

ENSINO SOBRE A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E A ORIGEM DA VIDA: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA PARA A AULA INAUGURAL DE BIOLOGIA DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

TEACHING ABOUT SCIENTIFIC KNOWLEDGE PRODUCTION AND THE ORIGIN OF LIFE: AN INQUIRY-BASED TEACHING PROPOSAL FOR THE INAUGURAL CLASS OF BIOLOGY WITH 10TH-GRADE STUDENTS

Priscila Franco Binatto 1 [priscila.binatto@ifnmg.edu.br]

Marcelo Marcos Magalhães 2 [marcelo.magalhaes@ifnmg.edu.br]

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) Campus Arinos

RESUMO

As representações que os alunos constroem sobre a origem da vida e sobre a produção do conhecimento científico são frequentemente distorcidas. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi desenvolver e analisar uma proposta investigativa sobre a produção do conhecimento científico e a origem da vida, realizada com alunos dos 1º anos do Ensino Médio Integrado. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de intervenção de aplicação da proposta investigativa em dois momentos diferentes (início de 2019 e início de 2020) com as turmas dos cursos de Informática, Agropecuária e Meio Ambiente. Os dados foram coletados por meio de formulário próprio respondido pelos alunos, memorial descritivo e observação participante, tendo sido analisados por meio da Análise Categórica Temática. Os resultados apontam que a proposta aplicada atendeu a alguns dos pressupostos do Ensino por Investigação, pois, as situações-problema cotidianas foram o ponto de partida para a construção do conhecimento e do desenvolvimento de procedimentos da investigação científica, por considerar e valorizar os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, por favorecer a ressignificação de conceitos e concepções ligados à origem da vida e produção do conhecimento científico, bem como possibilitou a problematização da natureza da Ciência e da Tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Biologia; Origem da vida; Natureza da Ciência; Ensino por Investigação.

ABSTRACT

The representations that students build about the origin of life and the production of scientific knowledge are often distorted. Therefore, this work aimed to develop and analyze an investigative proposal on the production of scientific knowledge and the origin of life carried out with three classes of tenth graders from a Brazilian Federal Institute of Education, Science and Technology which integrates secondary and professional education. To this end, an interventionist research was implemented to apply an investigative proposal in two different moments (beginning of 2019 and beginning of 2020) with the classes of the Informatics, Agriculture, and Environment courses. Data were collected through a form answered by students, a descriptive memorial, and participant observation which were analyzed using the Thematic Categorical Analysis framework. The results show that the applied proposal met some

of the assumptions of Inquiry-Based Teaching, since the problem-situations were the starting point for the construction of knowledge and the development of scientific research procedures, as they consider and value previous knowledge brought by the students, for favoring the reframing of concepts and conceptions related to the origin of life and the production of scientific knowledge, as well as the possibility of problematizing the nature of Science and Technology.

KEYWORDS: *Biology teaching. Origin of life. Nature of Science. Inquiry-Based Teaching.*

INTRODUÇÃO

As aulas inaugurais de Biologia são importantes momentos para apresentar a disciplina aos ingressantes no Ensino Médio e aproximá-los dos conteúdos a serem trabalhados. Ainda que os alunos tenham acesso ao estudo das Ciências, no Ensino Fundamental, muitos apresentam dúvidas sobre a disciplina de Biologia e o contato inicial poderá despertar o interesse ou mesmo gerar desconforto em relação à disciplina. Além disso, é um momento bastante importante para realizar uma sondagem dos conteúdos já construídos pelos estudantes, levantar dúvidas e introduzir outros conceitos a serem trabalhados posteriormente. Do ponto de vista social, os alunos podem estar bastante apreensivos em relação à primeira experiência no Ensino Médio, aos novos colegas, professores e servidores.

Sendo assim, cabe ao professor buscar estratégias para minimizar as tensões iniciais, favorecer a socialização, abrir espaço para dúvidas, orientar sobre a disciplina e estimular o gosto pelo estudo. Uma estratégia para atender essa demanda é ofertar atividades investigativas a serem realizadas em grupo. De acordo com Carvalho (2013) quando o professor apresenta um problema para os alunos, ele possibilita que estes abordem seus conhecimentos prévios, raciocinem, produzam ideias próprias e construam conhecimento, deslocando o papel do professor de transmissor, para orientador do processo ensino-aprendizagem. Ainda de acordo com a autora supracitada a proposição de situações-problema em pequenos grupos de alunos, facilita a comunicação, pois o desenvolvimento intelectual é mais próximo entre os pares e eles se sentem mais confortáveis em expor suas ideias aos colegas do que para o professor.

Em se tratando da produção do conhecimento concordamos com Moreira e Ostermann (1993), quando criticam o ensino do "Método Científico", baseado em etapas pré-definidas que iniciam na observação e terminam na conclusão. Portanto, discutir a produção do conhecimento científico, por meio de uma abordagem investigativa, favorece ainda que os alunos, coletivamente, reflitam sobre como esses procedimentos podem ser utilizados no fazer científico. Dessa forma, aproveitamos o potencial do ensino por investigação, para ir além da aprendizagem de conceitos e procedimentos, favorecendo também a argumentação, o senso crítico e a compreensão da ciência como produção social (BRITO e FIREMAN, 2018).

No primeiro ano do Ensino Médio é importante que, na disciplina de Biologia, o aluno seja capaz de compreender como se dá a construção do conhecimento científico, bem como a Origem da Vida (OV). Porém, as representações sociais dos alunos sobre OV e sobre a natureza da ciência são frequentemente distorcidas. De acordo com Gouveia e colaboradores (2017), as representações sociais podem ser compreendidas como conhecimentos socialmente construídos e partilhados por grupos de indivíduos, que podem traduzir o saber do senso comum. Ainda segundo os autores supracitados, o uso da teoria das representações sociais nas pesquisas, sobre ensino de ciências, tem sido cada vez mais frequente, justamente por revelar os conhecimentos prévios e a influência dos fatores sociais nos processos educativos.

Em relação à OV, Gouveia, Vittorazzi e Silva (2018) constataram que o conhecimento dos estudantes do Ensino Médio, participantes da pesquisa, era predominantemente baseado

em contextos religiosos, convergindo na produção de representações ancoradas na Teoria Criacionista, com poucos elementos de fundamentação científica.

Considerando o exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e analisar uma proposta investigativa sobre produção do conhecimento científico e origem da vida, realizada com alunos dos 1º anos do Ensino Médio Integrado do IFNMG, Campus Arinos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Produção do Conhecimento Científico

Para Marconi e Lakatos (2003) a produção do conhecimento científico se dá pelo desenvolvimento de métodos, ou seja, de atividades sistemáticas e racionais, desenvolvidas de forma objetiva e cuidadosa, formando um sistema de ideias não definitivas e passíveis a contínua revisão. Nessa definição está explícito o caráter social, cultural, político e histórico que permeia a ciência.

Esse processo sistemático, coletivo e rigorosamente desenvolvido, passa por três etapas fundamentais, de acordo com Kasseboehmer e Ferreira (2013):

- a) **elaboração de hipóteses:** consideradas como ideias transitórias construídas para a solução de um problema de maneira coerente e com suporte teórico;
- b) **elaboração de estratégias para verificar a coerência das hipóteses:** tem-se o planejamento de experimentos para falsear ou provar a veracidade da ideia inicial, o que pode acabar suscitando novas hipóteses e novos experimentos;
- c) **discussão coletiva:** as hipóteses elaboradas são apresentadas e difundidas para a comunidade, produzindo uma discussão que leve à aceitação ou à sua refutação. (p. 159-160)

Dessa forma a hipótese é uma suposição provável e provisória em resposta a um problema, cuja adequação precisará ser verificada por meio do desenvolvimento de uma pesquisa (MARCONI e LAKATOS, 2003). Ainda segundo os referidos autores, os experimentos são estratégias, metodologicamente planejadas, para testar as hipóteses com relações de causa e efeito. Os estudos experimentais possuem grupo controle além do experimental, seleção da amostra por técnica probabilística e manipulação das variáveis independentes, com a finalidade de controlar ao máximo as possíveis interferências desses fatores. O rigor das técnicas de amostragem visa favorecer a generalização dos resultados. O grupo controle é aquele que não é submetido aos procedimentos experimentais específicos em estudo, servindo, portanto, como parâmetro para comparação com o grupo experimental.

Uma possibilidade didática para o ensino sobre a produção do conhecimento científico é a transposição das atividades científicas, motivando os alunos a elaborarem hipóteses para determinada situação-problema didática e possíveis estratégias de testagem dessas hipóteses. Essa abordagem alinha-se aos pressupostos do Ensino por Investigação e favorece a aprendizagem de conceitos com uma visão mais realista do contexto social e da natureza da produção do conhecimento científico.

De acordo com Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) a transposição didática de elaboração de hipóteses e experimentos deve ser feita com cuidado para evitar simplificações comprometendo a compreensão da natureza da ciência. Dessa forma, alertam para a importância do confronto dos alunos com o erro e retificações, de propiciar situações que permitam o desenvolvimento cognitivo e o confronto de ideias com os pares.

Nunes (2016) também defende a elaboração de hipóteses no contexto educacional, mas, numa perspectiva investigativa, considerando os contributos que podem trazer para o desenvolvimento da comunicação cientificamente embasada, apropriação da linguagem específica, a alfabetização científica, bem como o desenvolvimento do raciocínio lógico.

Já Gonçalves e Goi (2019) apontam que as atividades experimentais investigativas podem favorecer maior autonomia aos alunos quando participam da elaboração do experimento auxiliando ainda na compreensão dos conceitos científicos.

Ensino por Investigação

O Ensino por investigação (EnCI), também denominado *inquiry* na literatura internacional, é uma abordagem de ensino que coloca o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, engajando-o na investigação ou resolução de problemas que favorecem a compreensão de conceitos científicos. Conforme aponta DeBoer (2006), não se trata de uma proposta nova estando presente desde o século XIX, quando a ciência se torna parte do currículo básico devido sua relevância social e para o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Dessa forma, desde a sua origem, é possível identificar várias concepções do Ensino por investigação, que teve início com a aplicação do método experimental, com objetivo de formar cientistas, permeada por uma concepção de ciência neutra. Já a partir das décadas de 1980 e 1990, evidencia-se a preocupação em considerar a natureza da ciência. Atualmente, o EnCI objetiva, além da aprendizagem de conceitos, favorecer o entendimento dos aspectos procedimentais necessários para a produção do conhecimento científico e da natureza da ciência (ZÔMPERO et al., 2019).

Carvalho (2004) apresenta que, para uma atividade ser considerada investigativa, deve conter características de um trabalho científico, levando o aluno a refletir, discutir, relatar, argumentar. Portanto, nesse tipo de atividades o aluno não deve ser limitado à manipulação e observação durante a realização das atividades.

De acordo DeBoer (2006), essa estratégia permite que os alunos reproduzam parcialmente as atividades dos cientistas, sendo papel do professor orientar os estudantes nessa investigação, propondo questões, guiando os estudantes, provendo o material a ser utilizado e fornecendo sugestões sobre o que observar. É importante observar que o referido autor defende que o EnCI não tem como objetivo a formação de cientistas, mas, de pessoas com capacidade para resolução de problemas, interpretação e análise crítica de conceitos, procedimentos e estudos científicos.

Munford e Lima (2007) apresentam diferentes possibilidades para as atividades investigativas com distintos graus de autonomia para os alunos, envolvendo desde práticas experimentais mais orientadas até questões “abertas”, nas quais os alunos são estimulados a determinar procedimentos, elaborar metodologias e decidir como analisar seus resultados. Dessa forma, as propostas investigativas podem ser organizadas em diferentes níveis de abertura ou controle, possibilitando as adequações entre alunos de diferentes faixas etárias e com diferentes perfis.

Ensino sobre a Origem da Vida

Desde as primeiras civilizações a humanidade busca explicações para a Origem da Vida. Da postura observadora e passiva do homem primitivo, passando pela tentativa da busca do conhecimento por meio do pensamento religioso e filosófico, até chegar à construção de

explicações baseadas na observação científica, no raciocínio lógico e na experimentação que são base da produção científica atual (OUVERNEY; LAGE, 2016). Os autores supracitados descrevem algumas teorias sobre a OV que surgiram ao longo desse percurso: *i*) o **criacionismo** amplamente difundido na Europa na Idade Média e de origem religiosa, de que a vida surgiu de um criador supremo; *ii*) a da **geração espontânea**, de que a vida poderia surgir de matéria inanimada (abiogênese) ou a partir de substâncias orgânicas de seres vivos diferentes (heterogenia), com origem no pensamento filosófico; *iii*) a da **biogênese**, de que a vida apenas teria origem de outra vida pré-existente, sustentada por cientistas como Redi, Spallanzani e Pauster.

Zaia (2003) fez uma breve retrospectiva histórica sobre as teorias científicas propostas para a OV, apresentando desde a geração espontânea, passando pela hipótese de Oparin-Haldane, pela química prebiótica, e pela panspermia. Dentre as teorias mais aceitas, atualmente, está a Química Prebiótica, que se dedica ao estudo das reações que dão origem às moléculas vitais dos seres vivos, em condições ambientais que podem ter existido ou que ainda existem na Terra.

As teorias propostas para a OV, tanto pela ciência, como por qualquer outro tipo de conhecimento, são variadas e complexas, sendo difícil em uma breve retrospectiva histórica abordá-las de forma ampla. Até mesmo nas produções acadêmicas, há uma lacuna em relação ao tema e também sobre o seu ensino, sendo escassas as dissertações e teses nestes campos temáticos (ZABOTTI e JUSTINA, 2020). Porém, de acordo com as referidas autoras, a ideia de como a vida se originou e diversificou no planeta, é um eixo central da Biologia, que favorece uma visão mais sistematizada e integrada do ensino dessa ciência.

Conforme destacado, o tema OV é bastante relevante no Ensino médio, considerando que além do conteúdo em si, possibilita retomar parte da história e natureza da Ciência, sua relação com a Filosofia, além de evidenciar o caráter não positivista e não pragmático, ao demonstrar a interlocução entre as diferentes teorias e hipóteses (GOUVEIA; VITTORAZZI e SILVA, 2018).

Porém, tal como apontam Sepini, Cabral e Maciel (2013), ainda que seja reconhecida a importância de considerar o contexto social para a abordagem do tema OV, no ensino de Biologia, o que ocorre na prática é a transmissão de conteúdos cuja seleção, sequência e profundidade indicam posições dogmáticas e pouco articuladas. Essa visão tem como consequência um distanciamento de muitos docentes em relação ao tema, bem como uma abordagem que não explore o caráter social da Ciência ou problematize as concepções trazidas pelos estudantes.

Moura e Vieira (2012), em estudo desenvolvido com alunos do 1º ano do ensino médio, observaram que a maioria não conhecia nenhuma das hipóteses científicas para a OV, sendo que as percepções mais comuns, entre os participantes da pesquisa, era a de que a vida na Terra se originou em conformidade com o que é apresentado em textos religiosos.

Resultado semelhante foi obtido por Gouveia, Vittorazzi e Silva (2018), que ao analisarem as representações sociais de estudantes do Ensino Médio encontraram, entre os participantes, dificuldades de distinção entre teorias de origem do Universo, da Vida e sua Evolução. Além disso, os autores apontam a predominância de concepções ancoradas na Teoria Criacionista. Entretanto, ainda que permaneçam ligados às suas crenças, os estudantes envolvidos na pesquisa demonstraram interesse em conhecer novas teorias sobre a OV, o que indica o potencial de abordagem da temática para ampliar o conhecimento de mundo dos mesmos. Esse aspecto é relevante, pois, o conhecimento científico é uma das formas de explicação do mundo, não sendo superior ou melhor que outras, mas, que o acesso permite ao indivíduo a formação de senso crítico.

Dentre as principais dificuldades que permeiam o ensino-aprendizagem sobre o tema OV está o conflito entre pensamento religioso e científico. Sobre essa temática, Sepulveda e El-Hani (2004) sistematizaram, a partir da literatura, três posicionamentos sobre ciência e religião: *i)* a de que seriam incompatíveis e conflitantes; *ii)* a de que são interdependentes e complementares; *iii)* a de criação de um campo interdisciplinar reunindo teologia e ciência.

Neste trabalho, nos apoiamos na segunda concepção, de que a educação religiosa e a educação científica são independentes e complementares, pois respondem a distintas necessidades humanas. Sendo assim, de acordo com os autores, não há possibilidade de conflito epistêmico real entre religião e ciência. Citando Woolnough (1996), Sepulveda e El-Hani (2004) indicam que essas duas visões poderiam coexistir, gerando descrições apropriadas para diferentes situações, devendo-se estabelecer em qual contexto, e em resposta a quais perguntas deve ser utilizado cada um desses sistemas de conhecimento.

Entendemos que essa seria uma abordagem possível para evitar o descrédito, entre os alunos mais religiosos, pela temática OV, por permitir que compartimentalizem suas crenças e a aprendizagem das teorias e conceitos científicos.

Para tanto, a abordagem da natureza e história da Ciência no ensino do tema, no que se referem ao processo de construção das teorias da Abiogênese, Biogênese e Heterogenia, de forma não linear, indicando os problemas vivenciados, erros e acertos podem favorecer uma visão mais realista e menos ingênua da produção do conhecimento científico, além de fornecer o subsídio teórico para a compreensão das hipóteses sobre a OV.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Trata-se de pesquisa de intervenção, que segundo Chizzotti (2006) é aquela em que é desenvolvida uma ação com objetivo de estudar e conhecer seus efeitos. Dessa forma, desenvolvemos uma proposta investigativa sobre produção do conhecimento científico e OV, com alunos do 1º ano do Ensino Médio do IFNMG Campus Arinos, nos anos de 2019 e 2020. Utilizamos abordagens qualitativas de investigação educacional, com coleta de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, dando maior ênfase ao processo em relação ao produto e buscando retratar a perspectiva dos participantes (BOGDAN e BIKLEN, 2010).

Como instrumentos de obtenção dos dados foram utilizados: *i)* as atividades respondidas pelos grupos; *ii)* os registros do memorial descritivo; *iii)* e a observação participante. De acordo com Jorgensen (1989) a observação participante é uma metodologia indicada para estudar processos que envolvam interação entre pessoas em situações e contextos particulares, favorecendo uma abordagem qualitativa. Nessa modalidade de observação, o pesquisador é parte dos eventos que estão sendo pesquisados e enquanto observa também interfere no processo investigado. A observação se deu de forma revelada, pois os alunos participantes conheciam todos os objetivos da pesquisa e concordaram em participar.

Os dados foram submetidos à análise de conteúdo, que segundo Bardin (2011), caracteriza-se por um conjunto de técnicas que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens.

As categorias foram estabelecidas a partir dos objetivos e referenciais (*a priori*) para avaliar a proposta investigativa quanto: *i)* aos aspectos conceituais e procedimentais indicados pelos estudantes, na coerência na elaboração de hipóteses e de experimentos, além das percepções dos alunos sobre a OV. *ii)* aos aspectos didáticos e metodológicos observados na proposta realizada.

Descrição Metodológica da Proposta

A proposta foi realizada durante as aulas inaugurais de Biologia dos 1º anos, do Ensino Médio integrado, em dois momentos diferentes: em fevereiro de 2019, em 5 turmas diferentes, e em fevereiro de 2020, em três turmas diferentes. Tratava-se de turmas de 1º ano integrado dos cursos de Informática, Agropecuária e Meio Ambiente, do IFNMG, campus Arinos, tendo 185 alunos em 2019, e 133 em 2020 como participantes. Os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, sobre a participação voluntária e os seus direitos de não aceitarem participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão. Sendo assim, foram considerados apenas os roteiros dos grupos que deram consentimento para participação na pesquisa.

Em cada um dos anos, os participantes foram organizados, de forma aleatória, em 7 grupos diferentes, totalizando 35 grupos na primeira aplicação em 2019 e 21 grupos na segunda, em 2020. Para organização dos dados, os grupos foram numerados de G1 a G56, conforme é possível observar no Quadro 1.

Quadro 1: Organização dos participantes nos dois momentos de realização da proposta.

ANO DO DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA	Nº DE TURMAS	Nº DE ALUNOS	Nº DE GRUPOS	IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS
2019	5	185	7	G1 ao G35
2020	3	133	7	G36 ao G56

Fonte: Elaborado pelos autores.

A duração da proposta, em cada turma, foi de quatro aulas de 50 minutos, sendo o primeiro encontro de duas aulas, destinado à resolução da situação problema. O segundo encontro, também duas aulas de 50 minutos, teve como objetivo a discussão das ideias apresentadas pelos alunos.

Durante a elaboração da atividade investigativa, tínhamos como objetivo inicial trazer uma proposta que deslocasse o papel do professor do centro, de expositor do conhecimento, colocando o aluno em evidência, ao mesmo tempo em que favorecia a socialização entre as turmas. Além disso, esperávamos colocar os estudantes em contato com termos, procedimentos e ações ligadas à produção do conhecimento científico, OV e conceitos básicos ligados à Biologia.

Iniciamos a aula, em cada uma das turmas, com a apresentação da professora e alunos, seguida da distribuição de papeis coloridos, como estratégia para formação aleatória dos grupos. Considerando que era a primeira semana de aula, a maior parte dos alunos ainda não se conhecia e a divisão aleatória favoreceu as primeiras interações entre os colegas de sala. Utilizando 7 conceitos básicos da Biologia, (AUTÓTROFOS, HETERÓTROFOS, ABIÓGÊNESE, BIÓGÊNESE, HOMEOSTASE, ECOSSISTEMAS, METABOLISMO) foram produzidos 7 cartões da mesma cor e com o mesmo conceito para dividir a turma em grupos.

A primeira tarefa, a ser realizada pelo grupo, era a de estabelecer o significado do conceito recebido durante a formação das equipes. Eles poderiam criar uma definição, para o caso de ainda não o conhecerem. Se o grupo já soubesse o significado do conceito, bastaria explicá-lo. Essa tarefa de conceituação objetivou levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos básicos que seriam posteriormente desenvolvidos nas aulas subsequentes.

Na sequência, os alunos foram orientados a analisar duas situações-problema (FIGURAS 1 e 2) e escolher uma para elaborar uma hipótese para respondê-la e também um experimento que permitisse o teste da hipótese.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:
**O bicho da goiaba estraga as frutas e causa prejuízo para muitos fruticultores.
Mesmo as goiabas muito novas podem conter bichos. Como surgem os bichos da goiaba?
Elabore um experimento para explicar de onde vem o bicho da goiaba.**

Figura 1: Descrição da situação problema 1, apresentada aos alunos.

Fonte: Elaborada pelos autores.

SITUAÇÃO-PROBLEMA 2:
**Leitões com pouco tempo de vida podem apresentar grande quantidades de vermes intestinais.
Como esses vermes surgem nos leitões?
Elabore um experimento para explicar de onde vêm os vermes intestinais dos leitões recém-nascidos.**

Figura 2: Descrição da situação problema 2, apresentada aos alunos.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Toda a atividade foi resolvida sem consulta, para estimular a discussão e criatividade dos alunos. Porém, considerando que os estudantes não apresentavam experiência na elaboração de hipóteses e experimentos em ciências naturais, foi fornecido um exemplo distinto das situações-problema, apresentadas aos estudantes, para facilitar a compreensão. Além disso, a professora fez uma breve exposição dialogada utilizando outros exemplos de hipóteses e experimentos com situações contextuais, explorando os conceitos de hipótese, experimento e grupo controle.

As situações-problema foram propostas com os seguintes objetivos: *i)* estimular a elaboração de uma hipótese para responder a situação problema; *ii)* favorecer o desenvolvimento de um procedimento científico para testar a hipótese levantada pelo grupo; *iii)* sondar as concepções prévias sobre OV e sobre a produção do conhecimento científico; *iv)* favorecer a compreensão de aspectos da história da ciência a partir da comparação entre as propostas elaboradas pelos alunos e os testes e experimentos propostos por Francesco Redi, Jonh Needham, Helmont, Pauster, Pouchet, entre outros; e *v)* aproximar a produção científica do contexto da sala de aula, favorecendo uma visão mais realista dos cientistas e do conhecimento científico.

Ao final do primeiro encontro os alunos foram estimulados a pesquisar sobre as situações-problema apresentadas, a fim de favorecer a etapa didática seguinte: a socialização e sistematização do conhecimento produzido.

No segundo encontro, iniciamos a aula discutindo as teorias sobre a OV: Geração espontânea e Biogênese. A partir do experimento de Redi, retomamos as situações-problema discutidas pelos alunos. Nesse momento houve espaço para analisar as questões, hipóteses e experimentos elaborados na primeira etapa e discutir quais propostas eram mais ou menos coerentes para testar as hipóteses apresentadas pelos grupos em cada situação.

Outras teorias sobre OV, como a Química Prebiótica e a panspermia, foram apresentadas nas aulas seguintes, considerando a necessária transposição didática, tendo em vista a complexidade dos referidos temas dentro de uma abordagem no primeiro ano do Ensino Médio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos na pesquisa foi desenvolvida a partir de duas categorias estabelecidas *a priori*: *i*) aspectos conceituais e procedimentais e *ii*) aspectos didáticos da proposta investigativa desenvolvida.

Aspectos conceituais e procedimentais

Segundo Coll (1998) os conteúdos podem ser divididos em três dimensões: conceitual, procedimental e atitudinal. No contexto da presente pesquisa, foi possível analisar apenas as dimensões conceituais e as procedimentais. Na área de das Ciências Naturais os aspectos conceituais são definidos como os conhecimentos desenvolvidos por diferentes áreas da ciência para a compreensão do mundo natural. Já dentre os procedimentos, estão compreendidos aqueles que se aproximam do trabalho científico, como a observação, elaboração de hipóteses e de experimentos, registro e análise de dados e comunicação de resultados.

Esta categoria foi analisada considerando os diferentes temas que emergiram da análise da atividade investigativa desenvolvida pelos alunos: *i*) características e coerência das hipóteses elaboradas para as situações-problemas propostas; *iii*) características e coerência dos experimentos elaborados para as hipóteses propostas; e *iv*) concepções sobre OV encontradas nos grupos.

Características e coerência das hipóteses elaboradas para as situações-problemas propostas

Com relação às situações-problema apresentadas, dos 56 grupos participantes, 36 optaram por investigar a origem do bicho da goiaba (FIGURA 1); 19 grupos escolheram o surgimento de vermes em leitões (FIGURA 2) e 2 grupos optaram, por conta própria, por analisar as duas situações-problema. Os grupos, que analisaram as duas situações, contabilizam no total de respostas de ambas as situações-problema.

As hipóteses apresentadas pelos grupos, para cada situação-problema escolhida, foram avaliadas e classificadas como: *i*) Coerentes, quando apresentavam uma hipótese correspondente ao conhecimento científico sobre o problema; *ii*) Parcialmente coerentes, quando se aproximavam das explicações corretas, porém, de forma incompleta ou restrita; *iii*) Não coerentes, as que se distanciaram da explicação científica sobre a situação-problema. O resultado da avaliação está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Avaliação das hipóteses de acordo com a situação problema analisada.

SITUAÇÃO-PROBLEMA	COERENTES	PARCIALMENTE	NÃO COERENTES	TOTAL
Bicho da Goiaba	11	23	4	37
Vermes em leitões	1	12	7	20
Total	12	35	11	58

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme é possível verificar na Tabela 2, ainda que as situações-problema estivessem vinculadas ao convívio de muitos alunos, tal como propõe Carvalho (2013), o número de propostas coerentes corresponde a apenas 20,6% do total. O que demonstra que além da familiaridade com o problema é necessário o embasamento teórico e noções de como o conhecimento científico é produzido para que os alunos consigam elaborar hipóteses coerentes.

A maior parte dos grupos que escolheu a situação-problema 1, apresentou uma hipótese coerente (11 grupos) ou parcialmente coerente (23 grupos) para justificar a origem do bicho

da goiaba nas frutas. As hipóteses coerentes foram assim denominadas por apresentar uma explicação de origem do bicho da goiaba associada ao ciclo reprodutivo de uma mosca. Andrade (2008), ao investigar as representações de 150 estudantes do ensino médio sobre larvas de mosca, obteve um resultado ainda menor que o aqui apresentado, pois apenas 4% associaram o surgimento das larvas pela reprodução dos insetos.

Dentre os 11 grupos que apresentaram uma hipótese coerente, seis utilizaram terminologia adequada, relatando a mosca, postura dos ovos, a eclosão dos mesmos e desenvolvimento de larvas. Já os outros cinco grupos, apesar de indicarem corretamente o ciclo reprodutivo, utilizaram termos inadequados como: mosquito se referindo à mosca (G47 e G51) e verme em referência às larvas (G53).

Entre as 23 hipóteses classificadas como parcialmente coerentes, não há menção direta ao uso da goiaba como parte do ciclo reprodutivo da mosca. É uma categoria formada por grupos que conseguiram relacionar, ainda que forma parcial, ou mesmo com algum equívoco, a origem dos bichos às moscas. É possível identificar dois tipos de hipóteses parcialmente coerentes: *i)* Ciclo incompleto: as que evidenciam apenas parte do ciclo, mencionando que a mosca coloca as larvas ou somente os ovos; *ii)* sem explicação: mencionam a relação das moscas com o bicho da goiaba, mas sem especificar como ou indicar o ciclo reprodutivo.

Vejam no Quadro 3, os exemplos das hipóteses, apontadas pelos estudantes para explicar a origem do bicho da goiaba, que foram descritas acima:

Quadro 3: Exemplos das hipóteses sobre origem do bicho da goiaba.

COERÊNCIA DA HIPÓTESE		EXEMPLOS DE HIPÓTESES DE COMO SURGE O BICHO DA GOIABA
Hipóteses Coerentes (11 grupos)	Termos inadequados (6 grupos)	<i>“Os vermes vem de moscas de uma determinada espécie que pousam nas goiabas e botam ovos, deles nascem os vermes.” (G53).</i>
	Termo adequado (5 grupos)	<i>“A mosca perfura a goiaba, coloca seus ovos e depois esses ovos viram larvas e se alimentam da polpa da fruta.” (G16)</i>
Hipóteses Parcialmente Coerentes (23 grupos)	Ciclo incompleto (20 grupos)	<i>“A mosca acenta (sic) na goiaba e coloca a larva.” (G3)</i>
	Sem explicação (3 grupos)	<i>“mosca, praga natural” (G17)</i>
Hipóteses Não Coerentes (4 grupos)	Interação mosca-bicho (1 grupo)	<i>“o bicho da goiaba é atraído pelas moscas” (G1)</i>
	Fatores externos (3 grupos)	<i>“Excesso de sol, pouca circulação de água e falta de nutrientes necessários podem causar o bicho da goiaba.” (G24)</i>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tal como observado no quadro acima, apenas 4 grupos indicaram hipóteses incoerentes para a origem do bicho da goiaba. No Grupo 1, a hipótese menciona que moscas atraem os bichos para as goiabas, sem estabelecer nenhuma relação entre os dois. Nas outras 3 hipóteses, é possível observar que a origem é atribuída a condições climáticas e elementos externos. Assim como encontrado na pesquisa de Andrade (2008), os alunos indicam que fatores extrínsecos, desencadeavam espontaneamente o surgimento do bicho da goiaba, o que corrobora com a ideia de OV associada à abiogênese.

Para a análise da situação-problema sobre o surgimento de vermes em leitões recém-nascidos consideramos como coerente as hipóteses que indicaram, de forma explícita, pelo menos uma das possibilidades relacionadas ao ciclo de vida do verme ciclo verme *Strongyloides ransomi*, comum em suínos recém-nascidos. De acordo com Aguiar (2009), esses vermes são os mais comuns em criatórios familiares e devido às condições de manejo dos leitões recém nascidos, eles contraem esses vermes resultantes de ovos aderidos às

mamas e ingeridos no leite; ingestão de larvas existentes no colostro, ou ainda por larvas que penetram por via cutânea.

Apenas um grupo apresentou uma hipótese que se enquadrava como coerente ao indicar que: *"Os ovos dos vermes são passados aos leitões mais novos pelo leite da mãe, contaminado com o verme."*(G25). Não há, portanto, nenhum grupo que tenha feito menção à possibilidade de contágio pelas larvas.

Dos 20 grupos que analisaram a situação-problema sobre a origem de vermes em leitões recém-nascidos, a maioria apresentou uma hipótese parcialmente coerente (12 grupos). Isso porque, apesar de terem citado a hipótese de a mãe ter contaminado os filhotes através do leite ou mesmo de sua alimentação, não fizeram qualquer menção ao ciclo reprodutivo dos vermes ou às formas como essa contaminação poderia ocorrer. Sendo assim, esses grupos aproximam-se de uma hipótese coerente por mencionar a alimentação ou condições sanitárias como fonte de contaminação, mas, não demonstram conhecer aspectos ligados à reprodução de vermes, o que provavelmente dificultou a elaboração de uma hipótese mais coerente. Alguns chegam a se aproximar de uma perspectiva abiogenista ao não mencionar os vermes de nenhuma forma na hipótese.

Por fim, sete grupos elaboraram hipóteses não coerentes para a origem dos vermes nos leitões, mencionando que os vermes surgiram de moscas e/ou bactérias presentes na alimentação dos porcos, ou mesmo o fato de que o alimento, por si só, poderia dar origem aos vermes. Observamos nesses grupos indícios de heterogenia, que segundo Martins (2009) é a hipótese de que um ser vivo pode surgir a partir de substâncias orgânicas provenientes de outro ser vivo diferente.

O Quadro 4 apresenta exemplos de hipóteses parcialmente coerentes e não coerentes sobre a origem dos vermes nos leitões.

Quadro 4: Exemplos das hipóteses sobre origem dos vermes nos leitões.

COERÊNCIA DA HIPÓTESE	EXEMPLOS DE HIPÓTESES DE COMO SURGEM OS VERMES NOS LEITÕES
Hipóteses Parcialmente Coerentes (12 grupos)	<i>"Nossa hipótese é que leitões recém-nascidos nascidos possuem baixa imunidade e recebem vermes da mãe, além de viver em local propício ao desenvolvimento de vermes."</i> (G50)
Hipóteses Não Coerentes (7 grupos)	<i>"Fatores humanos como colocar comidas estragadas com ovos de mosca varejeira e outras bactérias acabam por gerar esse problema."</i> (G5) <i>"Acredita-se que os vermes sejam criados no intestino dos recém-nascidos pela imunidade baixa."</i> (G8)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Características e coerência dos experimentos elaborados para as hipóteses propostas

Independente da situação problema escolhida, os grupos foram orientados a elaborar uma hipótese e a seguir um experimento para testá-la. Para tanto, receberam orientações das características dos estudos experimentais e também um exemplo de experimento que atendia a essas condições. Das características apontadas por Marconi e Lakatos (2003), já apresentadas no referencial, a única não utilizada na proposta didática foi a seleção da amostra por técnica probabilística, considerando a transposição didática para a faixa etária do público alvo, que desconhece os procedimentos e técnicas estatísticas. Visando minimizar essa limitação, foi recomendado aos alunos utilizar apenas de forma genérica, sem quantificação,

o grupo experimental e o grupo controle, além de considerarem o controle das variáveis independentes. Apesar da recomendação, 11 grupos delinearam seus experimentos contendo apenas um indivíduo no grupo controle e um no grupo experimental demonstrando a necessidade de criar uma alternativa, diferente da utilizada, para superar a limitação do não uso da estatística para seleção da amostra. Outro aspecto identificado, em 3 grupos, foi o uso do experimento como forma apenas de afirmação da hipótese e não como estratégia metodologicamente planejada para testá-la, tal como propõem Marconi e Lakatos (2003).

Seguindo o mesmo princípio estabelecido para as hipóteses das situações-problema, os experimentos também foram analisados com base nas categorias: *i)* Coerente: experimento com metodologia completa viável, exequível, com grupo controle e experimental, controle de variáveis e capacidade de testar a hipótese; *ii)* Parcialmente Coerente: experimento capaz de testar a hipótese, mas de difícil controle, execução ou manejo; *iii)* Não-coerente: quando o experimento não apresentava metodologia ou mesmo capacidade de testar a hipótese apresentada pelo grupo.

Dos 58 experimentos elaborados, foi possível identificar apenas 6 como coerentes. Esse resultado pode estar associado ao pouco contato que os estudantes têm, em sua trajetória escolar, com a experimentação no ensino de ciências. Muitas vezes quando os professores utilizam essa metodologia no ensino, a experiência é apenas uma forma de comprovação de resultados já esperados e conhecidos de antemão, sem a necessária reflexão sobre o problema, a participação dos alunos na elaboração da hipótese e metodologia do experimento (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002).

Foi interessante observar que a capacidade de elaboração de uma hipótese coerente não foi condição suficiente para o delineamento de um experimento coerente, visto que apenas dois grupos, dos doze grupos que elaboraram hipóteses coerentes, desenvolveram experimentos também coerentes. Há inclusive um grupo que, apesar de ter apresentado uma hipótese não coerente e alinhada com a hipótese de OV por abiogênese, conseguiu elaborar um experimento com metodologia completa e viável, com grupo controle e experimental, controle de variáveis e capacidade de testar a hipótese.

Nas 38 hipóteses categorizadas como parcialmente coerentes, foi frequente a ausência do controle de variáveis (29 grupos) e da proposição de procedimentos de forma incompleta ou confusa (22 grupos). Outras características observadas nesse grupo de propostas foram: a de inviabilidade de experimentos por ter longa duração, como tempo muito superior ao necessário para testar a hipótese (7 grupos) e impossibilidade teórica para execução (5 grupos). Já o grupo 23 apresentou uma metodologia que poderia trazer impactos desnecessários a outros seres vivos, inclusive polinizadores, pois, orientava o uso de inseticida em um dos pés para testar a hipótese de que "*a mosca deposita a sua larva na goiaba*" (G23).

Todos os grupos que elaboraram experimentos parcialmente coerentes propuseram a utilização de um grupo controle e um grupo experimental. Dentre esses, sete tinham apresentado hipóteses coerentes. Em 23 grupos, tanto o experimento como as hipóteses estavam parcialmente coerentes e, por fim, 8 havia apresentado hipóteses não coerentes para as situações-problema propostas.

Dentre as 12 hipóteses categorizadas como não coerentes percebemos a ausência de procedimentos metodológicos e no lugar dos testes de hipóteses solicitados, apresentaram soluções para o problema identificado. Um exemplo disso é a proposta de experimento apresentada pelo Grupo 21: "*[...] colocaríamos os animais em locais confinados em observação para analisamos como contraíram esses vermes e procuraremos uma solução viável para acabar esse problema.*" A visão explícita nesses grupos se aproximam de uma perspectiva empirista, que ignora o princípio de que a hipótese "funciona como suposição transitória de valor epistemológico duvidoso" (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, p. 256). Dessa forma,

demonstram considerar a experiência como um procedimento de comprovação da hipótese ou como meio de solução para um problema observado.

Concepções sobre origem da vida encontradas nos grupos

Na atividade conduzida com os estudantes, não havia questões que procurassem de forma explícita identificar as concepções dos grupos sobre a Origem da Vida. Porém, a análise dos relatórios dos grupos evidenciou elementos que corroboravam com as teorias já produzidas, ao longo da história da ciência, para explicar a origem de determinados seres vivos. Quando não foi possível identificar a concepção do grupo sobre a OV, a partir da hipótese ou do experimento elaborados por eles, essas foram classificadas como não detectada (TABELA 3).

Dentre as concepções ligadas à geração espontânea, abiogenistas e heterogenistas, respectivamente, indicamos dois exemplos:

"Excesso de sol, pouca circulação de água e falta de nutrientes necessários podem causar o bicho da goiaba." (Grupo 24 – hipótese sobre a origem do bicho da goiaba)

"Fatores humanos, como colocar comidas estragadas, com ovos de mosca varejeira e outras bactérias acabam por gerar esse problema [vermes em leitões]." (Grupo 05 – hipótese sobre a origem de vermes em leitões)

Tabela 3: Concepções sobre a Origem da Vida identificadas nos relatórios dos grupos

CONCEPÇÕES	Nº DE GRUPOS
Biogênese	32
Heterogenia	12
Abiogênese	6
Não detectada	7
Total	57

Fonte: Elaborado pelos autores.

O grupo 14, que analisou ambas as situações-problema, indicou duas concepções antagônicas, sendo a origem do bicho da goiaba pautada na Biogênese e a dos vermes no leitão na Abiogênese, ao considerar que os vermes vinham da sujeira.

Nas discussões posteriores à atividade investigativa, realizadas no segundo encontro, foi consenso na turma a afirmação de que apresentavam uma concepção biogenista sobre OV. Porém, alguns alunos declararam que não compreendiam totalmente a reprodução de microrganismos, vermes, insetos e até mesmo anfíbios e répteis, levando às concepções que se aproximam da geração espontânea. Uma aluna, durante a discussão coletiva, alegou que perguntou à sua avó de onde vinha o bicho da goiaba e ela lhe havia respondido que a goiaba ia ficando velha, apodrecendo e virando o bicho. Houve também, alunos que se manifestavam de acordo com suas crenças religiosas.

Dessa forma, a presença de concepções de geração espontânea parece estar associada ao desconhecimento, por parte dos alunos participantes, do ciclo reprodutivo de algumas espécies, como os insetos e vermes utilizados nas situações-problema. Historicamente, após a ciência ter atribuído à biogênese a origem de seres vivos aos quais eram conhecidas as formas de reprodução, as concepções abiogenistas e heterogenistas ainda continuavam válidas para explicar a origem dos seres em que o ciclo ainda não tinha sido estudado em profundidade. Essa constatação é sustentada na dissertação de Pinto (1848) sobre a OV, ele relata que, apesar do fato de que a biogênese já estivesse sendo utilizada para explicar a

origem de determinados seres vivos, para os vermes intestinais ainda persista uma origem sustentada pela heterogenia:

Os vermes intestinaes, esses damnhinhos e quasi inseparáveis companheiros da infância, são os seres por cuja consideração hojem dia mais permittido é sustentar a hypothèse da *heterogenia*. (PINTO, 1848, p. 4, grifos do autor)

Dessa forma, o referido autor, após apresentar argumentos contrários e favoráveis à origem dos vermes intestinais, reconhece que apesar da persistência de hipóteses de geração espontânea, já havia argumentos suficientes para admitir que a vida somente poderia surgir de outra de mesma espécie (biogênese), sendo necessário para tanto, buscar aprofundar o entendimento em relação à forma de reprodução dos seres vivos que ainda não era conhecida à época.

Aspectos didáticos da proposta investigativa desenvolvida

Esta categoria foi analisada considerando os diferentes temas que emergiram da análise da dimensão didática observada na proposta: *i)* características investigativas da proposta; e *ii)* Potencialidades para a ressignificação de conceitos e concepções.

Características investigativas da proposta

Os referenciais teóricos do EnCI indicam uma variedade de propostas que são organizadas e adaptadas de várias formas, de acordo com os objetivos e interpretações dos docentes que buscam ensinar de forma investigativa (MUNFORD e LIMA, 2007). Sendo assim, nem sempre uma proposta que é planejada para ser investigativa, consegue atender as características teóricas e metodológicas que permitem classificá-la como tal.

Com objetivo de favorecer o planejamento e execução, de sequências de ensino investigativas, Carvalho (2011) elenca oito aspectos que devem ser considerados. Utilizando as categorias elencadas pela referida autora, analisamos a proposta investigativa desenvolvida a partir dos dados relatados no memorial descritivo (QUADRO 5).

Considerando a análise indicada no quadro 5, podemos verificar que todos as características do EnCI, propostas por Carvalho (2011), estiveram presentes na proposta desenvolvida, em maior ou menor grau. Sendo assim, a proposta que foi elaborada para ser investigativa obteve êxito ao conseguir colocar esses pressupostos em prática.

Em nossa experiência, utilizamos duas situações problema, que se enquadravam dentro da cultura social dos alunos (CARVALHO, 2013) inseridos em uma região fortemente marcada pela produção agropecuária de pequena e média escala. Essa opção favoreceu a proximidade dos alunos com o tema, e a possibilidade de interpretação de uma situação problema do cotidiano, segundo uma perspectiva científica.

Dessa forma, cada grupo pôde colocar em prática características próprias da investigação científica (CARVALHO, 2004), como refletir, explicar, relatar, elaborar hipóteses e experimentos. É possível identificar os referidos procedimentos no relatório do grupo 52 (G52), que indicou como hipótese para a situação-problema do bicho da goiaba, a postura de ovos pela mosca-da-fruta, enquanto a planta floresce. E como teste para essa hipótese, indicaram o seguinte experimento:

"Após a fecundação da flor, deve-se escolher uma goiabeira em que metade das flores serão protegidas por um plástico transparente. Após o crescimento e amadurecimento dos frutos, deve-se examinar as duas metades

separadamente para verificar se houve confirmação da hipótese” (G52, experimento proposto).

Sobre as características de interação aluno-aluno e desenvolvimento da linguagem, citamos como exemplo o relato do grupo 40, que alegou desconhecer a origem do bicho da goiaba. O referido grupo se dividiu entre duas hipóteses distintas, necessitando que argumentassem sobre cada uma delas, explorando o caráter imaginativo e acessando seu repertório sociocultural e conceitos prévios. Esse conflito permitiu o aprofundamento das discussões e a negociação entre os pares, para elaboração da hipótese e da proposta de experimento. Conforme apontam Trivelato e Tonidandel (2015), o uso da linguagem é essencial na produção do conhecimento científico, pois, é indispensável ao cientista “discutir suas observações com seus pares, apresentar suas ideias à comunidade por meio de evidências, persuadindo a si mesmo e aos outros de que certas evidências são importantes” (p. 105). Sendo assim, segundo as referidas autoras, as atividades investigativas, permitem esse ensaio da argumentação científica, que foi possível observar no grupo 40.

Quadro 5: Avaliação da proposta investigativa desenvolvida a partir dos pressupostos do EnCI

ASPECTOS DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS	AVALIAÇÃO EM RELAÇÃO À PROPOSTA DESENVOLVIDA
Participação ativa do estudante.	A atividade possibilitou envolvimento dos estudantes nos grupos, favorecendo a autonomia na construção dos conhecimentos. Já na discussão posterior, envolvendo toda a turma, poucos alunos participaram oralmente.
Importância da interação aluno-aluno.	A discussão das situações-problema nos grupos permitiu aproximação com os fenômenos científicos e a interação entre os pares, no processo de elaboração das hipóteses e proposição de testes para as mesmas.
Papel do professor como elaborador de questões.	A professora pesquisadora pôde direcionar questões para as turmas, considerando as dificuldades, limites, conceitos-prévios trazidos pelos estudantes. Esse procedimento favoreceu a argumentação, o raciocínio e a aprendizagem dos temas propostos.
Criação de um ambiente encorajador.	Considerando que a atividade foi iniciada na aula inaugural da disciplina, em um ambiente novo em que a maior parte dos alunos não se conhecia, atender essa característica parecia, a princípio, muito desafiador. Porém, elementos como a dinâmica das cores para a formação dos grupos, a possibilidade de participar, sem que houvesse críticas ou juízo de valor sobre as respostas e as discussões sobre a atividade sem identificação nominal dos grupos favoreceu a construção desse ambiente encorajador. Mas, esse elemento esteve presente apenas entre os pares, já que na discussão envolvendo a turma toda, poucos alunos participaram.
Ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula.	A atividade realizada atendeu o objetivo de considerar e valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, que foram a base para a elaboração das hipóteses e experimentos propostos pelos grupos.
O conteúdo do problema tem que ser significativo para o aluno.	As duas situações propostas traziam elementos próximos da realidade dos estudantes. Além disso, era possível escolher entre as duas, tendo a maioria escolhido a situação-problema sobre o bicho da goiaba, ao qual alegaram ter maior proximidade no dia-a-dia.
Relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).	Considerando o objetivo da proposta, não foi possível abordar em profundidade os elementos da tríade CTS. Porém, a discussão sobre a natureza da Ciência, seus aspectos históricos e sociais, foi o ponto de partida nas discussões que ocorreram no segundo encontro. Ao abordar aspectos históricos sobre a indústria de enlatados e pasteurização, foi possível discutir sobre as relações entre ciência e tecnologia e

	problematizar a visão de que a segunda depende somente do desenvolvimento da primeira.
A passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica.	Ao rever as hipóteses apresentadas, os alunos tiveram oportunidade para reescrevê-las, melhorando os argumentos construídos em grupo e aproximando-os de uma linguagem científica mais adequada. Alguns alunos apresentaram muitas dificuldades nesse processo, principalmente devido o nível de proficiência em leitura e escrita.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos pressupostos de Carvalho (2011) e dos registros do memorial descritivo da pesquisa.

Apesar de a proposta ter deslocado o papel do professor do centro, de expositor do conhecimento, colocando o aluno em evidência, o êxito foi maior nos pequenos grupos, em que todos os estudantes se envolveram nas discussões, nos dois momentos de aplicação da proposta (2019 e 2020). No momento da socialização para toda turma, muitos estudantes demonstraram desconforto, evitando manifestação verbal. Durante os questionamentos lançados à turma, os alunos solicitavam as respostas para as situações-problema apresentadas, queriam apenas conferir se haviam acertado ou errado em suas proposições. Nossa hipótese é que eles não estão habituados com metodologias ativas, como a utilizada, pois, sempre esperavam que a professora-pesquisadora desse as respostas corretas. Demonstravam, portanto, dificuldade em perceber os vários caminhos possíveis e o caráter provisório do próprio conhecimento científico.

De acordo com Zompero e Laburú (2011), entre os principais objetivos do EnCI, na atualidade, estão o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de procedimentos científicos, como a "elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação" (p.73). Considerando os resultados apresentados nas seções anteriores, essas características também estiveram presentes. A proposta favoreceu o exercício de elaboração de hipóteses, sendo que 81% dos participantes foram capazes de elaborar uma hipótese coerente ou parcialmente coerente. Também foi possibilitada a elaboração de estratégias para a testagem da hipótese, em que 76% dos participantes planejaram um experimento coerente ou parcialmente coerente.

Destacamos ainda duas características importantes da proposta realizada: *i)* o fato de ter sido utilizada para introduzir os conteúdos; *ii)* terem sido atividades de papel e lápis, podendo ser facilmente desenvolvidas em qualquer contexto e condições, não dependendo de um laboratório ou mesmo de materiais específicos.

Apesar de Carvalho (2004) recomendar o uso de atividades investigativas como ponto de partida para o desenvolvimento de conceitos, Binatto (2012) identificou resistência por parte dos docentes na adoção dessa metodologia, havendo preferência pelo uso da abordagem investigativa como mera ilustração da teoria, ou seja, da exposição dos conceitos feita pelo professor. Na proposta realizada nessa pesquisa, corroboramos com a recomendação de Carvalho (2004), pois possibilitou a aproximação dos alunos com o objeto de estudo, a busca por explicações para suas ações e interações, bem como revelou os conhecimentos prévios e erros conceituais que puderam ser desenvolvidos na sequência.

Binatto (2012) identificou ainda, que os professores sempre buscam superar as limitações de espaço e materiais adequados para a realização de atividades experimentais na escola, interessando-se por atividades diferenciadas, que utilizam materiais de fácil acesso. Dessa forma, pode-se indicar que o fato da proposta investigativa desenvolvida requerer apenas papel, lápis e as estruturas já disponíveis na sala de aula, facilita a sua adaptação e utilização no ensino.

Potencialidades para a ressignificação de conceitos e concepções

No momento de socialização dos conhecimentos construídos nos grupos, os alunos participantes demonstraram grande expectativa em saber se o grupo havia acertado ou errado na elaboração das hipóteses e experimentos e qual seria a resposta correta em cada caso. Essa curiosidade foi utilizada para discutir o caráter provisório que tem uma hipótese e a natureza do conhecimento científico (MARCONI; LAKATOS, 2003). Sendo assim, apesar de termos identificados que algumas hipóteses e experimentos estavam mais coerentes, por se aproximarem do conhecimento científico já sistematizado na literatura, foi possível perceber que não havia uma única resposta possível.

Já as hipóteses e experimentos parcialmente coerentes ou não-coerentes, nos permitiram analisar erros, confrontar ideias e buscar as retificações, tal como recomendam Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002). A partir da fundamentação teórica sobre o ciclo de vida dos animais envolvidos nas situações-problema, os alunos puderam revisar suas hipóteses e experimentos. Essa revisão favoreceu também que pudéssemos dar algumas sugestões de aprimoramento da linguagem científica inicialmente utilizada.

A discussão das propostas favoreceu o desenvolvimento de um processo dialógico, em que a professora pesquisadora considerou os pontos de vista que os estudantes apresentaram nos grupos de discussão, aproveitando o momento para retomar conceitos e favorecer o aprofundamento dos conhecimentos científicos relacionados.

Ao final desse processo, foram apresentadas algumas das tecnologias usadas pelos fruticultores e suinocultores para lidar com o controle desse ciclo reprodutivo das moscas das frutas e dos vermes *Strongyloides ransomi*. Nesse momento, alguns alunos manifestaram ter percebido que essas tecnologias se aproximavam das que eles utilizaram nos experimentos que elaboram. Ainda que não conhecessem as técnicas, conseguiram mostrar uma forma de testagem da hipótese, muito próxima das tecnologias já consolidadas.

Considerando que dos 57 grupos analisados, apenas 31 demonstraram uma concepção biogenista, utilizamos uma abordagem histórica para trabalhar as hipóteses sobre OV. Devido à limitação de tempo, selecionamos apenas alguns episódios, mas justificando o recorte para os alunos. Ao longo da apresentação procuramos mostrar a relevância, dos cientistas que defendiam a geração espontânea, para o processo de produção do conhecimento científico e situando-o em relação ao nível de conhecimento que se tinha dos ciclos reprodutivos em cada contexto abordado. Assim, apesar das limitações de tempo para fornecer uma reconstrução histórica adequada, foi possível minimizar alguns dos equívocos que estão presentes nos livros didáticos, conforme aponta Martins (2009), e buscar uma abordagem mais ampla da natureza da ciência e da tecnologia. Durante essa breve retrospectiva histórica, foi possível problematizar algumas concepções de geração espontânea dos estudantes, tanto de abiogênese, quanto de heterogenia que estavam presentes nas hipóteses e experimentos.

Diferentemente dos trabalhos anteriormente citados (MOURA E VIEIRA, 2012; GOUVEIA; VITTORAZZI; SILVA, 2018) os estudantes não demonstraram resistência em compreender as hipóteses de OV a partir de uma perspectiva científica. Apesar de terem manifestado suas crenças religiosas, se mantiveram abertos a discutir a temática usando apenas argumentos científicos, indicando uma compreensão de que esse seria o sistema de conhecimento mais adequado ao contexto escolar, tal como discutem Sepulveda e El-Hani (2004).

A discussão sobre a natureza da Ciência e da Tecnologia também foi possibilitada pela menção a Nicolas Appert, precursor da indústria de conservação dos alimentos. O mito da tecnologia reduzida a uma aplicação prática da Ciência (CHRISPINO, 2017) foi problematizado a partir da constatação de que os conhecimentos técnicos de Appert foram precursores dos conhecimentos científicos de Gay-Lussac ou Pasteur. Dessa forma, os alunos puderam

observar que a Tecnologia não é dependente da ciência, podendo inclusive subsidiar a produção de um conhecimento científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi desenvolver e analisar uma proposta investigativa de ensino sobre a produção do conhecimento científico e a OV, realizada com alunos dos 1º anos do Ensino Médio Integrado.

Do ponto de vista conceitual e procedimental, foi possível identificar que quase todos os grupos participantes conseguiram compreender o conceito de hipótese e se aproximar de uma produção coerente para explicar uma situação-problema. Demonstraram um pouco mais de dificuldade em delinear um experimento coerente para testar a hipótese, indicando a necessidade, portanto, de discutir com os alunos, de forma mais aprofundada as características metodológicas, como, grupo controle e experimental, controle de variáveis e capacidade de testar a hipótese.

Apesar de a maioria indicar uma concepção biogenista, para explicar a OV, observamos em 32% dos grupos participantes, elementos que indicam uma concepção coerente com a geração espontânea. Essas concepções foram o ponto de partida para uma breve abordagem histórica sobre as hipóteses de OV.

Corroborando com Nascimento (2004); foi possível verificar que para além dos objetivos conceituais, os grupos demonstraram nas discussões, ter aprimorado aspectos procedimentais, atitudinais e habilidades de socialização e argumentação importantes para a formação deles.

Além desse aspecto didático, pudemos observar que a proposta desenvolvida atendeu a algumas características dos referenciais teóricos e metodológicos do EnCI, considerando que: *i)* foi utilizada para introduzir conteúdos; *ii)* partiu de situações-problemas familiares; *iii)* favoreceu a interação entre os alunos; *iv)* valorizou os conhecimentos prévios trazidos por eles, *v)* permitiu a ressignificação de conceitos e concepções e o desenvolvimento de alguns procedimentos científicos; *iv)* favoreceu a reflexão sobre a natureza da Ciência e Tecnologia.

Um dos fatores limitantes, observado na condução da proposta, foi a dificuldade dos alunos em manifestar verbalmente seus posicionamentos, limitando as discussões. Além disso, o tempo destinado às aulas de Biologia no Ensino Médio é de apenas um encontro semanal de 100 minutos, o que restringe o aprofundamento das temáticas abordadas.

Apesar disso, julgamos que a proposta investigativa é uma boa alternativa para a abordagem da temática sobre a produção do conhecimento científico e a OV, por transpor alguns limites que são abordados em estratégias tradicionais, como o ensino de um único método para produção do conhecimento científico, visões distorcidas sobre a Ciência e a Tecnologia e resistência em relação à temática, devido às crenças religiosas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, P. C. **Aspectos epidemiológicos das parasitoses gastrintestinais de suínos naturalizados de criações familiares do Distrito Federal**. 2009. 100 f. Dissertação de Mestrado em Saúde Animal, Universidade Federal de Brasília, Brasília, DF. 2009.

ANDRADE, J. A. P. As representações de alunos do ensino médio sobre a origem do bicho da carne e da goiaba: um enfoque da Teoria de Equilíbrio de Piaget. **Diálogos Possíveis**, v. 7, n. 2, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edição 70, 2011.



BINATTO, P. F. **Limitações e possibilidades de atividades investigativas para o ensino de ciências**. 2012. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma abordagem à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 2010.

BRITO, L. de O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências por investigação: Uma proposta didática "para além" de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.

CARVALHO, A. M. P., et al. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Thompson, 2004. 154 p.

CARVALHO, A. M. **Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas**. In: M. D. Longhini, O Uno e o Diverso na Educação (1ª ed., Vol. 1, pp. 253-266). Uberlândia: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. de. In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na educação e no ensino. **Documentos de trabajo de iberciencia**, v. 4, 2017.

COLL, C. **Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar**. São Paulo: Ática, 3 ed., 1998.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L.B.; LEDERMAN, N. G. (Editores). **Scientific Inquiry and Nature of Science: implications for teaching, learning and teacher education**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2006. p. 17-35.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. A experimentação investigativa no ensino de Ciências na educação básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2 (esp), p. 207-221, 2019.

GOUVEIA, D. S. M.; VITTORAZZI, D. L.; FREITAS, T. S.; SILVA, A. M. T. B. A Teoria das Representações Sociais e o ensino de Biologia: uma análise a partir das dez edições dos ENPECs. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2017. **Anais...** Florianópolis, 2017.

GOUVEIA, D. S. M.; VITTORAZZI, D. L.; SILVA, A. M. T. B. A vida, suas origens e as representações de alunos do ensino médio: uma análise de seus potenciais implicações no ensino de ciências. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, v. 9, n. 3, p. 1-15, 2018.

JORGENSEN, D.L. **Participant Observation: a methodology for human studies**. London: Sage Publications, 1989.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes de ensino médio. **Química nova na escola**, v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 65-100, 2009.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno catarinense de ensino de física**. Florianópolis. Vol. 10, n. 2 (ago. 1993), p. 108-117, 1993.

MOURA, M. J. J.; VIEIRA, T. S. A origem da vida na terra: o que pensam sobre este tema estudantes do primeiro ano do ensino médio em escolas públicas do extremo norte do estado do Tocantins. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

MUNFORD, D. E LIMA, M.E.C.C. (2007). Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio – Pesquisa em educação em Ciências**, 9(1), 89-111.

NASCIMENTO, V. B. A natureza do conhecimento científico e o ensino de Ciências. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 35-57.

NUNES, T. S. **Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), University of São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/D.81.2017.tde-29032017-172339.

OUIVERNEY, R. R.; LAGE, D. A. A origem da vida na educação básica: uma abordagem a partir do método científico. **Revista Práticas em Educação Básica**, v. 1, 2016.

PINTO, A. T. **Dissertação acerca da origem da vida**. 1848. Dissertação Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, 1848.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v.8, n.2, 2002. p.253-262.

SEPINI, R. P.; CABRAL, S. A.; MACIEL, M. D. Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos sobre a origem da vida em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IX, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2013.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, 2004.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. SPE, p. 97-114, 2015.

ZABOTTI, K.; JUSTINA, L. A. D. O ensino dos temas "Origem da Vida" e "Evolução Biológica" em dissertações e teses brasileiras (2006 a 2016). **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 16, n. 36, p. 82-98, 2020.

ZAIA, D. A. M. Da Geração Espontânea à Química Prebiótica. **Química Nova**, v.26, n.2, p.260-264, 2003.

ZOMPERO, A. F.; ANDRADE, M. A. B. S.; MASTELARI, T. B.; VÁGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. **Debates em Educação**, v. 11, n. 25, p. 222-239, 2019.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, Dec. 2011.