



# CONTRIBUIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE AULAS INVESTIGATIVAS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM QUÍMICA

## CONTRIBUTIONS TO A INQUIRY SEQUENCE OF CLASSES TO PROMOTE ARGUMENTATION IN CHEMISTRY

Rodrigo Antônio Bernardo  

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

✉ [rodrigo.antbernado@gmail.com](mailto:rodrigo.antbernado@gmail.com)

Rita de Cássia Suart  

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

✉ [ritasuart@ufla.br](mailto:ritasuart@ufla.br)

Josefina Aparecida de Souza  

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

✉ [josefina@ufla.br](mailto:josefina@ufla.br)

**RESUMO:** A argumentação é uma atividade social fundamental para uma atuação mais crítica e cidadã. Para isso, torna-se relevante que sejamos capazes de argumentar a partir de dados cientificamente informados, por meio de fontes seguras advindas das diferentes áreas do conhecimento e, a escola, é um dos espaços para que esse pensamento e atitudes sejam promovidos. A abordagem de ensino por investigação pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas essenciais para uma atuação mais crítica sobre situações cotidianas. Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo investigar as habilidades argumentativas desenvolvidas por estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública, durante o desenvolvimento de uma sequência de sete aulas baseada na abordagem investigativa, orientada por um Processo de Reflexão Orientada. Este processo possibilita aos professores e futuros professores, mediados por um professor mais experiente, uma reflexão constante sobre a prática docente. A sequência de aulas com a temática corante foi desenvolvida e aplicada durante a participação do professor em formação inicial, autor deste trabalho, em um grupo de reflexão orientada. Para avaliar a promoção da argumentação, foram analisados os níveis cognitivos das questões propostas pelo professor em formação inicial durante as aulas, bem como as habilidades argumentativas apresentadas pelos estudantes. Os resultados obtidos sugerem que algumas habilidades argumentativas foram desenvolvidas durante as aulas, tais como, elaboração de hipótese/conclusão, reflexão acerca das evidências, formulação de explicações e justificativas. Os estudos e as reuniões com a professora formadora foram fundamentais para que a sequência de aulas apresentasse características da abordagem investigativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Corantes. Exigência Cognitiva. Formação Inicial. Processo de Reflexão Orientada.

**ABSTRACT:** Argumentation is a fundamental social activity for a more critical and citizenship action. For this, it becomes relevant that we are able to argue from scientifically informed data, through security sources from different areas of knowledge, and the school is one of the spaces for this thinking and attitudes to be promoted. Thus, an inquiry teaching approach can contribute to the development of cognitive and argumentative skills essential for a more critical performance in everyday situations. Therefore, this research aimed to investigate the argumentative skills developed by students in the 3rd year of high school in a public school, during the development of a sequence of six classes based on the inquiry teaching approach, guided by an Oriented Reflection Process. This process enables teachers and pre service teachers, mediated by a more experienced teacher, a constantly reflect on teaching practice. The sequence of classes with the theme "dye" was developed and applied during the participation of the pre service teacher, author of this work, in an oriented reflection group. To assess the promotion of

argumentation, the cognitive levels of the questions proposed by the pre service teacher during the classes were analyzed, as well as the argumentative skills presented by the students. The results suggest that some argumentative skills were developed during the classes, such as elaboration of hypothesis / conclusion, reflection on the evidence, formulation of explanations and justifications. Studies and meetings with the more experience teacher were essential for the classes' sequence to present characteristics of the inquiry teaching approach.

**KEY WORDS:** Argumentative Skills. Dyes. Cognitive requirements. Pre-service teacher

## Introdução

O ensino de Química tem um papel fundamental para uma formação mais cidadã. Mas, para que essa participação seja mais ativa, precisamos utilizar de informações fundamentadas para nos posicionarmos frente aos problemas vivenciados (Santos & Schnetzler, 2003). É neste sentido que, saber argumentar de forma cientificamente informada, se torna relevante.

A argumentação pode ser entendida como uma atividade social e de natureza discursiva, na qual as pessoas podem debater pontos de vistas diferentes e defender seus posicionamentos com a intenção de convencer seus interlocutores (Sá, 2010).

Podemos também compreender a argumentação sobre três perspectivas diferentes: retórica, dialética e lógica. Segundo o ponto de vista da retórica, um bom argumento apresenta a construção de um discurso, falado ou escrito, que vai auxiliar de forma significativa um determinado grupo a solucionar um problema e tomar decisões. Na perspectiva dialética, um argumento é considerado de qualidade quando existe uma organização sistemática de uma interação, como debates e discussões, com a intenção de se construir as melhores decisões possíveis. E, por fim, um bom argumento sobre a perspectiva lógica é constituído de afirmativas suportadas por evidências e razões (Mendonça, 2011). Independente da perspectiva, apropriar-se de conhecimentos cientificamente informados para nos posicionarmos frente aos problemas de nossa sociedade, bem como debater sobre decisões e opiniões apresentadas ou tomadas por outros, é fundamental.

Em relação ao contexto da sala de aula, a argumentação deve ser entendida como um processo de colaboração social, fundamental para a resolução de problemas do cotidiano e para o progresso do conhecimento, uma vez que, quanto mais pessoas estão envolvidas no processo argumentativo informado, diversos pontos de vista poderão ser discutidos (Ferraz, 2015; Jiménez Aleixandre & Brocos, 2015; Sá, 2010).

Neste sentido, a escola tem um papel fundamental: a de contribuir para o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e fundamentado cientificamente pelos estudantes. Mas, o ensino de Ciências, muitas vezes, não corresponde com a real situação vivenciada pelos estudantes das escolas públicas do país. Muitos professores utilizam metodologias defasadas, baseadas somente na reprodução acrítica do conteúdo científico e que se distanciam do contexto social dos alunos. Então, faz-se necessário que novas metodologias de ensino sejam implementadas.

Assim sendo, a abordagem do ensino por investigação pode contribuir para que uma postura mais protagonista pelos estudantes possa ser promovida em sala de aula, já que possibilita que eles se envolvam na resolução de um problema, contribuindo, assim, para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas essenciais para uma atuação mais crítica sobre situações cotidianas (Sasseron, 2015).

Dessa forma, é importante que os cursos de formação inicial ofereçam a possibilidade de uma formação docente voltada para uma prática mais crítica e reflexiva, que preze pela formação cidadã dos estudantes. É necessário que os futuros professores conheçam novas estratégias e metodologias de ensino que possibilitem a discussão de questões cotidianas no espaço escolar.

Tais discussões podem promover o desenvolvimento da argumentação, bem como de habilidades argumentativas necessárias para esse processo. A investigação de uma situação problema possibilita que variáveis sejam analisadas criticamente, que hipóteses sejam elaboradas, que justificativas e explicações possam ser construídas. Todos esses elementos são fundamentais para que um argumento seja construído (Sasseron, 2015).

Assim, esta pesquisa teve como objetivo investigar as habilidades argumentativas desenvolvidas por estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de uma cidade mineira, durante o desenvolvimento de uma sequência de aulas baseada na abordagem do ensino por investigação, ministrada por um professor em formação inicial, participante de um Processo de Reflexão Orientada (PRO).

## Fundamentação Teórica

O ensino pela reprodução, memorização de fórmulas e representações, parece não ser aquele que contribuirá significativamente para uma formação mais cidadã. Uma possível causa para isso, pode estar relacionado ao processo formativo dos licenciados durante a graduação, ocasionado, entre outros fatores, pelas limitações dos cursos universitários, principalmente, no que se refere a metodologias de ensino pouco direcionadas para um ensino crítico e reflexivo dos futuros professores (Alarção, 2011).

O primeiro passo para possíveis mudanças no atual cenário, está em o professor formador repensar e refletir sobre as metodologias utilizadas nos cursos de formação inicial, de forma a tentar romper esse currículo espelhado na racionalidade técnica, onde o professor é tido como um especialista, que utiliza somente a aplicação de teorias e técnicas científicas, para resolver um dado problema (Schnetzler, 2014; Maldaner, 2006).

Embora muitos currículos ainda estejam embasados nesse modelo formativo, é necessária uma mudança, mesmo que gradual, na formação inicial de professores, possibilitando que licenciandos possam investigar sua própria prática. Caso contrário, pouca, ou nenhuma mudança no processo formativo dos futuros professores, poderá ser concretizada de forma significativa (Suart & Marcondes, 2018; Schnetzler, 2014).

Para tanto, é necessário que existam, durante a formação acadêmica, espaços que proporcionem, aos licenciandos, um contato com a sala de aula, com a realidade da escola e com o contexto de seus alunos, e que, durante todo esse processo, o professor em formação inicial seja incentivado a refletir e repensar suas ações, antes, durante e depois de suas atividades.

Assim, é muito importante que durante o processo de formação docente, essa prática reflexiva seja acompanhada e mediada por alguém mais experiente, por meio de um Processo de Reflexão Orientada (PRO).

Para Abell e Bryan (1997), o PRO deve ser constituído por meio de quatro contextos: Contexto a. Reflexão sobre outras práticas de ensino (por meio de materiais de mídia, artigos, relatos de experiências); Contexto b. Reflexão sobre a opinião de educadores e pesquisadores (por meio de artigos, livros, entrevistas); Contexto c. Reflexão sobre si mesmo, como aprendiz de Ciências (por meio de atividades científicas); Contexto d. Reflexão sobre sua própria prática (por meio de experiências de campo). Os quatro contextos se complementam e não precisam ser desenvolvidos nesta ordem, mas se comunicarem durante todo o processo, de forma que o professor formador/mediador possa criar situações para que os futuros professores coloquem suas concepções sobre a prática docente em conflito.

Assim, nesse processo, o mediador pode ajudar o professor em formação a compreender seus conflitos pessoais e profissionais, principalmente relacionados ao processo de ensino e aprendizagem (Suart & Marcondes; 2018; Peme-Aranega et al., 2009). Durante o processo de

elaboração de uma atividade pedagógica, por exemplo, os licenciandos podem, sob o auxílio da mediação do formador, avaliar e reavaliar todas as etapas que constituem essa atividade. Assim, o processo de reflexão deve ser contínuo, ou seja, deve ser feito antes, durante e depois da elaboração de uma atividade, bem como, de seu desenvolvimento em sala de aula (Lima, 2013).

De acordo com Altarugio e Villani (2010), os saberes, conhecimentos e técnicas do formador (mediador), construídos durante seu próprio processo formativo e através de experiências profissionais, vão, mesmo que indiretamente, influenciar de alguma forma seus aprendizes e, essa relação, entre o formador e seus alunos, sustentará o processo de reflexão.

O trabalho de Suart et al. (2015) retrata bem a importância da reflexão durante todo o processo de elaboração de atividades pedagógicas. A autora e seus colaboradores investigaram a evolução na elaboração de sequências de aulas por duas licenciandas de Química, participantes de um grupo de reflexão orientada, em relação ao ensino investigativo e que contemplasse, também, aspectos voltados à alfabetização científica. Os resultados mostraram que houve um progresso na maioria dos tópicos investigados, referente ao nível investigativo das sequências, como a proposição de uma questão problema, bem como da possibilidade de promoção de habilidades relacionadas à alfabetização científica. Esses resultados mostram que as licenciandas se preocuparam em melhorar suas propostas com o auxílio do processo reflexivo. Os encontros com a formadora possibilitaram que as duas alunas refletissem sobre suas propostas e, aos poucos, puderam reformulá-las, de modo que as propostas finais apresentaram maiores características de uma atividade investigativa, do que as iniciais.

Assim, por meio do processo de reflexão orientada, licenciandos podem elaborar e reelaborar atividades que se aproximem de práticas que visem à solução de problemas contextualizados com a realidade dos alunos e, dessa forma, desenvolver abordagens de ensino e aprendizagem que possibilitem uma formação mais cidadã e crítica dos estudantes, bem como, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas.

Pensando em um processo educacional mais crítico, Zoller (2007) e Suart e Marcondes (2009a), defendem um ensino que seja capaz de desenvolver habilidades cognitivas de alta ordem (HOCS – Higher Order Cognitive Skills). Para Zoller (2007), as habilidades de alta ordem cognitiva estão relacionadas a atividades que propiciam a capacidade de o aluno desenvolver seu pensamento crítico, tomada de decisões e resolução de problemas. Essa proposta de ensino se contrapõe a um ensino que visa a memorização e aplicação de ideias e conceitos pelos estudantes, o qual contribui mais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de baixa ordem (LOCS – Lower Order Cognitive Skills), uma vez que exigem apenas lembrar algum conceito, reconhecer alguma informação e aplicar o conhecimento em exercícios.

Nessa perspectiva, Suart e Marcondes (2009a) investigaram o desenvolvimento de habilidades cognitivas por alunos do Ensino Médio de Química por meio de atividades experimentais investigativas. As autoras evidenciaram que as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes apresentavam grande relação com o nível de exigência cognitiva da pergunta realizada pela professora, ou seja, quando a professora questionava sobre algo que era necessário somente recordar algum fato, os alunos expressavam respostas de baixa ordem. No momento em que a pergunta proposta exigia uma demanda cognitiva maior, como comparar e avaliar dados, os alunos apresentavam um raciocínio de ordem cognitiva mais alta.

Assim, a formulação de perguntas em sala de aula desempenha um papel muito importante no ensino, de forma a criar um ambiente de interação em sala de aula, favorecendo a troca de informações, que auxilie os alunos a estabelecerem uma relação entre o que eles já sabem e o que está sendo aprendido.

A forma pela qual o professor elabora e direciona os seus questionamentos e os dos alunos contribui, também, para o desenvolvimento de habilidades argumentativas nos estudantes.

Argumentar de forma cientificamente informada é fundamental para a resolução de problemas cotidianos e para o progresso do conhecimento, uma vez que, quanto mais pessoas estão envolvidas no processo argumentativo, diversos pontos de vista poderão ser discutidos (Sá, 2010).

Sobre o argumento, Ferraz (2015), considera que é:

Imprescindível ter atenção aos valores subjetivos que podem estar incorporados a ele, além de ser necessário ter consciência de condições de exceção que podem invalidar seu entendimento. Tratando-se de algo tão amplo como a argumentação, é fundamental que sejam feitas mais do que meras descrições. É preciso definir características que compõem sua essência e, principalmente, estabelecer os contextos e situações aos quais estas são válidas (p. 35).

Para Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), a argumentação deve ser entendida como uma prática discursiva, a qual pode contribuir para a construção e conhecimentos cientificamente informados, por meio de ações como “formular conclusões, sustentá-las com evidências ou avaliar conclusões ou evidências” (Jiménez Aleixandre & Brocos, 2015, p.144).

Driver, Newton e Osborne (2000) destacam a importância da promoção de situações em sala de aula que desenvolvam habilidades argumentativas nos alunos, de forma que os estudantes possam entender os conhecimentos científicos e utilizá-los com maior precisão.

Dessa forma, pode-se considerar que um dos principais objetivos do ensino de Ciências é possibilitar ao aluno a capacidade de elaborar argumentos científicos. Como o conhecimento científico não é absoluto e imutável, essas explicações estão passíveis de serem debatidas e refutadas. Sendo assim, pode-se considerar que o discurso científico é argumentativo, e, desenvolver habilidades argumentativas é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem.

Sá e Queiroz (2007), por exemplo, avaliaram os argumentos apresentados por alunos do segundo período do curso de Bacharelado em Química, mediante a resolução de um estudo de caso. Casos investigativos, com diferentes situações problemas, foram disponibilizados para os alunos. Ao final do cumprimento das atividades propostas como suporte para o desenvolvimento dos estudos necessários para as soluções dos casos, os argumentos elaborados pelos alunos foram analisados considerando o padrão argumentativo desenvolvido por Toulmin (1958) e a proposta de Jiménez Aleixandre (1998). As autoras consideram que, mediante esforços empregados na resolução dos casos, a proposta de ensino teve uma boa receptividade junto aos alunos, se apresentando adequada para a promoção da capacidade argumentativa deles, além de proporcionar o desenvolvimento de outras habilidades de caráter formativo, como comunicação oral e escrita, trabalho em grupo, tomada de decisão e senso crítico.

Mendonça e Justi (2009) propuseram um instrumento de avaliação das habilidades argumentativas promovidas a partir de uma entrevista com alunos. Durante a entrevista, problemas do cotidiano eram apresentados aos alunos e as autoras elaboravam perguntas específicas para investigar quais tipos de habilidades eram desenvolvidas durante a discussão do problema apresentado. Além de ser possível observar o tipo de habilidade que era manifestado durante o processo de elaboração dos argumentos, esse modelo também possibilitou investigar a participação do professor no processo de construção dos argumentos. Para as autoras, é muito difícil que um argumento proposto pelo estudante para explicar algum problema seja completo, ou seja, que faça relação entre os dados, garantias, justificativas e conclusões. Assim, para as autoras, a intervenção do professor, ao realizar perguntas mais

específicas, contribui para que os componentes utilizados para a construção do argumento possam ser obtidos.

Considerando que atividades experimentais investigativas podem favorecer oportunidades para os estudantes argumentarem e, assim, participarem da construção do conhecimento científico, Suart e Marcondes (2009b) analisaram os componentes de argumentos elaborados pelos alunos do primeiro ano do ensino médio de química ao resolverem um problema experimental investigativo. Os argumentos elaborados foram analisados pelo modelo de Toulmin (1958) e Jiménez Aleixandre (1998). As respostas fornecidas pelos alunos apresentaram, geralmente os componentes justificativa e conclusão, todavia, refutação e qualificadores modais foram escassos. As autoras verificaram ainda que a mediação do professor pode ter influenciado a qualidade dos argumentos dos alunos. As autoras acreditam que se a professora tivesse mediado as respostas dos alunos de maneira a permitir maior participação e interação entre os pares, argumentos mais complexos poderiam ter sido formulados por eles.

Neste sentido, a abordagem de ensino por investigação pode contribuir para que essas habilidades sejam promovidas. Por meio de uma questão problema de interesse dos estudantes, o professor pode promover um ambiente em sala de aula de constante interação e questionamentos, instigando os estudantes a proporem hipóteses e soluções para o problema, utilizando, para isso, dos conhecimentos científicos, dados, evidências, desenvolvidos durante a aula, contribuindo, assim, para que o processo argumentativo seja promovido em sala de aula (Carvalho, 2018; Sasserón, 2015).

Com o desenvolvimento da argumentação, o estudante pode melhorar sua interação e participação na sociedade, já que, por meio dos conhecimentos científicos, poderá analisar, de forma mais crítica, os problemas vivenciados no seu cotidiano, possibilitando a ele questionar as afirmações científicas e compreender a natureza dos debates que ocorrem na comunidade científica (Almeida & Guimarães, 2019; Conrado; Nunes-Neto & El-Hani, 2015; Sasserón, 2013; Sandoval & Reiser, 2004).

### Metodologia

Esta pesquisa apresenta características de uma pesquisa qualitativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), pesquisas dessa natureza apresentam alguns aspectos característicos, como os dados coletados predominantemente descritivos; a preocupação com o processo maior do que com o produto e a perspectiva dos participantes, que é levada em consideração.

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos durante a aplicação de uma sequência de aulas relacionada ao tema “Corantes Orgânicos”, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de uma cidade mineira. Na turma na qual a sequência de aula foi desenvolvida, estavam matriculados trinta e cinco estudantes (E). O tema corantes foi escolhido por contemplar os conteúdos que seriam abordados pela professora da escola parceira (PEB, professora da rede básica de ensino) em seu planejamento no período da aplicação da sequência e, por possibilitar uma contextualização com a realidade dos estudantes da escola parceira.

A sequência de aulas foi elaborada e desenvolvida por um professor em formação inicial (PFI), autor deste trabalho, durante sua participação em um projeto de iniciação à docência (ID), o qual era desenvolvido baseado na metodologia do PRO. O grupo ID era composto por sete professores em formação inicial (discentes do curso de Licenciatura em Química), uma professora da rede básica de ensino (PEB) e uma professora orientadora (PO), a qual atuava como mediadora do grupo, (docente da universidade que abriga o curso de Licenciatura em Química). De forma a contemplar os quatro contextos do PRO, destacados anteriormente, vários encontros reflexivos eram realizados no grupo. Alguns com a participação de todos os

integrantes, e outros somente entre o professor em formação inicial e a mediadora. Os encontros contemplavam estudos e discussões sobre temas fundamentais para o ensino de Ciências, tais como a formação inicial reflexiva e crítica; abordagem de ensino por investigação; argumentação; habilidades cognitivas; e, também, discussões e reflexões sobre os planos de aulas elaborados pelos professores em formação inicial e sobre as aulas ministradas por eles.

A sequência de aulas utilizada nesta pesquisa, foi proposta por PFI e começou a ser elaborada ainda no início dos encontros do grupo. A primeira versão proposta por ele, apresentou-se totalmente diferente da versão final, pois não apresentava, entre outros elementos, uma questão problema bem delineada, aspecto essencial na abordagem do ensino por investigação, e, ainda, não explicitava um objetivo claro ou a relação entre as atividades. Já na sua segunda versão, por exemplo, o professor em formação inicial começou a considerar características de uma atividade investigativa, apresentando problematização, objetivos mais definidos, experimentos que ajudariam na investigação do problema e discussões que poderiam possibilitar a elaboração de hipóteses pelos estudantes. Neste sentido, parece ter havido uma contribuição significativa do processo de reflexão orientada no desenvolvimento da sequência, pois à medida que os estudos e as reuniões aconteciam, o professor em formação inicial começou a se preocupar mais com sua prática e com sua proposta, e, dessa forma, gradualmente, a sequência começou a contemplar os aspectos discutidos.

A versão final da sequência de aulas elaborada pelo professor em formação inicial, a qual seria desenvolvida em sala de aula, apresentava uma situação problema em forma de uma história em quadrinhos, e envolvia a instalação de uma indústria têxtil em uma pequena cidade, localizada nas proximidades de um rio. Próximo a futura indústria, havia uma comunidade de pescadores, que tinham a pesca como sua única fonte de subsistência. A história mostrava que a indústria traria muitos empregos como benefício para aquela cidade, porém, ao ficarem sabendo que a água do rio seria utilizada nos processos industriais e depois descartada novamente no rio após tratamento, os seus habitantes ficaram preocupados, já que, caso a indústria não tratasse seu efluente ou o fizesse de maneira inadequada, contribuiria significativamente com a contaminação do rio. Assim, a questão problema central da sequência era: “como você faria para reduzir a quantidade de corantes presentes em efluentes industriais despejados em corpos de água?”.

Para que os estudantes conseguissem responder a essa questão, a sequência de sete aulas englobaria problematizações relacionadas aos aspectos históricos, sociais e ambientais quanto ao uso de corantes; os conceitos de polaridade e forças intermoleculares, bem como, as características químicas e econômicas dos corantes e dos adsorventes utilizados, de forma a auxiliar em respostas cientificamente informadas à questão problema, e não apenas em senso comum.

Após a elaboração da sequência, o professor em formação inicial ministrou as sete aulas, de forma presencial, na escola parceira. O desenvolvimento das aulas está descrito a seguir:

**Primeira aula:** A questão problema descrita anteriormente foi apresentada aos estudantes, de forma a problematizar o que seria investigado durante as aulas. Ainda, foi apresentada a imagem real de um rio contaminado por um corante vermelho, para que os estudantes pudessem perceber que a contaminação da água por corantes era uma realidade. Nesta aula, os estudantes produziram uma redação para responder ao problema proposto.

**Segunda aula:** Foi realizada uma discussão sobre aspectos históricos da utilização dos corantes no Brasil e a importância da cor para a sociedade, como por exemplo, por meio de reflexões acerca da exploração de corantes naturais, como o obtido pelo Pau-Brasil.

**Terceira aula:** Constituiu no desenvolvimento de um experimento investigativo por demonstração evidenciando a ação de dois adsorventes (Caulinita e Carvão Ativado) na adsorção de três corantes distintos (Tropaeolina, Azul de Metileno e Verde de Malaquita).

**Quarta aula:** Foram discutidos os conceitos de polaridade e forças intermoleculares, importantes para a resolução da situação problema e para dar suporte conceitual aos resultados obtidos por meio do experimento. Foi utilizado o auxílio de um simulador computacional (Phet®).

**Quinta e sexta aulas:** Foram utilizadas para relacionar os conceitos discutidos na quarta aula com o experimento e a questão problema, para que, na última aula, o problema pudesse ser solucionado e uma nova situação apresentada aos estudantes, de forma a possibilitar a aplicação dos conceitos em outro contexto e a sistematização das ideias desenvolvidas.

**Sétima aula:** Proposição de uma nova situação-problema, a fim de aplicar os conhecimentos desenvolvidos em uma nova situação. Ela apresentava uma situação semelhante a inicial, mas solicitava outros argumentos e conhecimentos científicos para sua resolução. Nesta aula, os estudantes elaboraram uma nova redação para responder à questão proposta.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados por meio da gravação, em áudio (gravador e reproduzidor de voz) e vídeo (câmera filmadora), de cada aula ministrada pelo professor em formação inicial. Posteriormente, todas as aulas foram transcritas por ele. É importante destacar que as aulas foram filmadas com a câmera posicionada de forma a não capturar a imagem dos estudantes, centralizando-a no professor em formação inicial e com o objetivo de obter apenas o áudio de sua fala e das falas dos estudantes. As identidades de todos eles foram mantidas em sigilo durante toda a pesquisa e nenhum trecho das imagens foi publicada em meios de divulgação.

Carvalho (2004) reitera a importância das videograções nos estudos que buscam entender como alunos constroem conhecimentos científicos em sala de aula. Para a autora, pelas gravações é possível estudar, detalhadamente, o processo de ensino e aprendizagem, o que não aconteceria ao investigar apenas as anotações dos professores e resultados das avaliações. As filmagens podem contribuir, também, como um “feedback” para o professor pesquisador, ainda durante o processo de pesquisa, pois, ao transcrever o áudio e ouvir e/ou ver a gravação, o professor pesquisador pode avaliar criticamente seu desempenho e corrigi-lo aos poucos. O mesmo acontece quando se observa as gravações depois de terem sido produzidas. O professor pesquisador, ao rever as imagens, pode observar como foi sua interação com os sujeitos de pesquisa e melhorar, gradativamente, aspectos importantes de seu posicionamento em campo, através de uma reflexão constante de sua prática.

Assim como as videograções, a transcrição das mesmas também é um material muito importante, pois permite ver e rever qualquer situação quantas vezes for preciso. Isso faz com que dados novos possam emergir na pesquisa, dados estes que não seriam registrados se houvesse somente um observador em sala de aula. Além disso, a própria ação de transcrever já se constitui como uma análise prévia, pois é necessário decidir, constantemente, sobre o que é importante ou sobre a forma de interpretar os diferentes pontos de vista que surgem durante as discussões em salas de aula. (Brito & Sá, 2010).

Além das aulas, todos os encontros do grupo e entre professor em formação inicial e mediadora, foram gravadas em áudio e vídeo e, também transcritos. Trechos das transcrições das aulas ministradas e das reuniões serão apresentadas nos resultados desse trabalho, para exemplificar ou evidenciar situações importantes que ocorreram durante o processo reflexivo de regência e reflexão sobre as aulas. Ainda, vale ressaltar que, por motivos de ética, todos os estudantes que participaram das aulas foram nomeados de E1, E2, E3 e assim sucessivamente, sendo ES empregado para falas conjuntas de número indeterminado deles. É importante salientar que o professor em formação também registrava suas observações, sentimentos, crenças e dilemas em um diário de campo. Assim, por meio das diversas fontes de dados foi possível alcançar maior fidedignidade dos mesmos, os quais foram socializados e validados

pelos integrantes do grupo de ID e mais dois pesquisadores por meio das categorias de análise apresentadas a seguir.

Assim, para responder ao objetivo desta pesquisa, ou seja, se a argumentação pelos estudantes foi promovida durante o desenvolvimento da sequência de aulas investigativas elaboradas e ministradas pelo professor em formação inicial, considerou-se importante, apoiados nos referenciais teóricos aqui apresentados, analisar o nível cognitivo das questões propostas por ele durante as aulas, visto que entendemos que a demanda cognitiva de uma questão, influencia na habilidade cognitiva e argumentativa manifestada. Para essa análise foram utilizadas as categorias propostas por Suart e Marcondes (2009a). O Quadro 1 mostra os três níveis, em ordem crescente de demanda cognitiva, propostos pelas autoras.

**Quadro 1:** Nível cognitivo das perguntas propostas aos estudantes

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

**Fonte:** Suart e Marcondes (2009a).

Para a análise das habilidades argumentativas (H) foi utilizada a proposta de Mendonça e Justi (2009), apresentada no quadro 2.

**Quadro 2:** Habilidades argumentativas que podem ser desenvolvidas pelos estudantes

Competência Argumentativa	Habilidade Argumentativa	Código da habilidade
Produzir e avaliar um argumento	Analisar criticamente	H1
	Refletir acerca de evidências	H2
	Identificar provas e/ou dados	H3
	Diferenciar provas e/ou dados de causas e/ou explicações	H4
	Propor justificativas	H5
	Fundamentar justificativas	H6
	Elaborar explicações	H7
	Formular enunciados: hipóteses e/ou conclusões	H8
	Usar a linguagem da ciência	H9
	Levantar as abrangências e limitações de hipóteses e/ou conclusões e/ou modelos	H10
Oferecer um contra-argumento	A1 a H10	
	Aceitar a possibilidade de seu argumento ser contestado	H11
Propor uma ideia alternativa	H1 a H10	
	Aceita a possibilidade de conviver com duas explicações e/ou modelos	H12
Oferecer Refutação	H1 a H9	
	Reforçar o argumento inicial de modo a demonstrar que ele é mais correto	H13

**Fonte:** Mendonça e Justi (2009).

Salientamos que o modelo de Mendonça e Justi pode auxiliar na compreensão de quais habilidades são desenvolvidas na produção de um argumento e como a medição do professor interfere nesse processo, possibilitando compreender a relação entre as exigências cognitivas das perguntas propostas e as habilidades argumentativas desenvolvidas pelos estudantes.

Assim, cada uma das falas dos estudantes foi classificada de acordo com a habilidade argumentativa manifestada e, cada uma das falas do licenciado, classificada de acordo com o nível de cognição exigido, o que possibilitou investigarmos a relação do nível de cognição da pergunta proposta e a habilidade argumentativa promovida. No Quadro 3 estão ilustrados o número de perguntas feitas pelo professor em formação inicial em cada aula, e a análise de acordo com o nível de cognição; e, o número de respostas obtidas e sua classificação, de acordo com a habilidade manifestada. Falas que não estavam relacionadas à temática da aula não foram analisadas.

## Resultados e Discussão

As análises referentes ao nível cognitivo das perguntas propostas pelo professor em formação inicial e das habilidades argumentativas desenvolvidas pelos estudantes durante as aulas, estão sintetizadas no Quadro 3.

**Quadro 3:** Frequência dos Níveis Cognitivos e Habilidades Argumentativas apresentados nas aulas

	Níveis cognitivos das perguntas elaboradas pelo professor em formação inicial			Habilidades argumentativas desenvolvidas pelos estudantes			
	P1	P2	P3	H2	H5	H7	H8
F	Primeira Aula						
	10	5	3	13	2	3	12
R	Segunda Aula						
	21	8	11	10	8	4	42
E	Terceira Aula						
	12	13	6	4	1	3	18
Q	Quarta Aula						
	43	29	1	6	8	1	16
U	Quinta Aula						
	36	20	7	0	2	0	8
Ê	Sexta Aula						
	45	19	4	6	12	0	13
N	Sétima Aula						
	34	20	12	2	2	0	7

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Observa-se pelo quadro anterior, que o professor em formação inicial propôs poucas questões durante a primeira aula, o que era de se esperar, já que parte dela havia sido destinada para a elaboração de redações pelos estudantes. Ao iniciar a aula, ele apresentou a situação problema junto a um debate inicial sobre o tema, conforme pode ser visto no trecho transcrito a seguir.

PFI: O que vocês acham que pode acontecer de benefício e de prejuízo para essa cidade, para os habitantes? (P3)

E1: De benefício vai ter muito mais emprego. (H8)

E1: De malefício a produção industrial lá dos tecidos vai gerar uma coisa tóxica... (H8)

O trecho mostra que o professor em formação inicial inicia as discussões propondo uma pergunta que possibilitou aos estudantes expressarem suas opiniões. Tal pergunta foi classificada quanto ao nível cognitivo, na categoria P3, *já que, a partir da situação problema, os estudantes teriam a oportunidade de propor hipóteses (H8) sobre o que poderia acontecer com a instalação da indústria próxima a comunidade, e, por meio dos conceitos que seriam abordados durante as aulas, propor uma solução para o problema.* Observa-se, no trecho anterior, a proposição de duas *hipóteses (H8)*: uma relacionada a empregos e uma relacionada à formação de algum produto tóxico que poderia trazer possível malefício à comunidade. Então, o professor em formação inicial segue a aula debatendo sobre os riscos de contaminação que o uso dos corantes poderia causar na água. Essa discussão pode ser observada a seguir.

PFI: Então... se essa indústria não tratar esses resíduos, pode contaminar a água, vocês concordam com isso? E caso contamine, o que vocês fariam para reduzir essa contaminação? (P3)

E2: Jogar Cloro. (H8)

A questão colocada pelo professor em formação inicial, evidenciada nesse trecho, se refere a questão problema central de sua sequência de aulas. Por ser uma questão que exige dos estudantes a elaboração de hipóteses, possibilitando a eles fazerem inferências e generalizar, ela foi classificada como P3. No entanto, ao analisar as interações que ocorriam neste momento da aula, percebe-se pouca participação dos estudantes. Isso pode ter ocorrido pelo fato de os estudantes ainda estarem inibidos com a presença do professor em formação inicial e por ser um assunto novo para eles, o que poderia ter causado certo receio em manifestarem suas ideias, apresentando certas resistências. Aliado a esse fato, o nível da pergunta pode ter influenciado e limitado a participação dos estudantes, uma vez que questões de nível P3 exigem elevada demanda cognitiva pelos estudantes, influenciando na forma pela qual eles se posicionaram em sala de aula ao serem questionados pelo futuro professor, já que ainda não apresentavam argumentos suficientes para elaborar mais hipóteses ou inferências para o problema proposto (Gauthier et.al., 2013; Suart & Marcondes, 2018).

Desse modo, o professor em formação inicial retoma a discussão mostrando uma imagem de um rio poluído, mediando uma discussão com questões de baixa ordem para que os estudantes pudessem organizar melhor suas ideias e as informações discutidas até aquele momento, tentando sensibilizá-los, para que, assim, se sentissem mais seguros para se expressarem. De acordo com Suart e Marcondes (2009a), algumas questões de menores exigências cognitivas são necessárias durante uma aula, de forma a auxiliar os estudantes na proposição de respostas mais elaboradas a uma questão de elevada exigência cognitiva. Consequentemente, essa ação paulatina também possibilita que o estudante manifeste habilidades argumentativas mais elevadas para a proposição de um argumento mais crítico e cientificamente informado. Neste sentido, conduzindo questões de menor exigência, até a retomada da questão de maior exigência cognitiva, o professor em formação inicial possibilitou que os estudantes se engajassem um pouco mais, tentando propor novas *hipóteses (H8)*, bem como, *explicações (H7)* e justificativas (H5) para o problema proposto, como pode ser evidenciado no trecho a seguir.

PFI: Para evitar que o rio fique desse jeito, o que a gente pode fazer? (P3)

E2: Tirar uma reserva, só para eles, quando essa reserva vai usando a água, eles vão tratando... Reutilização. (H8, H7)

PFI: É uma boa hipótese. Mas que tipo de tratamento você utilizaria? (P3)

E1: É só você fazer a água... Faz a água se ebulir, aí vai separar a parte de corante da água. (H5, H8, H9)

A análise dos dados mostrou que o professor em formação inicial promoveu o diálogo com os estudantes na primeira aula, incentivando a participação deles, possibilitando que se expressassem e refletissem sobre os dados apresentados. Para Bianchini (2011), esse processo é fundamental para que os estudantes tenham a possibilidade de, mediados pelo professor, proporem argumentos mais elaborados e cientificamente reconhecidos.

A segunda aula teve como objetivo abordar aspectos históricos, sociais e ambientais relacionados a utilização de corantes. Os resultados estão apresentados, também, no Quadro 3.

Observa-se que há um aumento do número de questões propostas pelo professor em formação inicial, o que faz a aula apresentar-se bastante dialógica. Para Mortimer e Scott (2002), a aula pode ser considerada dialógica quando o professor leva em consideração as falas dos estudantes e utiliza suas respostas para gerar novas discussões em sala de aula. Neste sentido, talvez pelo fato de o professor em formação inicial ter abordado aspectos mais relacionados ao cotidiano dos estudantes, por meio de questões de diversas demandas cognitivas, várias de alta ordem de cognição (P3), tenha favorecido o desenvolvimento de mais habilidades argumentativas, se comparado a aula anterior. O diálogo a seguir evidencia essa interação mais dialógica, as quais, por meio de novos questionamentos propostos, vão sendo mais elaborados, de melhor qualidade e cientificamente informadas.

PFI: E qual foi o impacto que essa exploração pode ter causado? (P3)

E3: Em relação a que?

PFI: Ao Pau-Brasil, que impacto isso pode ter causado?

E2: Extinção. Pelo desmatamento que teve. H2, H8)

PFI: O desmatamento pode ter causado quais impactos? (P3)

Renato: Alterar o funcionamento normal da natureza. (H2, H8, H5)

PFI: E em questão de espécies?

E3: Elas podem ser extintas porque muitas dependem da floresta. (H2, H8 e H5)

Observa-se que o professor em formação inicial media algumas questões, classificadas como P3, ou seja, questões de alta ordem cognitiva. Essas questões possibilitaram que fossem elaboradas *hipóteses/conclusões* (H8) pelos estudantes e, ao mesmo tempo, que estas respostas fossem utilizadas pelo professor em formação inicial para levantar novas discussões, propiciando, assim, que outras habilidades argumentativas, como *reflexão sobre evidências* (H2) e elaboração de *justificativas* (H5), fossem desenvolvidas pelos estudantes. Com isso, percebe-se que essas questões contribuíram para que os estudantes pudessem elaborar argumentos com a presença de habilidades diversas e maior competência argumentativa.

A terceira aula foi destinada para a realização do experimento investigativo-demonstrativo. O objetivo do experimento era investigar a adsorção de três corantes distintos (Tropaeolina, Azul de Metileno e Verde de Malaquita) por meio do uso de dois adsorventes (Carvão Ativado e Caulinita). Os resultados para esta aula estão apresentados no Quadro 3. Pelos resultados apresentados, percebe-se que houve uma diminuição no número de questões, e, também, na frequência de habilidade argumentativas desenvolvidas em relação a segunda aula.

Durante a aula experimental, o professor em formação inicial encontrou dificuldade em realizar o experimento, principalmente por ter que executar o procedimento experimental, cuidadosamente, e mediar a discussão dos resultados com os estudantes. Ainda, ele se preocupou com o tempo da aula, temendo que não houvesse tempo suficiente para terminar tudo que havia planejado, o que parece ter tornado a aula menos interativa e com questões de menores exigências cognitivas.

Mas, embora poucas interações tenham sido promovidas, o professor em formação inicial conseguiu levantar alguns questionamentos fundamentais para a compreensão do problema e para sua futura resolução, como está evidenciado na transcrição a seguir.

PFI: E agora, em comparação com a caulinita, como que ficou a cor? (P1)

ES: Transparente.

PFI: Qual é melhor para a tropaeolina então? (P2)

ES: Carvão (Ativado)

E6: O carvão filtra melhor (H8)

PFI: Mas por que o carvão ativado conseguiu retirar a Tropaeolina e a caulinita não? (H3)

E2: O carvão é mais forte. (H8, H5)

É importante notar que, ao analisar os dados obtidos, o professor em formação inicial inicia a discussão com os estudantes, propondo uma questão de exigência cognitiva P1, a qual demanda um menor envolvimento cognitivo, possibilitando aos estudantes organizarem suas ideias e lembrarem alguns dados importantes para a resolução do problema. Suart e Marcondes (2018) ressaltam a importância de questões de nível cognitivo mais baixo para a organização e seleção de ideias. No entanto, no decorrer da discussão, o professor em formação inicial propõe questões de níveis cognitivos mais elevados, dando a oportunidade para que os estudantes elaborem *hipóteses* (H8) para tentar explicar o fenômeno observado.

A mediação do professor em formação inicial em sala de aula é um dos aspectos refletidos entre ele e a mediadora durante os encontros reflexivos sobre a regência de aulas.

Em um dos encontros com a mediadora, ele considera que nas duas primeiras aulas conseguiu dialogar mais com os estudantes, abordando e discutindo as questões que havia planejado. Além disso, ele destacou o envolvimento dos estudantes com o problema, citando o exemplo de uma estudante que pesquisou, entre a segunda e a terceira aulas, formas para solucionar o problema. Mas, se queixa sobre a quantidade de perguntas que ele propõe na terceira aula. Os trechos da conversa com a mediadora são evidenciados a seguir.

PO: Você acha que sua mediação ajudou... Quando você deu uma olhadinha na aula? Você mediou legal as perguntas?

PFI: Eu acho que na primeira aula eu fiz perguntas assim mais organizadas... Percebi que o pessoal se envolveu mais... No dia do experimento uma menina me chamou e disse, eu olhei o que eles usam para reduzir os corantes, perguntei o que era e ela respondeu que eles usavam carvão ativado. Mas na terceira (aula) que é a do experimento eu não consegui fazer muitas perguntas... Fiz pouquíssimas perguntas por causa do tempo.

PO: Você ficou preocupado de não dar tempo?

PFI: Sim... Deu tempo, mas não consegui realizar muitas perguntas.

Percebe-se assim, que o professor em formação inicial apresentou dificuldades em conceituar os dados obtidos ao mesmo tempo em que lembrava os resultados e permitia a participação dos estudantes durante o experimento, ou seja, ele considera que a multiplicidade e complexidade dos acontecimentos influenciaram e dificultaram suas ações, de forma a alcançar uma proposta que apresentasse características de uma abordagem investigativa (Carvalho, 2018; Gauthier et al., 2013). No entanto, é importante salientar que os dilemas e frustrações apresentados pelo professor em formação inicial eram refletidos entre ele e a mediadora nos encontros reflexivos, de forma que ele pudesse compreender que a realidade do contexto escolar é complexa, e que, não necessariamente, o que foi planejado, irá acontecer, necessitando, muitas vezes, de improvisações e replanejamentos, conforme destacam Gauthier et al. (2013).

Após a terceira aula, uma gincana foi promovida na escola, o que ocasionou na suspensão da sequência de aulas propostas pelo professor em formação inicial, em uma semana. Essa situação ocasionou algumas inquietações pelo professor em formação inicial, visto que ele considerou que os estudantes poderiam esquecer alguns pontos fundamentais já discutidos até aquele momento. Além disso, como mostra o relato do professor em formação inicial com a professora orientadora, a participação dos estudantes após a gincana, também foi reduzida.

PFI: Levei aquele simulador que eu mostrei só que não adiantou muito... Não para atrair os alunos... O pessoal ficou conversando bastante... Aí teve essa gincana que quebrou o ritmo... Eles ficavam comentando a gincana... Queriam saber quem ganhou... E... Por estar no final (do ano letivo).

Outro dilema vivenciado pelo professor em formação inicial estava relacionado ao prazo para desenvolver as aulas restantes, já que a escola estava terminando o seu ano letivo e poderia não haver tempo para encerrar a sequência de aulas conforme o planejamento. Ele relata essas dificuldades para a mediadora em um dos encontros, como mostra o trecho a seguir.

PFI: Já... Outra coisa aí (risos) uma notícia ruim é que aquela gincana renasceu... Essa semana vou ficar sem aula... Até hoje tinha... Não sei se já teve a Prova (PROEBE) também. Hoje não teve aula e agora a gincana ressurgiu... Aí a última aula (da sequência de aulas) seria no primeiro dia das provas (finais).

Então, após esse intervalo de uma semana, o professor em formação inicial retorna para a quarta aula, a qual tinha como objetivo abordar os conceitos químicos de polaridade e forças intermoleculares, essenciais para a resolução do problema proposto. Os resultados das habilidades argumentativas manifestadas e do nível cognitivo das questões propostas podem ser vistos no Quadro 3.

Ao observar o quadro, percebe-se um alto número de questões propostas pelo professor em formação inicial, principalmente questões classificadas nos níveis P1 e P2, mas, somente uma questão P3. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo receio do professor em formação inicial em não conseguir cumprir o seu planejamento, atrasado devido a gincana da semana anterior. Então, em alguns momentos da aula, ele teve de assumir um discurso de autoridade, direcionando as respostas dos estudantes para atender aos objetivos da aula. Esse tipo de discurso é classificado por Mortimer e Scott (2002) como discurso interativo de autoridade, no qual o professor usa questões para guiar o raciocínio do estudante para um ponto de vista específico.

Concordamos que esse tipo de interação também é importante e pode contribuir para o processo argumentativo. No entanto, é sabido, também, que ele não pode ser preponderante, já que em discursos interativos e dialógicos, a participação dos estudantes torna-se maior, podendo contribuir para a manifestação de diferentes ideias, possibilitando uma maior discussão e, conseqüentemente, habilidades argumentativas de diferentes naturezas. Além disso, os estudantes demonstraram muitas dificuldades conceituais no decorrer da aula. Desse modo, o professor em formação inicial teve de lembrar diversos conceitos relacionados a temática da aula, o que contribuiu, também, para o alto número de questões P1 e P2, as quais demandam habilidades de menor exigência cognitiva pelos estudantes. Como mostra o diálogo a seguir.

PFI: O que é eletronegatividade? Vocês se lembram? (P1)

[...]

PFI: Essa molécula é polar ou apolar? (P2)

ES: Polar.

PFI: Polar? Por que ela é polar? (P2)

A menor frequência de questões P3 pode ter sido ocasionada pela dificuldade de o professor em formação inicial relacionar essa aula com o problema da sequência, bem como aos resultados obtidos por meio do experimento. Assim, ao analisar a aula, percebe-se que ele não contextualiza os conceitos químicos com a situação problema inicial. Aliado a esse fato, ainda relacionando ao seu discurso, o professor em formação inicial possibilita a participação dos estudantes, porém, não explora muito suas falas, de forma a possibilitar que eles pudessem propor hipóteses e relacionar o conhecimento químico com a situação problema. Dessa maneira, poucas hipóteses (H8) foram expressas no decorrer da aula.

O desenvolvimento de outras habilidades argumentativas se deu justamente quando o professor em formação inicial, em determinados momentos, aproveitou as respostas dos estudantes para obter novas discussões, como evidenciado no trecho a seguir.

PFI: Se a gente for pensar na densidade dos elétrons, como que eles estão distribuídos e se movimentando ao redor da molécula. Nesse caso (H<sub>2</sub>) como que seria a movimentação desses elétrons? Como ela aconteceria? De maneira igual ou desigual?

E10: Igual. (H8)

PFI: Por que igual?

E2: Porque é o mesmo... Ah porque são iguais, os dois (átomos) são iguais. (H5)

Quando o professor em formação inicial explora a fala do estudante perguntando “por quê?”, dá a oportunidade para que uma nova hipótese (H8) e justificativa (H5) sejam apresentadas.

É importante salientar ainda que, nesta aula, o professor em formação inicial apresentou algumas dificuldades em estabelecer relações com as aulas anteriores, sendo que, nesta aula, foram abordados, quase que exclusivamente, os conceitos químicos relevantes para que os estudantes pudessem responder ao problema. Assim, quando o professor em formação inicial proferiu um discurso de autoridade, poucas habilidades argumentativas foram promovidas.

Pelo fato de o professor em formação inicial não conseguir relacionar os conteúdos apresentados com as aulas anteriores ou com a questão problema, a aula 5 acaba sendo utilizada para esta finalidade, ou seja, estabelecer uma conexão entre os conceitos científicos, o experimento e a questão problema. Os resultados para a quinta aula são apresentados no Quadro 3.

Da mesma forma como foi observado para a quarta aula, ainda nota-se, na aula 5, um grande número de questões de baixa exigência cognitiva. A aula continua interativa, entretanto o professor em formação inicial ainda direciona as respostas dos estudantes para a finalidade que deseja, ou seja, definir os conceitos para responder à questão problema nas aulas seguintes.

Evidencia-se, também, que há mais perguntas P3 do que na aula anterior, talvez pelo fato de o professor em formação inicial ter retomado as discussões iniciais e relacionado aos conceitos químicos da aula 4, uma vez que, nas aulas anteriores, a maioria das questões P3 estavam relacionadas a problematização.

Mesmo havendo um baixo número de habilidades argumentativas nesta aula, o professor em formação inicial busca fazer com que os estudantes compreendam a relação entre a aula teórica e a aula experimental, como mostra o trecho da transcrição a seguir.

PFI: Vamos voltar lá então, carvão ativado e caulinita, qual removeu mais (corantes)? (P2)

ES: Carvão ativado.

PFI: Então a gente tem caulinita e carvão ativado. Ok! Então a gente viu que a caulinita não removeu um corante, que foi aquele alaranjado. Por que vocês acham que ela não removeu aquele corante? (P2)

E1: Porque estava igual, estava positivo com positivo, ou então, negativo com negativo. (H5)

Neste diálogo, por meio da comparação entre os resultados encontrados na aula experimental, um dos estudantes consegue perceber a relação entre as cargas presentes na estrutura molecular dos materiais usados no experimento para explicar porque a Caulinita não interagiu com um dos corantes, justificando (H5) “Porque estava igual, estava positivo com positivo, ou então, negativo com negativo”.

Percebe-se que, na quinta aula, mesmo tentando contextualizar a aula teórica com o experimento e com a questão problema, o professor em formação inicial assume o discurso em diversos momentos, explorando pouco as respostas dos estudantes e, conseqüentemente, poucas habilidades argumentativas puderam emergir das discussões.

Na sexta aula, o professor em formação inicial encontrou um novo problema relacionado à intervenção da diretoria da escola, como mostra o relato a seguir, registrado em um dos encontros reflexivos com a mediadora. Ao chegar para ministrar a aula, foi informado que os estudantes do 3º ano iriam realizar uma avaliação feita pelo Ministério da Educação marcada para as 7:30, dessa forma, haveria apenas 30 minutos disponíveis para ministrar a aula.

PFI: Tinha trinta minutos para falar antes de começar a prova... Eu atrasei um pouco na aula cinco e tive que retomar na aula seis... Tinha feito slides para retomar a aula anterior, mas nem usei... Fui para o quadro mesmo e falei o que tinha que falar em meia hora... Para eles conseguirem fazer a questão problema... Acabei a aula... Fiquei esperando e nada da prova...

Dessa forma, o professor em formação inicial teve de repensar a metodologia proposta para essa aula de modo a dar ênfase aos conceitos mais importantes e necessários para a resolução da questão problema e, ao mesmo tempo, relembrar outros conceitos para que os argumentos fossem mais elaborados. Os resultados para essa aula estão presentes no Quadro 3.

Assim, a aula seguiu no sentido de sistematizar as discussões das aulas anteriores, o que pode justificar o alto número de questões P1, já que muitas ideias seriam lembradas nessa aula.

A primeira metade da aula seguiu rica em interações e participação dos estudantes. Apesar de exigir que muitos conceitos fossem lembrados, o professor em formação inicial explora a fala dos estudantes, os questionando com perguntas que indagavam “Por quê?” “Como?”, questões que normalmente exigem respostas de ordem cognitiva mais alta pelos estudantes, o que pode ter favorecido a proposição de muitas *justificativas* (H5), como mostra o trecho a seguir.

PFI: Qual corante vocês utilizariam, natural ou sintético? (P2)

ES: Sintético! (H8)

PFI: Por que? (P2)

ES: É mais barato! (H5)

PFI: Qual outra vantagem ele tem? (P1)

E3: Ele não vai precisar desmatar, não precisa degradar o ambiente. (A5)

O tipo de pergunta, ou seja, a forma como ela é proposta, pode interferir no nível de elaboração de respostas e argumentos pelos dos estudantes. Por exemplo, uma resposta para uma pergunta que contemple o termo “Como”, exige maiores habilidades e conexões conceituais dos estudantes em contraposição a uma questão com termo “O que” (Chamizo & Izqueido, 2007). Utilizando o mesmo raciocínio, questões com maiores exigências cognitivas exigem, dos estudantes, respostas de alto nível cognitivo, e assim, a possibilidade de desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à argumentação científica (Suart & Marcondes, 2018).

Porém, na metade final da aula, o professor em formação inicial precisava apresentar outros conceitos relacionados à temática, tais como, oxidação e degradação biológica, pois seriam necessários para a resolução de uma nova situação problema, a qual seria apresentada na sétima aula, com o objetivo de sistematizar e generalizar as ideias desenvolvidas em novos contextos. Como havia o risco de a aula ser interrompida a qualquer momento para a realização da Prova, o professor em formação inicial começa a apresentar esses temas de forma expositiva, e, assim, os estudantes não puderam expressar suas opiniões. Esse momento menos interativo da aula pode ter contribuído para que não fossem desenvolvidas outras habilidades argumentativas, resultando em um elevado número de questões de baixa exigência cognitiva.

Na última aula da sequência, o professor em formação inicial apresenta uma nova situação problema, agora com a indústria já em funcionamento. Então, os estudantes deveriam usar todo o conhecimento construído no decorrer das aulas para propor um processo de tratamento a ser utilizado pela indústria para evitar riscos de contaminação das águas, considerando, também, aspectos ambientais, sociais e econômicos em sua solução. Os resultados para a aula sete são mostrados no Quadro 3.

Assim como na primeira aula, uma parte do tempo foi destinada para a escrita de uma nova redação. No início da aula é feita a leitura da situação problema e, em seguida, o professor em formação inicial inicia as discussões pedindo para que os estudantes destaquem as informações mais relevantes percebidas durante a leitura, anotando-as no quadro, para que as ideias ficassem mais organizadas. Além disso, o professor em formação inicial elabora questões para relembrar os debates das aulas anteriores, o que resulta em diversas perguntas classificadas em níveis cognitivos mais baixos (P1 e P2).

Porém, como essa aula apresenta uma nova situação problema, isso pode ter favorecido que mais perguntas do tipo P3 fossem apresentadas, já que novas ideias seriam trabalhadas nessa aula. Assim, a partir das respostas dos estudantes, o professor em formação inicial vai guiando a aula, como pode ser visto a seguir.

PFI: Tá, a gente viu que existem corantes catiônicos e aniônicos. Esse é catiônico. O cátion refere-se a que tipo de carga? (P1)

ES: Positiva.

PFI: Positiva. Se a gente sabe que o corante é positivo, a gente consegue escolher um material para ele? (P1)

ES: Sim.

PFI: Que material vocês escolheriam? (P2)

E12: Caulinita. (H8)

PFI: Por que a caulinita? (P3)

E4: Porque é mais barato. (H5)

E1: Ela tem polo negativo... (H5)

As questões mediadas pelo professor em formação inicial contribuíram para que os estudantes pudessem propor soluções para a situação problema. Após observar as análises de cada aula, é possível destacar alguns aspectos importantes que podem ter influenciado os resultados obtidos.

As três primeiras aulas apresentam quantidades mais proporcionais na ocorrência entre os três níveis cognitivos apresentados nas questões propostas pelo professor em formação inicial. Isso pode ter uma relação com o fato dessas aulas apresentarem uma contextualização da questão problema mais efetiva. Ainda, como a mediação do professor em formação inicial foi mais dialógica, os estudantes tiveram mais oportunidades de se manifestarem e exporem suas ideias.

Nota-se que as aulas 4, 5 e 6 tiveram um elevado número de questões, porém, a maioria delas eram de níveis P1 e P2, ou seja, questões que exigem baixa demanda cognitiva. A partir da quarta aula, o professor em formação inicial começa a discutir os conceitos científicos, então, ele precisou realizar questões para que os estudantes pudessem recordar algumas informações das aulas anteriores, além de outros conteúdos químicos.

Além desse fator, houve, também, a interferência de ações externas já relatadas anteriormente, como a gincana, que causaram certa preocupação no professor orientador em relação ao tempo para terminar suas aulas. Assim, ele pode ter assumido um discurso menos dialógico em diversos momentos das aulas finais para que pudesse trabalhar o que havia planejado para as sete aulas. Com isso, ele utiliza menos questões de alta ordem nas aulas finais e propõe mais questões de nível P1 e P2 para auxiliar na recordação de dados importantes que pudessem ajudar os estudantes a responderem a situação problema final.

A falta de questões mais específicas que pudessem explorar melhor as respostas dos estudantes e o discurso pouco interativo assumido pelo professor em formação inicial em diversos momentos das aulas podem ter contribuído para a argumentação dos estudantes, uma vez que apenas quatro habilidades argumentativas foram encontradas nas sete aulas: elaboração de *hipóteses/conclusões* (H8), *reflexão sobre as evidências* (H2), proposição de *explicações* (H7) e *justificativas* (H5). Quando ocorreram situações mais interativas durante as aulas, o professor

em formação inicial explorou melhor as respostas dos estudantes, realizando novas questões que os fizessem refletir sobre suas respostas, o que proporcionou a manifestação de respostas com *hipóteses, explicações e justificativas*, formuladas pelos alunos, como destacam Suart e Marcondes (2009).

Ainda, quando o professor em formação inicial explorou as respostas fornecidas pelos estudantes com perguntas mais específicas, como, “Por que?” e “Como?”, possibilitou que os estudantes pudessem refletir sobre suas falas e propor explicações e justificativas para suas hipóteses. Mendonça e Justi (2009) consideram que é muito difícil que um argumento mais completo seja manifestado pelo estudante sem que o professor utilize perguntas específicas, de forma que os estudantes possam apresentar novas ideias e explicações sobre um dado problema.

Também é importante destacar o dinamismo e a multiplicidade de ações que acontecem em sala de aula, um ambiente onde diversas vozes se manifestam e interagem. Dessa forma, foi difícil para o professor em formação inicial explorar cada fala detalhadamente e elaborar uma discussão mais eficaz que possibilitasse uma confrontação de ideias, e, assim, talvez, favorecer que outras habilidades argumentativas, além das que foram encontradas, pudessem ser manifestadas pelos estudantes

Cabe considerar, também, que o professor em formação inicial ainda não havia tido tanto contato com o contexto da sala de aula, e, assim, muitas das situações ocorridas eram novas para ele, tanto em questão de interferência da direção, quanto em questão do ambiente da sala de aula. Seus dilemas foram mais bem compreendidos pelas conversas com a professora orientadora durante o processo reflexivo. Assim, é muito importante que, durante o processo de formação docente, essa prática reflexiva seja acompanhada e mediada por alguém mais experiente, num processo de reflexão orientada (PRO), pois esse mediador pode ajudar o professor em formação a compreender seus conflitos pessoais e profissionais, principalmente relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, conforme destaca o trabalho de Suart et al. (2015).

Após a realização de cada aula, professora orientadora e professor em formação inicial refletiam sobre as diversas variáveis que interferiram em suas aulas, os contratempos com a direção da escola, sua mediação no decorrer das aulas, a participação dos estudantes, aspectos contributivos e dificultados das atividades e experimentos e, também, sobre questões pessoais, como sua ansiedade, medo, desânimo, dentre outros sentimentos inerentes à prática docente. Alguns trechos transcritos das conversas com a professora orientadora são apresentados a seguir. O primeiro está relacionado a intervenção da escola e o segundo sobre a dificuldade do professor em formação inicial em relacionar a problematização com a aula teórica.

PFI: Teve um dia que eu tive sorte, pois cheguei na escola... Quarta-feira... O primeiro horário não teve aula por causa de reunião, aí o terceiro (ano) ficou sem aula.

PO: São questões que você como professor vai vivenciar... É interessante você estar ali (na escola) já passando por isso e tendo que se coordenar.

PO: Eu acho que é uma situação normal, isso vai acontecer... Você estava no momento do experimento de proposição de hipóteses... Talvez o que a gente tenha que fazer é trazer essa elaboração de hipóteses, esses questionamentos de volta... Talvez trazer algumas questões que eles (alunos) colocaram... Olhar a filmagem... E voltar nessa aula teórica também.

Assim, todas as conversas e reflexões, desde a elaboração da sequência de aulas, regência, até a análise das gravações após o desenvolvimento em sala de aula, foram fundamentais para a construção de um conhecimento mais significativo sobre a prática docente do professor em formação inicial.

## Considerações Finais

Esta pesquisa conduziu uma investigação sobre o desenvolvimento de habilidades argumentativas por estudantes do Ensino Médio durante a realização de uma atividade baseada na abordagem do ensino por investigação, mediada pelo Processo de Reflexão Orientada.

Os resultados obtidos sugerem que algumas habilidades argumentativas foram desenvolvidas durante as aulas, tais como, elaboração de hipótese/conclusão, reflexão acerca das evidências, formulação de explicações e justificativas. A problematização e a mediação do professor em formação inicial em sala de aula, possibilitaram que as habilidades argumentativas mencionadas pudessem ser desenvolvidas.

Ou seja, quando o professor em formação inicial explorava a fala dos estudantes, possibilitando situações mais interativas, com questões de diferentes níveis de cognição, conseguiu utilizar das respostas dos estudantes, propondo novas questões que os faziam refletir sobre suas respostas, possibilitando conclusões e justificativas mais elaboradas. Esse fato mostra a importância de o professor incentivar a participação em sala e explorar as falas dos estudantes. Assim, novas visões de mundo podem emergir das discussões e os estudantes poderão ser capazes de construir argumentos com a presença de mais habilidades argumentativas.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados desta pesquisa, também foram apontados por Mendonça e Justi (2009) e, por Bianchini (2011). De acordo com esses pesquisadores, os estudantes dificilmente irão construir um argumento mais elaborado, fazendo relações entre dados, conclusões e justificativas, sem que o professor intervenha com questões específicas que o ajude a elaborar outras habilidades importantes para a sua construção. Então, quando o professor em formação inicial propunha questões como “Por que?”, “Como isso acontece?” ou, pedia para que os estudantes explicassem melhor alguma afirmação, eles conseguiram elaborar conclusões e/ou hipóteses, sendo capazes de justificá-las.

No entanto, observamos que apenas as habilidades reflexão sobre as evidências (H2), elaboração de hipótese/conclusão (H8), proposição justificativa (H5) e explicação (H7) foram encontradas. Um dos motivos que pode ter contribuído para este resultado é o dinamismo da sala aula, já que, muitas vezes se manifestavam e interagem no contexto da sala de aula e assim o professor em formação inicial não conseguia aproveitar todas e explorar cada fala detalhadamente, também, é claro, devido a sua inexperiência. Mas as interações existentes no âmbito da sala de aula são muito importantes, pois é relevante que todos os estudantes possam se expressar, dar opiniões e participar das discussões. Quando eles participam é um sinal de que aquilo que está sendo discutido faz sentido para vida deles.

Assim, o discurso do professor em formação inicial alternou durante a regência da sequência de aulas entre um discurso interativo mais dialógico ou de autoridade. Com isso, os momentos mais dialógicos permitiam o desenvolvimento de habilidades argumentativas, e aqueles momentos onde o professor em formação inicial usava sua autoridade para conduzir a aula a um ponto específico, inibiram um pouco a participação dos estudantes. Mas, de acordo Monteiro e Teixeira (2004), o discurso do professor é mais efetivo quando compreende toda a extensão de seu discurso, desde o de autoridade até o mais dialógico; do que quando a prática discursiva fica totalmente enraizada em apenas um tipo de discurso. Assim, concordamos com os autores, que o professor não pode abandonar sua responsabilidade em conduzir e ter em mente tudo àquilo que planejou. O que o professor não deve fazer é impedir a livre manifestação de ideias, opiniões e a participação dos estudantes nas atividades em sala de aula. Construir ideias coletivamente em sala de aula é fundamental para a construção de argumentos e compreensão dos conteúdos e suas relações com a sociedade e ambiente.

Através dessa pesquisa, enquanto as análises dos argumentos eram realizadas, o professor em formação inicial pode fazer reflexões sobre postura em sala de aula e reavaliar sua prática. Ele

percebeu o quanto sua mediação interferiu nos resultados encontrados, uma vez que, seu discurso ora favorecia o desenvolvimento de habilidades argumentativas, ora limitava a participação de estudantes e, assim, poucas habilidades foram manifestadas.

A reflexão sobre a prática é um exercício fundamental na formação de professores e este trabalho possibilitou perceber a importância da reflexão orientada no processo de formação inicial. Os estudos e as reuniões com a professora orientadora foram fundamentais para que a sequência de aulas elaborada apresentasse características da abordagem do ensino por investigação. Além disso, os estudos sobre o ensino por investigação possibilitaram que essa mesma sequência de aulas tivesse uma problematização com um problema real e que auxiliasse os estudantes a perceberem que o conceito químico de polaridade e forças intermoleculares, que normalmente seria apresentado em duas ou três aulas, pode ser usado para solucionar um problema socioambiental importante e de grave impacto. Além disso, os estudos e encontros com a orientadora sobre a postura e medição do professor em formação inicial em sala de aula contribuíram para que ele pudesse mediar suas aulas por meio de questões que permitissem a participação dos estudantes, e, assim, muitos debates foram mediados a partir da fala deles.

Todo o processo de participação dos integrantes do grupo de reflexão orientada, desde o primeiro planejamento da sequência de aulas, até a escrita desse trabalho, contribuiu muito para formação do professor em formação inicial, tanto em questões profissionais como em questões pessoais. Todos os estudos e leituras realizadas fizeram com que ele se tornasse mais crítico e preocupado com sua prática. Ele pode perceber a importância das abordagens que favorecem a formação crítica de seus estudantes, em além de tudo, perceber que o ensino de Química deve fazer sentido para eles.

Neste sentido, destacamos a importância de ações, como as aqui apresentadas, nos cursos de formação inicial, para que os jovens professores possam desenvolver o ensino de química de forma a contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas e, principalmente, para a formação cidadã dos estudantes. Os cursos de formação de professores devem oferecer aos seus estudantes uma formação que contemplem estudos sobre o desenvolvimento da argumentação, abordagem de ensino por investigação dentre outras práticas formativas que se fundamentem na construção do conhecimento cientificamente informado pelos estudantes.

### Referências

- Abell, Sandra K., & Bryan, Lynn. A. (1997). Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection orientation. *Journal of Science Teacher Education*, Netherlands, 8(3), 153-166.
- Alarcão, Isabel (2011). *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. 8ª edição. São Paulo: Editora Cortez.
- Almeida, Mayara Tavares, & Guimarães, Márcio Andrei (2019). Argumentação e raciocínio moral em questões sociocientíficas na formação de professores de ciências: o exemplo da eutanásia. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 15(34), 80-95.
- Altarugio, Maisa Helena & Villani, Alberto (2010). O papel do formador no processo reflexivo de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(2), 385-401.
- Bianchini, Thiago. B. (2011). *O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio*. 144 p. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências) - Faculdade de ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru-SP.

- Britto, Jeane Q. A., & Sá, Luciana P. (2010). Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 505-529.
- Bogdan, Robert, & Biklen, Sari (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução Maria João Alvarez. Porto Portugal, Porto Editora.
- Chamizo, José Antonio, & Izquierdo, Mercé (2007). Avaliação das Competências do Pensamento Científico. *Revista Química Nova*, 27, 4-8.
- Carvalho, Anna Maria P. (2018). Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 765-794.
- Carvalho, Anna Maria P. (2004). Metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. *Encontro De Pesquisa Em Ensino De Física*. Jaboticatubas, MG. Sociedade Brasileira de Física. Anais do II EPEF.
- Conrado, Dália, Nunes-Neto, Nei, & El-Hani, Charbel (2015). Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, 31(1), 329-357.
- Driver, Rosalind, Newton, Paul, & Osborne, Jonathan (2000) Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Ferraz, Arthur T. (2015). *Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de Física*. 175 p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gauthier, Clermont, Martineau, Stéphane, Malo, Annie, & Simard, Denis (2013). *Por uma teoria da Pedagogia. Pesquisas Contemporâneas sobre o Saber Docente*. 3ª Ed. Ijuí: Editora Unijuí.
- Jiménez Aleixandre, Maria P., & Brocos, Pablo (2015). Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(especial), 139-159.
- Jiménez Aleixandre, Maria Pillar (1998). Diseño Curricular: Indagación y Racionamiento con ellenguaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216.
- Lima, Viviani Alves (2013). Um Processo de Reflexão Orientada Vivenciado por Professores de Química: O Ensino Experimental como Ferramenta de Mediação. 256 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – Área de concentração Química) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Maldaner, Otavio Aloisio (2006). *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. 3. ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí.
- Mendonça, Paula Cristina Cardoso (2011). Influência de atividade de modelagem na qualidade dos argumentos de estudantes de química do ensino médio. 2011. 272 p. Tese (Doutorado em educação) - Faculdade de educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Mendonça, Paula C. C. & Justi, Rosária (2009). Proposição de um Instrumento para Avaliação de Habilidades Argumentativas-Parte I-Fundamentos Teóricos. In: Anais do VII Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências. Florianópolis.
- Monteiro, Marco. A. A., & Teixeira, Odete P. B. (2004). Uma análise das interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(3), 243-263.
- Mortimer, Eduardo Fleury, & Scott, Phil (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 283-306.

Peme-Aranega, Carmen, Mellado, Vicente, Longhi, Ana Lia, Moreno, Alejandra, & Ruiz, Constantino (2009). A interação entre concepções e a prática de um professor de física do nível secundário: estudo longitudinal do desenvolvimento profissional a partir do processo de reflexão colaborativa. *Revista eletrônica de ensino de ciências*, 8(1), 283-303.

Sá, Luciana Passos (2010). Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, S.P.

PHET. [https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_pt_BR.html). Acesso em 06/12/2022.

Sá, Luciana Passos, & Queiroz, Salette Linhares (2007). Promovendo a argumentação no ensino superior. *Química Nova*, 30(8), p. 2035-2042.

Sandoval, William A., & Reiser, Brian J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science education*, 88(3), 345-372.

Santos, Wildson L. P., & Schnetzler, Roseli (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3. ed. Ijuí: Unijuí.

Sasseron, Lúcia Helena (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciência da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(especial), 49-67.

Sasseron, Lúcia Helena (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (org). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 41-61.

Schnetzler, Roseli Pacheco (2014). Novas e velhas constatações sobre a formação de professores de Química/Ciências. In: Nery, B. K., & Maldaner, O. A. (Org.). *Formação de professores: compreensões em novos programas e ações*. 1 ed. Ijuí: Unijuí, 229-240.

Suart, Rita de Cássia, & Marcondes, Maria Eunice Ribeiro (2018). O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de Química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 20, 1-28.

Suart, Rita de Cássia, Abras, Camila Marra, Maculan, Débora S., Pedrosa, Jackeline, Rosa, Lívia Maria Ribeiro, Miranda, Mayara S, & Marcondes, Maria Eunice Ribeiro (2015). Uma análise do desenvolvimento de sequências de aulas por licenciandas de química ao longo de um processo de reflexão orientada. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(2), 186-208.

Suart, Rita de Cássia, & Marcondes, Maria Eunice Ribeiro (2009a.) A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, 14(1), 50-74.

Suart, Rita de Cássia, & Marcondes, Maria Eunice Ribeiro (2009b). A Argumentação em uma atividade experimental investigativa no Ensino Médio de Química. In: *Anais do VII Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências (VII Enpec)*. Florianópolis.

Toulmin, S. (1958). *The uses of Argument*. New York: Cambridge University Press.

Zoller, Uri, & Pushkin, David (2007). Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 153-171.