foram construídos. Finalmente no eixo científico, tratamos dos conceitos científicos presentes nas ideias sobre a hereditariedade. Nesse caso, discutimos os trabalhos de Mendel, as questões da herança de característica e o estudo da Pangênese,

A opção pela abordagem em três eixos, que dialogam entre si, visa a apropriação por parte do docente e dos discentes do contexto sociocultural referente ao espaço-tempo de seu

recorte. Esse exercício se mostrou importante para o entendimento da ciência como uma construção humana de mulheres e homens que influenciam e são influenciados pelos diversos movimentos de seu tempo-espaço (MATTHEWS, 2009; GUERRA *et al.*, 2013b).

### **Desenvolvimento da pesquisa**

Apresentamos aqui as atividades realizadas durante a intervenção pedagógica, que subsidiou a pesquisa desenvolvida. Como a pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011) pressupõe um ir e vir ao longo da pesquisa, descreveremos os momentos de elaboração das atividades de pesquisa em conjunto com a apresentação dos resultados obtidos através das mesmas, procurando fornecer uma visão geral do processo.

### **Primeira atividade: um primeiro encontro com os alunos.**

Antes de iniciar a pesquisa propriamente dita, desenvolvemos uma atividade com os alunos e alunas para conhecer o grupo que trabalharíamos. Assim, foi realizada uma atividade com o objetivo de identificar as ideias dos alunos e das alunas sobre a ciência e a produção do conhecimento científico e como eles entendiam a herança de características. Os resultados dessas atividades foram publicados em (AMARAL; GUERRA, 2014), porém alguns desses resultados devem ser aqui retomados para melhor delimitar a discussão da pesquisa como um todo.

Nas duas turmas, os alunos e as alunas apresentaram imagens e textos indicativos de que, para eles, a ciência se produz por meio de descobertas, sendo essa uma atividade solitária, masculina e isolada do contexto em que foi produzida. Além disso, a maioria associou a ideia de ciência apenas aos conteúdos relacionados à Biologia e à experimentação. Sobre as questões específicas de herança de características, as atividades nas turmas A e B evidenciaram que os alunos e as alunas utilizaram principalmente características físicas para explicar suas ideias sobre hereditariedade, sendo tais características principalmente qualitativas e relacionadas a questões étnico-raciais. Outro ponto importante foi o fato da maior parte dos alunos e alunas explicar a herança de características a partir da mistura do material genético dos pais (AMARAL *et al.*, 2014).

Cabe ressaltar que o objetivo dessa atividade não era apontar se as concepções estavam erradas ou corretas, mas sim termos a possibilidade de reunir dados a respeito das turmas, que nos auxiliassem a conhecer melhor as ideias dos alunos e alunas sobre os temas a serem trabalhados ao longo das atividades de pesquisa.



## **Segundo momento: levantamento bibliográfico e elaboração de atividades**

Elaboramos um conjunto de atividades para discutir o tema hereditariedade, levantando dados para a pesquisa. As atividades realizadas com as turmas estavam inseridas em um conjunto de três módulos. Seguindo os pressupostos da pesquisa-ação, as etapas de planejamento eram realizadas após cada execução das ações, que eram avaliadas durante as reuniões do grupo de pesquisa. Esse procedimento nos permitiu reavaliar constantemente a intervenção pedagógica em que a pesquisa se desenvolveu.

Iniciamos o trabalho desenvolvendo uma pesquisa bibliográfica, seguindo a abordagem dos três eixos (GUERRA *et al.*, 2013b), com vistas a destacar elementos do contexto sociocultural da segunda metade do século XIX da Inglaterra, tempo e espaço da elaboração da hipótese da pangênese, de forma a pontuar desenvolvimentos tecnológicos e invenções da época, bem como as mudanças sociais ocorridas ao longo do tempo e espaços delimitados.

Ainda nesta etapa, foi realizada uma pesquisa sobre os movimentos artísticos da época (GOMBRIDCH, 2006) para marcar o eixo artístico daquele contexto, buscando o diálogo entre a ciência, a técnica e a arte. Dentre os movimentos pesquisados, destacamos o impressionismo, o surgimento da fotografia e a técnica de pontilhismo desenvolvida por Georges Seurat (1859 – 1891), que representa algo aparentemente contínuo por meio de elementos discretos.

A pesquisa bibliográfica buscou, ainda, destacar aspectos da biografia de Mendel que pudessemos utilizar para problematizar a imagem que costuma ser passada sobre este personagem nas aulas de ciências/biologia. Buscamos fontes que apresentavam Mendel inserido em um contexto de investigação de herança de características, dialogando com sociedades científicas da época, bem como materiais que tratavam da discussão dos resultados de seus experimentos (FREIRE-MAIA, 1995; KAMPOURAKIS, 2013; OREL; PEASLEE, 2015, EL- HANI, 2015)

A partir dos diários de viagem de Darwin, dos livros e cartas escritas por ele (DARWIN, 1839; 1859;1868;2000), destacamos alguns aspectos da sua biografia e de sua produção científica, considerados importantes para a elaboração da hipótese da pangênese, buscando, assim, construir diálogos com os objetivos da pesquisa. Nesse processo, algumas questões foram pontuadas, como a importância da viagem de Darwin no Beagle e a produção de imagens dos pintores naturalistas, que acompanharam a viagem (DARWIN, 2000; TAYLOR, 2009; BROWNE, 2011).

Após o levantamento bibliográfico sobre o tema, a grande questão que surgiu foi: “o que e como abordar a ideia da pangênese nas turmas de oitavo ano?”, considerando, que a hipótese da pangênese sequer é citada nos livros didáticos. Esse foi um dos grandes desafios

da pesquisa: elaborar um conjunto de atividades sobre um tema que não tínhamos relatos de ter sido tratado na educação básica.

Uma das dificuldades encontradas foi a falta de materiais para a educação básica sobre a hipótese da pangênese. Não havia algo para seguir como parâmetro do que fazer ou não fazer quando tratássemos do tema. Assim, procuramos selecionar os aspectos mais gerais da hipótese, que dialogavam com os objetivos da pesquisa, para apresentá-los aos alunos e às alunas, não apenas como mais um conteúdo, mas como uma ferramenta para uma abordagem mais contextual da produção do conhecimento científico.

### **Terceiro momento: intervenção pedagógica – parte 1**

A intervenção pedagógica realizada nas turmas A e B foi dividida em três módulos. O módulo I correspondeu à apresentação do contexto histórico-cultural do século XIX para as turmas, a partir de uma apresentação multimídia, com o objetivo de abordar algumas características culturais e algumas das transformações ocorridas no período na Europa e no Brasil.

No módulo II, apresentamos os experimentos com as ervilhas da espécie *Pisum sativum*, realizados por Gregor Mendel. Discutimos as motivações de Mendel para a realização dos experimentos e o contexto em que os mesmos foram realizados.

O módulo III correspondeu à apresentação das ideias de Pangênese, hipótese elaborada por Charles Darwin para explicar a herança de características. Ao longo das primeiras atividades deste módulo, começamos a explorar alguns aspectos da biografia de Darwin que consideramos importantes para a elaboração da hipótese da pangênese. Apresentamos, então, a viagem de Darwin no Beagle, discutindo o contexto em que esta expedição ocorreu, aproveitando para destacar aos discentes a passagem do inglês pelo Brasil. Nesse momento, nos utilizamos de imagens produzidas naquele contexto, como: as pinturas “Vista da Baía de Guanabara, a partir do Corcovado” (1822) de Earle e “Baía de Botafogo” de Conrad Martens (1832). Além disso, os alunos leram trechos dos diários de Darwin, que destacavam suas impressões sobre a viagem e sobre o Brasil (DARWIN, 1839). Como exemplo, destacamos:

Durante todo o resto de minha permanência no Rio residi em uma quinta na enseada de Botafogo. Era impossível desejar-se coisa mais deliciosa do que passar assim algumas semanas num país tão magnífico. Na Inglaterra, qualquer pessoa amiga a história natural sempre tem, nos passeios, alguma coisa que lhe atraia a atenção; mas aqui, na fertilidade de um clima como este, são tantos os atrativos que não se pode nem mesmo dar um passo sem lamentar a perda de uma novidade qualquer (DARWIN, 1839, p.41 - Tradução nossa)

Na discussão desses fragmentos dos diários de Darwin, a professora destacou a correspondência do inglês com outros cientistas da época e relatou sobre o material coletado

ao longo dos cinco anos de expedição e sobre o envio deste para alguns cientistas na Inglaterra. (DARWIN, 1839; TAYLOR, 2009).

Aproveitando o destaque da passagem de Darwin pelo Rio de Janeiro, estado onde a pesquisa se realizou, problematizamos a questão da escravidão, a partir dos registros de Darwin sobre o tema em seu diário (DARWIN, 1839). A seguir, reproduzimos um dos trechos utilizados:

No dia 19 de agosto deixamos finalmente o Brasil. Dou graças a Deus, e espero nunca mais visitar um país de escravos(...) No Rio de Janeiro, morei em frente a uma velha senhora que possuía parafusos para comprimir os dedos de suas escravas. Estive numa casa onde um jovem mulato sofria, diariamente e a cada hora, aviltamentos, castigos e perseguições suficientes para despedaçar o espírito mesmo do animal mais desgraçado (DARWIN, 1839, p.241 - Tradução nossa).

A questão da escravidão foi muito problematizada pelos alunos e pelas alunas, gerando discussões a respeito do tema, principalmente, pelo fato da escola, em que a pesquisa foi realizada, estar situada numa região, que nos séculos XVIII e XIX foi um importante local de comércio de escravos (SOUZA, 2014).

Discutimos, também, a elaboração da Teoria da Seleção Natural, estabelecendo o contexto em que a mesma foi elaborada e fazendo relação com o trabalho de Malthus. Dessa forma, foi possível discutir o conhecimento científico como algo produzido coletivamente e destacar o processo de criação do cientista, estabelecendo relações com as informações do seu meio (KAMPOURAKIS; McCOMAS, 2010).

As análises dos registros e das anotações do diário da professora mostraram que os alunos e as alunas se envolveram bastante com as discussões desse primeiro dia de atividades. Acreditamos que isso se deveu ao fato de Darwin ser um personagem conhecido dos discentes, devido às aulas sobre evolução dos seres vivos no sétimo ano.

Durante a apresentação da biografia de Darwin, o trecho relacionado à viagem no Beagle foi o que mais gerou questões e intervenções por parte dos alunos e alunas das duas turmas. Quando mostramos os trechos dos diários sobre o Brasil, os alunos e as alunas revelaram que acharam interessante Darwin ter se hospedado Botafogo. Quando as pinturas de Earle e Martens foram projetadas, nas duas turmas, alunos e alunas reconheceram a paisagem apresentada no quadro de Martens, perguntando inclusive se haviam feito mais pinturas de outros locais do Rio de Janeiro, demonstrando curiosidade em poder vê-las.

Estas questões foram levadas para o grupo de pesquisa, e, após a troca de informações sobre as aulas dadas e as impressões da professora, foram analisadas as dificuldades desta primeira etapa e, então, elaborada a próxima atividade de pesquisa.

### Quarto momento: intervenção pedagógica – parte 2

Na atividade seguinte, apresentamos a hipótese da pangênese aos alunos e às alunas, procurando priorizar os seus aspectos mais gerais. Alguns desses aspectos dialogavam com as concepções dos alunos e das alunas, obtidas durante a primeira atividade como, por exemplo, a ideia de herança por mistura. Ao longo da apresentação destas premissas, procuramos chamar atenção para certa semelhança entre as ideias existentes nas suas concepções e aquelas apresentadas por Darwin. Esta característica da hipótese da pangênese foi um dos fatores que reforçou a escolha por trabalhar com essa hipótese com aqueles alunos e alunas.

Procuramos utilizar, neste momento, trechos do livro de Darwin em que a hipótese é apresentada (DARWIN, 1868), como o que segue:

É universalmente admitido que as células ou unidades do corpo aumentam por auto divisão ou proliferação, retendo a mesma natureza, e essas unidades posteriormente se convertem em vários tecidos e substâncias do corpo. (...)Eu assumo que as unidades expelem grânulos que são dispersos através do sistema quando suplementados por nutriente próprio, multiplicam-se por auto divisão e são posteriormente desenvolvidos dentro das unidades como aquela de que originalmente derivaram, Esses grânulos podem ser chamados de gêmulas (DARWIN, 1868 p. 374- 376- Tradução nossa).

Realizou-se uma discussão com os alunos e alunas sobre as ideias apresentadas por Darwin, como a questão da produção das gêmulas pelo corpo e sua participação na transmissão de características, aproveitando para destacar a importância da comunicação no processo de construção do conhecimento científico.

A questão da herança por mistura, presente na hipótese da pangênese, também, foi discutida em sala de aula, ressaltando que a ideia de mistura das gêmulas pressupõe a não existência de características intermediárias, apenas a herança das formas parentais (o que caracteriza uma proposta de análise discreta).

Outra questão importante discutida foi o fato de Darwin não ter realizado experimentos para provar sua hipótese. Apenas seu primo Galton, realizou experimentos com vistas a comprovar a pangênese. Destacamos, ainda, que esses resultados não foram favoráveis à hipótese (CASTAÑEDA, 2002). Nas turmas A e B, os alunos e alunas lançaram os seguintes questionamentos: “Como um cientista não faz experimentos?” (Aluno 10, turma A) Ou ainda “como ele cria uma ideia que não é certa?” (Aluna 4, turma B). Um grupo de cerca de cinco alunos da turma A afirmou que se Darwin tivesse realizado experimentos, não “pagaria mico” ao apresentar a hipótese da pangênese. Aproveitamos para problematizar o fato de que o cientista não descobre fatos e teorias e que algumas vezes considerações tidas como equivocadas num certo momento, podem ser consideradas corretas num outro. Procuramos discutir com os alunos e alunas, que, apesar de a ciência ter seus próprios

mecanismos de validação interna, não existe apenas um método para a construção deste tipo de conhecimento.

Assim como nas atividades anteriores, os dados obtidos nesta etapa, bem como as impressões da professora foram levados para o grupo de pesquisa e debatidos, e o resultado deste debate subsidiou a elaboração da atividade descrita a seguir.

### **Quinto momento: atividades com os alunos**

Para o desenvolvimento da última atividade, a turma foi dividida em grupos de 4 ou 5 componentes que deveriam desenvolver as seguintes propostas:

- “Faça uma representação sobre as principais ideias discutidas na aula passada”
- “Faça uma representação sobre o que o grupo achou mais interessante nas ideias apresentadas na aula.”

Pretendíamos investigar se os alunos e as alunas destacariam tanto os conceitos científicos trabalhados, quanto as questões contextuais. A representação das respostas era livre, de modo que os alunos poderiam fazer um desenho, escrever um texto ou criar um poema. Solicitamos aos alunos e às alunas que ao optarem por fazer um desenho escrevessem um texto explicativo sobre o mesmo. Optamos por este modelo, pois o caminho se apresentou bem eficiente em atividades anteriores, cujos resultados foram publicados em Amaral e Guerra (2014) e Amaral, Fiuza e Guerra (2014).

Os materiais dos quatro grupos na turma A e dos cinco grupos na turma B foram analisados. Realizamos, então, categorização das respostas que continham desenhos e as respostas escritas, partindo para a sua análise com base na Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011). Tanto para os desenhos, quanto para a parte escrita foram criadas categorias relacionadas aos três eixos trabalhados durante as aulas (artístico, científico e técnico). Assim, aquelas respostas que faziam referência a conceitos da teoria da evolução, da hipótese da pangênese, da herança de características foram categorizadas como pertencentes ao eixo científico.

As respostas que tratavam das viagens do Beagle, das pinturas apresentadas em sala de aula, da escravidão pertenciam ao eixo cultural. Aqui cabe ressaltar que a Viagem do Beagle, apesar de ser uma expedição científica, foi considerada aqui, como pertencente ao eixo cultural, pois esta viagem está inserida no contexto da abertura dos portos brasileiros às nações amigas, realizada por D. Joao VI em 1808. O Rio de Janeiro tornou-se parada obrigatória deste tipo de expedição, seja para pesquisa e coleta de dados, seja para abastecimento e reparo dos navios participantes. A expedição britânica do H.M.S. Beagle foi apenas uma das muitas expedições que pretendiam conhecer melhor a natureza do Brasil.



Essas expedições eram comuns em outras partes do mundo e tiveram um papel importante na incorporação de conhecimentos produzidos por outras culturas (MARTINS, 2001).

As respostas que abordavam a realização de experimentos, ou o modo de trabalho de Darwin em suas viagens e pesquisas foram classificadas como pertencentes ao eixo técnico. É importante lembrar que, em uma mesma resposta, os três eixos podem estar representados, e por isso o número total de respostas analisadas pode ser diferente do número de trabalhos analisados.

A professora realizou uma discussão com cada grupo sobre as respostas dadas, entrevistando os componentes do grupo, para ampliar os dados a respeito das respostas construídas pelos mesmos. Apresentamos a seguir os dados obtidos desta atividade:

### **Turma A**

Foram analisadas as respostas dadas pelos quatro grupos.

Destes, três optaram por respostas escritas e apenas um grupo (4) utilizou o desenho com um pequeno texto explicativo.

No primeiro item, o eixo científico foi representado por 3 grupos (2,3 e 4). Os grupos 2 e 3 apresentaram respostas que tratavam das características das gêmulas.

As gêmulas são geralmente transmitidas em um estado dormente durante muitas gerações para então se desenvolverem. (Turma A – Grupo 2)  
Hipótese da Pangênese – Premissas - que as unidades do nosso corpo podem crescer por auto divisão, que todas as unidades do nosso corpo fazem gêmulas (Turma A – Grupo 3).

No grupo 4, o eixo científico foi representado pela teoria da evolução. O desenho realizado pelo grupo apresentava um homem, representando Charles Darwin, segurando um livro escrito na capa “Teoria da Evolução”. O texto usado para complementar o desenho foi: “Uma das principais ideias é da Teoria da Evolução”. Como se percebe o eixo científico foi o único representado nessa resposta. O grupo 4 afirmou, na entrevista, que fez esse desenho, para representar a Teoria da Evolução e o trabalho de Darwin após o lançamento do livro.

O eixo cultural apareceu em duas respostas que mencionaram a visita de Darwin ao Brasil e a escravidão (grupos 1 e 3).

Darwin visitou o Brasil não gostou nada de ver o que viu pois a escravidão ainda existia. Mas só no Brasil, por isso foi voltando ao seu país depois de sua visita ao Brasil (Turma A – Grupo 1).  
Quando Darwin veio explorar o Brasil, ele ficou um pouco horrorizado com as coisas que ele via aqui no Rio de Janeiro”. Ele viu vários escravos, sendo torturados (Turma A – Grupo 3).

Observamos que o eixo técnico não foi representado em nenhuma resposta.

No item 2, em que foi solicitado que os alunos e alunas representassem o que haviam achado mais interessante das ideias discutidas nas aulas, o eixo científico foi representado

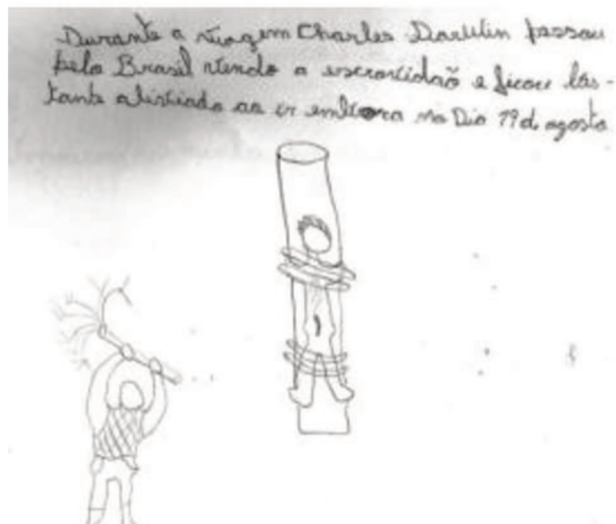
pelo grupo 4, cuja resposta dizia respeito às características das gêmeas, com enfoque no fenômeno da dormência, que segundo o grupo “explicava muito bem algumas coisas”. Quando a professora solicitou um exemplo, por achar a resposta vaga, responderam: “quando, por exemplo, um filho parece mais com o pai do que com a mãe”. A resposta correspondente ao eixo técnico diz respeito ao experimento realizado por Galton com coelhos, para testar a hipótese da pangênese (Grupo 3). Em relação ao experimento relatado, o grupo fez uma confusão, ao afirmar que foi Darwin quem fez os experimentos e não Galton, o que nos sugere, que esse grupo não aceitou a ideia de que Darwin propusera uma teoria, sem ter associado a ela experimentos.

O eixo cultural apareceu nas respostas de 3 grupos (1,2 e 4). Os grupos 1 e 4 mencionaram a viagem do Beagle, como aquilo que mais chamou a atenção durante a aula. Afirmaram que Darwin deve ter vivido muitas aventuras e conhecido locais muito bonitos, por isso a viagem deve ter sido tão importante pra ele. Como exemplo, destacamos:

O grupo achou interessante que ele viajou 5 anos no mar mais foi planejado dois anos e nesses 5 anos ele escreveu dois livros que devem ter sido famosos (Turma A – Grupo 1).

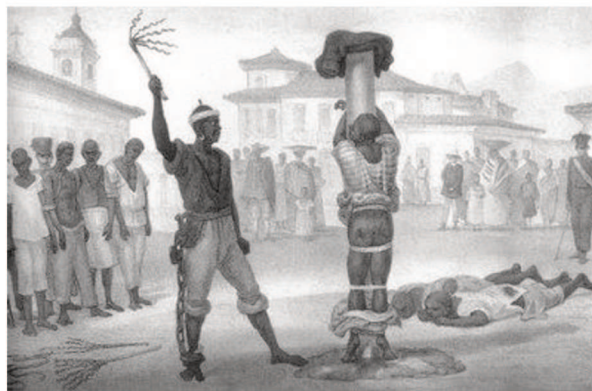
Charles Darwin foi acompanhar FitzRoy no H.M.S. Beagle numa viagem de 5 anos entre essa viagem ele passou no Brasil, Rio de Janeiro, Salvador e Fernando de Noronha, e se encantou com as belas paisagens (Turma A – Grupo 4).

O grupo 2 produziu um desenho que referia-se apenas ao eixo cultural e representava um escravo sendo castigado (Figura 1), numa tentativa de reproduzir, segundo relato do grupo, o quadro de Debret, “Aplicação do Castigo do Açoite” (1835) (Figura 2), utilizado em sala, para problematizar a questão da escravidão no Brasil. O desenho era acompanhado por uma legenda explicativa. O grupo ao ser questionado a respeito da representação, respondeu que havia achado muito interessante a viagem de Darwin ao redor do mundo, pois ele (Darwin) havia comentado que isso mudou a vida dele. Quanto à escravidão, os alunos do grupo afirmaram, que desenharam o quadro, porque concordavam com Darwin sobre a escravidão. Para eles, aquilo era horrível e manifestaram tristeza e, saber que Darwin havia presenciado “esse tipo de coisa” no Brasil. A tentativa de reprodução dos quadros apresentados em sala reforça nossa afirmação de que a abordagem do eixo cultural pode ajudar a contextualizar o conhecimento científico, uma vez que as questões apresentadas motivaram os alunos e as alunas, despertando o interesse dos mesmos e até facilitando a contextualização do conteúdo, já que conseguiram associar os quadros apresentados às respectivas temáticas tratadas em aula.



**Figura 1** - Desenho representando quadro de Debret sobre a escravidão no século XIX apresentado durante as aulas – Grupo 2 – Questão 2 – Turma A

**Fonte:** Dados da pesquisa



**Figura 2** - Quadro “Aplicação do Castigo do Açoite” - Debret (1835)

**Fonte:** Pinacoteca de São Paulo - <http://www.pinacoteca.org.br/>

## Turma B

Foram analisadas as respostas dadas pelos cinco grupos constituídos na turma B, com o mesmo padrão de análise realizado na turma A. No item 1 nenhum grupo representou suas respostas através de desenhos.

O eixo cultural apareceu em 4 respostas (grupos 1, 3, 4 e 5). Os grupos 1 e 3 falaram da viagem no Beagle, como algo que marcou a vida de Darwin como cientista.

E o que mais chamou a atenção é que ele viajava para vários lugares para ir a nova busca de muitas espécies sobre plantas e muito mais. A teoria que mudou a vida de Darwin começou meio que sem querer (pois a viagem ao redor do mundo era para catalogar espécies apenas). (Turma B – Grupo 1).

A viagem do Beagle foi, sem dúvida, o acontecimento mais importante da vida de Darwin e determinou a sua carreira (Turma B – Grupo 3).

O grupo 5 destacou alguns outros aspectos biográficos de Darwin, como local e data de seu nascimento, sua formação acadêmica e a razão de ter participado da viagem ao Beagle e de sua passagem pelo Brasil.

Tinha um capitão de navio que desejava ter ao lado dele um jovem que fosse naturalista e o capitão não ia dar nada em troca por isso. E o jovem Darwin tinha na época 22 anos e topou viajar com o capitão que se chamava Fitzroy e essa viagem durou 5 anos (Turma B – Grupo 5).

O grupo 4 destacou a escravidão referenciada por Darwin, citando o modo como eram tratados os escravos e relacionando o tema à pintura de Debret:

Na aula passada nós vimos uma pintura de Debret que o castigo dos escravos eram amarrados e chicoteados no meio de muitos escravos, vimos também o seu testemunho da tragédia da escravidão (Turma B – Grupo 4).

Já o eixo científico, foi representado em duas respostas (grupos 1 e 2). Nos dois casos, o destaque foi para pangênese, sendo que uma das respostas destacava o fenômeno da dormência (grupo 1). O grupo 2 relatou a pangênese de um modo geral, focando a questão da herança das variações:

As gêmeas de ancestrais remotos permanecem dormentes por várias gerações (Turma B- Grupo 1).

Nós concordamos com a ideia de Darwin de elaborar a hipótese sobre a Pangênese que ela fornece uma explicação material e mecânica de como o ambiente induz, também de Darwin vir para o Brasil (Turma B- Grupo 2).

Assim como na turma A, os aspectos culturais mais citados foram a viagem no Beagle e a escravidão, mostrando que estes temas foram incorporados pelos alunos e pelas alunas, ao longo das discussões (grupos 1, 3, 4 e 5). No caso do eixo científico, a pangênese apareceu como o item mais citado. O eixo técnico não foi citado em nenhuma resposta.

No item 2, em que foi solicitado que representassem o que haviam achado mais interessante nas ideias discutidas. O eixo cultural apareceu em todas as respostas. Os grupos 1, 2 e 5 relataram detalhes da viagem de Darwin no Beagle, sendo que os grupos 3 e 4 citaram a questão da escravidão.

O grupo também achou muito interessante toda a história das teorias de Darwin, mas o que mais chamou a atenção foi a sua viagem pelo globo a procura de novas espécies para catalogar, que era apenas para a faculdade de Darwin, porém se tornou, com certeza, a sua maior ideia científica (Turma B – Grupo 1).

Charles Darwin foi acompanhar Fitzroy no H.M.S. Beagle numa viagem de 5 anos entre essa viagem ele passou no Brasil, Rio de Janeiro, Salvador e Fernando de Noronha, e se encantou com as belas paisagens (Turma B – Grupo 5).

Charles Darwin deu graças a Deus de sair do Brasil por causa da escravidão (Turma B – Grupo 3).

Diz ele que mora em frente a uma velhinha que tinha parafuso em sua casa para botar no dedo dos seus escravos (Turma B – Grupo 4).

O eixo cultural foi representado, como na turma A, por desenhos que buscaram reproduzir os quadros apresentados em sala de aula. O grupo (2) desenhou o que seria a chegada do Beagle no Rio de Janeiro (sem texto explicativo). Os desenhos dos grupos 4 e 5 (Figura 3) buscaram reproduzir o quadro “Enseada de Botafogo” de Martens (Figura 4), ambos com os textos explicativos apontaram a importância da viagem para a vida de Darwin,



destacando os locais que ele visitou no Brasil. Por questões de espaço representaremos apenas um dos desenhos elaborados pelos grupos:



**Figura 3** - Desenho representando o quadro Enseada de Botafogo, de Martens (1832)

Grupo 4 – Questão 2 – Turma B

**Fonte:** Dados da pesquisa



**Figura 4** - Quadro Enseada de Botafogo, de Martens (1832)

**Fonte:** Darwin no Brasil - <http://charlesdarwinbrasil.blogspot.com.br/>

Os alunos da turma B utilizaram os mesmos argumentos da turma A para justificar suas escolhas, afirmando que a viagem tinha sido importante, pois, através dela, Darwin desenvolveu seus estudos científicos. Eles ressaltaram, ainda, que concordavam com o modo como Darwin reagiu à escravidão, porque era, realmente, algo horrível. O eixo técnico não foi representado, e acreditamos que o fato disso ter ocorrido nas duas turmas indica que essa vertente foi pouco explorada ao longo das aulas

O eixo científico apareceu em duas respostas (grupos 1 e 3), ambas tratando das premissas da hipótese da pangênese e das características das gêmulas, como a dormência:

Uma das coisas que o grupo achou mais interessante foi a teoria da pangênese que admitia a existência de gêmulas que era uma partícula minúscula que vinha de todas as partes do corpo e iam para os órgãos sexuais reunindo-se nos gametas e sendo transmitidas através das diversas gerações. Nem todas as gêmulas presentes nos



elementos sexuais que formam o ser vão se manifestar no mesmo, elas podem ficar num estado dormente (Turma B – Grupo 1).

E nem todas as gêmeulas se manifestam, elas podem ficar no estado dormente, passando várias gerações, que elas podem se desenvolver. Elas podem ficar dormentes até o momento bom para elas se manifestarem as suas características, as gêmeulas não mudam sua identidade, só mudam em alguns casos o estado (Turma B – Grupo 3).

Quando questionados a respeito da escolha da dormência para a resposta, um grupo (1) argumentou que a dormência ajudaria a explicar os resultados obtidos por Mendel (em relação a cor verde das ervilhas). O outro grupo (3) respondeu ser interessante a explicação dada por Darwin e que “fazia sentido” para o grupo a ideia da dormência, para explicar as diferenças nas características, que eles viam entre si e nos familiares.

As análises dos registros de áudio e das atividades realizadas, nesta etapa, apontam, que os aspectos contextuais se destacaram em relação à questão científica da hipótese da pangênese. Em ambas as turmas, a viagem de Darwin no Beagle, a visita de Darwin ao Brasil, a percepção do cientista para a escravidão foram os assuntos que mais apareceram nas respostas e suscitaram maiores discussões entre os alunos e as alunas. A questão das características das gêmeulas foi o conteúdo relacionado ao eixo científico mais citado nas duas turmas, provavelmente por dialogar com as concepções dos alunos e das alunas manifestas na primeira atividade.

Na atividade realizada um grande número de desenhos que buscaram reproduzir os quadros apresentados em sala de aula, principalmente aqueles que retratavam a viagem de Darwin no Beagle e a escravidão. A tentativa de reprodução dos quadros apresentados em sala dialoga com Galili (2013), quando o pesquisador defende que o uso de elementos artísticos em aulas de ciências funciona como elemento motivador, uma vez que mantém a atenção dos alunos e das alunas, facilitando a contextualização do conteúdo, podendo, assim, ser uma ferramenta eficaz para o ensino de ciências.

### **Discussão**

Foi possível perceber que os alunos e as alunas se empenharam em participar das atividades. Houve um grande número de intervenções ao longo das atividades por parte dos alunos e das alunas.

Assim, em relação à pergunta que norteou esse trabalho, os resultados indicam que as questões relacionadas ao contexto histórico da elaboração da hipótese da pangênese foram os elementos mais questionados e problematizados pelos alunos e pelas alunas durante a pesquisa. Apesar de a questão contextual ter se destacado mais nos registros dos grupos, a hipótese da pangênese teve uma presença forte nas intervenções dos alunos e das alunas, como pode ser observado através dos registros realizados pela professora ao longo das aulas.

As premissas da hipótese da pangênese, como a dormência das gêmulas e a reversão de características dialogavam com as ideias sobre a herança de características manifestas na atividade inicial (AMARAL *et al.*, 2014).

A apresentação das pinturas de Martens, Manet e Seurat, representando o contexto cultural do século XIX, se mostrou um elemento importante para a participação dos alunos e das alunas nas duas turmas, aproximando-os mais dos conteúdos discutidos. Como mencionado no tópico anterior, 4 grupos das duas turmas (A e B) tentaram reproduzir os quadros apresentados em sala de aula para responder a atividade proposta. Estes dados sinalizaram que os alunos e as alunas associaram as pinturas apresentadas às temáticas tratadas em aula. Tais observações dialogam com Guerra *et al.* (2013b), quando os autores afirmam que as artes podem ser usadas para expandir as discussões sobre o contexto sociocultural em que conhecimento científico foi construído.

Apesar disso, tanto os alunos, quanto as alunas mostraram dificuldades em expressar a relação entre o contexto cultural e a produção do conhecimento científico. Ao longo da análise do registro das aulas e das atividades realizadas ao longo da pesquisa, observamos no discurso e em algumas respostas dos alunos e das alunas a permanência de algumas visões de ciência/produção do conhecimento científico discutidas por Gil-Perez *et al.* (2001), como a visão linear a respeito da construção da ciência, os cientistas como gênios e a dificuldade de relacionar a construção do conhecimento científico, com as questões contextuais. Faria *et al.* (2014) chamam nossa atenção para o fato de que esta dificuldade muitas vezes é reforçada pelo ensino de ciências que não considera as questões contextuais de produção do conhecimento científico. Dessa forma, entendemos que uma intervenção isolada não é capaz de intervir na situação, podendo apenas levantar questões e problematizar o tema com os alunos e as alunas, fazendo-os refletir sobre o assunto.

### **Considerações finais**

A presente pesquisa buscou analisar quais elementos a respeito do processo de construção da ciência são explicitados e problematizados por alunos e alunas do ensino fundamental num estudo histórico-contextual sobre hereditariedade, em fins do século XIX e início do XX. Para tal, desenvolvemos uma intervenção pedagógica em que além da apresentação dos trabalhos de Gregor Mendel com as ervilhas *Pisum sativum*, discutiu-se a hipótese da pangênese elaborada por Charles Darwin.

Para a realização da pesquisa, também, realizamos um levantamento bibliográfico sobre o tema que orientou a intervenção didática estabelecida, e realizamos a aplicação das atividades de pesquisa, analisando e discutindo as suas potencialidades, limitações e desafios. A análise de dados permitiu inferir que o estudo desenvolvido em sala permitiu aos alunos e

alunas, envolvidos na pesquisa, discutir o episódio da escravidão no Brasil e explicitar as correspondências trocadas por Darwin com outros cientistas e, assim, problematizar a visão de cientista trabalhando de forma isolada. Outro fator que merece destaque é que a discussão da Pangênese trouxe à sala de aula um questionamento a respeito do papel das experiências na construção da ciência. Defendemos esse posicionamento, apesar de um dos grupos ter associado o experimento de Galton a Darwin, porque entendemos que o espanto manifesto por alunos e alunas, diante ao fato de Darwin não ter associado experiências à hipótese da Pangênese, suscitou em sala de aula debates sobre o tema, que levou à problematização de um tema que surgiu na primeira atividade em que se buscava conhecer um pouco os alunos.

Importante, também, destacar que a utilização da pesquisa-ação possibilitou a construção gradual das atividades de pesquisa, o que permitiu a avaliação da sua aplicação, através das discussões no grupo de pesquisa e a consideração dos desafios e possibilidades analisados, para a construção das atividades seguintes. Além disso, a pesquisa-ação permitiu a reflexão da professora-pesquisadora, a respeito do processo da pesquisa em si e de sua prática docente, à medida em que ela analisava tanto as aulas dadas, quanto os questionamentos dos alunos e das alunas, que surgiam a partir da aplicação das atividades.

É importante ressaltar que as reuniões e debates semanais com o grupo de pesquisa foram fundamentais para a análise dos dados obtidos nas aulas, possibilitando uma avaliação do material não restrito à professora/pesquisadora que desenvolvia as aulas.

Apesar do foco da pesquisa não ter sido a escolha da proposta dos três eixos (GUERRA *et al.*, 2013b), acreditamos ser importante destacar que os apontamentos do diário da professora-pesquisadora mostram que, para ela, o uso dos três eixos contribuiu para que a abordagem contextual da ciência fosse realizada, auxiliando na seleção de conteúdo, que visavam discutir o processo de construção da ciência. Nossos resultados apontaram vantagens dessa proposta, como, por exemplo, não relegar as questões culturais a um segundo plano e permitir ao professor um parâmetro de controle da abordagem criada, evitando o afastamento dos objetivos pedagógicos. Porém, os registros da professora, apontaram algumas questões, como o grande esforço despendido pelo professor para implementar esta abordagem, tornando-a complexa em excesso.

Esses resultados sinalizaram a necessidade de aprofundar a investigação sobre estratégias de implementação de abordagens epistemológico-contextuais em sala de aula, no sentido de garantir a abordagem cultural da ciência de forma ampla, porém sem que a mesma torne-se complexa em demasia ao professor. Assim, em nosso grupo de pesquisa, estamos desenvolvendo pesquisas a respeito da inserção da vertente historiográfica chamada história cultural da ciência (BURKE, 2008), cuja a utilização mostra-se uma perspectiva bastante promissora nesse sentido.

Finalmente, ressaltamos a importância da realização de pesquisas futuras que investiguem a utilização de abordagens histórico-filosóficas no ensino fundamental, a fim de que possamos contribuir para um ensino de ciências que promova a reflexão dos alunos a respeito da ciência como uma construção social.

### Referências

ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

AMARAL, P., GUERRA, A. Study of heredity with historical-philosophical approach: a proposal from the students conceptions about the nature of science. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SCIENCE EDUCATION, 2, 2014, Foz do Iguaçu-PR. *Journal of Science Education*, v.15, Foz do Iguaçu, 2014.

AMARAL, P.; FIUZA, L.; GUERRA, A. Estudo de hereditariedade com enfoque histórico-filosófico: uma proposta partir das concepções de alunos do Ensino Fundamental. In: INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING GROUP LATINOAMERICAN CONFERENCE, 3, 2014, Santiago, Chile. *III International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican Conference*, v.1, Sociedad Bella Terra, Santiago, Chile, 2014.

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRAGA, M., GUERRA, A.; REIS, J. C. The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate between Biot and Ampère. *Science & Education*, v. 21, n. 6 p. 921-934, 2012.

BROWNE, J. *Charles Darwin 1 – Viajando*- Aracati, São Paulo: Editora UNESP 2011.

BURKE, P. *O que é História Cultural ?*. 2ª Edição - Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

CAMPANILE, M.F.; LEDERMAN, N.G.; KAMPOURAKIS, K. Mendelian Genetics as a platform for teaching about Nature of Science and Scientific Inquiry: the value of textbooks. *Science & Education*, v. 24, n.1, p. 205-225, 2015.

CASTAÑEDA, L. A. Testando uma teoria de herança: Francis Galton e os experimentos com a pangênese. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M. (ed.). *O laboratório, a oficina e o ateliê: a arte de fazer o artificial*. São Paulo: Educ/Fapesp, 2002. p. 202-226.

DARWIN, C. *The Voyage of Beagle*, 1839. Disponível em <http://charles-darwin.classic-literature.co.uk/the-voyage-of-the-beagle/ebook-page-241.asp>. Último acesso em: 09/06/2015.

DARWIN, C. *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*, 1859. Disponível em [http://darwin-online.org.uk/converted/pdf/1859\\_Origin\\_F373.pdf](http://darwin-online.org.uk/converted/pdf/1859_Origin_F373.pdf). Último acesso em 03/08/2015.

DARWIN, C. *The variation of animals and plants under domestication*, 1868. Disponível em [http://Darwinonline.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman\\_VariationunderDomestication.html](http://Darwinonline.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_VariationunderDomestication.html). Último acesso em 04/08/2015.

DARWIN, C. *Autobiografia*. 1809-1882. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

EL-HANI, C. Mendel in Genetics teaching: some contributions from history of Science and articles for teachers. *Science & Education*, v. 24, n.1, p. 173-204, 2015.

FARIA, C., FREIRE, S., GALVÃO, C., REIS, P., FIGUEIREDO, O. "Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 1, p. 1-22, 2014.

FERRARI, N.; SCHEID, N. M.J. Pangênese e teoria cromossômica da herança: a persistência de ideias? *Filosofia e História da Biologia*, v.3, n.3, p. 305-316, 2008.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FREIRE-MAIA, N. *Gregor Mendel: vida e obra*. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995.

GALILI, I. On the power of fine arts pictorial imagery in science education. *Science & Education*, v. 22, n.8, p. 1911 – 1938, 2013.

GIL-PERÉZ, D., FERNÁNDEZ, I., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A., PRAIA, J. “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOMBRICH, E. H. *A História da Arte*. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

GUERRA, A.; BRAGA, M., REIS, J. C. History, Philosophy, and Science in a Social Perspective: A Pedagogical Project. *Science & Education*, v. 22, n.6, p. 1485-1503, 2013a.

GUERRA, A.; BRAGA, M., REIS, J. C. History and Philosophy of Science through Three Axes: A Case in Modern Physics. PROCEEDINGS OF 12TH BIENNIAL CONFERENCE INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY, SCIENCE TEACHING GROUP, PITTSBURGH, EUA, 2013b.

KAMPOURAKIS, K. Mendel and the Path to Genetics: Portraying Science as a Social Process. *Science & Education*, v. 22, n. 2 p. 293-324, 2013.

KAMPOURAKIS, K. McCOMAS, W.F. Charles Darwin and evolution: illustrating human aspects of science. *Science & Education*, v. 19, n.6, p. 637-654, 2010.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2013

MARTINS, L. *O Rio de Janeiro dos viajantes: o olhar britânico (1800-1850)*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed. 2001.



MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C.C. (Org.) *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xvii- xxx.

MATTHEWS, M.R. Science, Worldviews and Education: an introduction. *Science & Education*, v. 18, p. 641-666, 2009.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva* (2ª Edição). Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MOURA, C. *Discutindo a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um caminho a partir do desenvolvimento dos modelos atômicos*. Dissertação de Mestrado – CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2014.

OREL, V., PEASLEE, M.H. “Mendel’s Research Legacy in the Broader Historical Network”. *Science & Education*, v. 24, n.1, p. 9-27, 2015.

POLIZELLO, A. Modelos microscópicos de herança no Século XIX: a teoria das estirpes de Francis Galton. *Filosofia e História da Biologia*, v.3, n.3, p. 41-54, 2008.

PRESTES, M.E. B.; MARTINS, L. A. P. Uma contribuição para o ensino-aprendizagem de genética clássica: os estudos iniciais de Thomas Hunt Morgan com *Drosophila*. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUPRN, 2012, v. 1, p. 355-363.

SCHIFFER; GUERRA, Electricity and Vital Force: discussing the nature of Science through a historical narrative. *Science & Education*, v.24, n.4, p. 409-434, 2015.

SEEDUC. *Currículo Mínimo – Ciências e Biologia*. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2012.

SOUZA, M.S. *Escavando o passado da cidade: histórica política da Cidade de Duque de Caxias*. Duque de Caxias: APPH-CLIO, 2014.

TAYLOR, J. *A Viagem do Beagle – A extraordinária aventura de Darwin a bordo do famoso navio de pesquisa do Capitão Fitzroy*. São Paulo: Edusp, 2009.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

## **SOBRE AS AUTORAS**

**PRISCILA DO AMARAL.** Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestre em Ciência, Tecnologia e Educação pelo CEFET/RJ. É professora da rede estadual do ensino do Rio de Janeiro desde 2009. É especialista em Educação Ambiental pela Universidade Candido Mendes e em Ensino de Ciências pelo Instituto de Bioquímica da UFRJ. Participa do Grupo de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência no Ensino do CEFET/RJ e é membro associado à ABRAPEC (Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências) e ao IHPST (International History, Philosophy and Science Teaching Group).

**ANDREIA GUERRA.** Licenciada em Física e doutora em História da Ciência na Engenharia de Produção pela COPPE-UFRJ. É professora do CEFET/RJ, onde atua no programa de pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) e é uma das coordenadoras do grupo de História da Ciência e Ensino dessa instituição. É coautora das coleções Breve História da Ciência Moderna (Editora Zahar) e Ciência no Tempo (Editora Atual). É editora adjunta da área de História da Ciência e Ensino do Caderno Brasileiro de Ensino de Física. É membro da ABRAPEC, da SBHC, da SBF, da International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), da European Science Education Research Association (ESERA) e do International History, Philosophy and Science Teaching Group (IHPST). Trabalhou na organização de eventos nacionais como Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física e como chair do International History, Philosophy and Science Teaching Group Conference (2015) - Rio de Janeiro. Atuação de pesquisa: história, filosofia e sociologia da ciência, ensino de ciências e formação de professores. Trabalha com difusão de ciência e tecnologia.

Recebido: 26 de fevereiro de 2016.

Revisado: 15 de maio de 2016.

Aceito: 18 de agosto de 2016.